

## ARTIGO ORIGINAL

# O ATAQUE TRIDIMENSIONAL DE COMBATE A INCÊNDIO ASSOCIADO AO SISTEMA DE HIDRANTES EM EDIFICAÇÕES ALTAS

**Matheus Felipe Alves Macedo<sup>1</sup>, Rafael Santos Chaves<sup>1</sup>**

1. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

## RESUMO

*Este estudo se propôs a investigar a percepção de bombeiros militares do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais sobre a utilização do ataque tridimensional através do sistema de hidrantes das edificações, projetado de acordo com a legislação vigente de segurança contra incêndio e pânico em Minas Gerais, especialmente no caso de edifícios altos. Trata-se de um artigo empírico, com abordagem qualitativa, no qual foram conduzidas entrevistas semiestruturadas, objetivando identificar e analisar evidências sobre práticas de combate a incêndios estruturais relacionadas a um referencial teórico que associa as técnicas de combate a incêndio às normas atinentes ao projeto do sistema de hidrantes e de seus componentes. Os resultados evidenciaram limitações para a obtenção da pressão hidráulica exigida para utilização das técnicas de ataque tridimensional, assim como apontaram dificuldades encontradas durante as operações em relação à expectativa dos bombeiros e às resistências mecânicas dos sistemas hidráulicos utilizados, demonstrando a necessidade de revisão normativa e a inclusão desse conteúdo específico nas grades dos cursos de formação e especialização.*

**Palavras-chave:** ataque tridimensional; sistema de hidrantes; combate a incêndio; pressão hidráulica.

## THE THREE-DIMENSIONAL FIREFIGHTING ATTACK COMBINED TO HYDRANT SYSTEM IN TALL BUILDINGS

## ABSTRACT

*This study aimed to investigate the perception of the Military Firefighters Corps of Minas Gerais personnel about the use of three-dimensional attack through the building hydrant system, designed according to the current fire safety legislation in the state of Minas Gerais, especially in the case of tall buildings. This is an empirical article, with a qualitative approach, in which semi-structured interviews were conducted aiming to identify and analyze evidence on structural firefighting practices related to a theoretical framework that associates firefighting techniques with the standards related to the design of the hydrant system and their components. The results highlighted limitations in obtaining the required hydraulic pressure to use the three-dimensional attack techniques, as well as showed the difficulties found during the operations concerning the expectations of the firefighters and the mechanical resistance of the hydraulic systems, verifying the need for regulatory review and the inclusion of this specific content in the training and specialization course grid.*

**Keywords:** three-dimensional attack; hydrant system; fire fighting; hydraulic pressure.

**Recebido em:** 31/01/2022

**Aprovado em:** 30/06/2022

**E-mail:** matheus.macedo@bombeiros.mg.gov.br, rafael.chaves@bombeiros.mg.gov.br



## 1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais marcante o processo de verticalização das cidades, que consiste na construção de grandes e inúmeros edifícios, devido, principalmente, ao aumento populacional. Entre 2010 e 2019, o número de apartamentos no Brasil passou de cerca de 6,1 milhões para 10,3 milhões, representando um crescimento em torno de 69% (BRASIL, 2010, 2019).

Do ponto de vista da segurança, observa-se que o aumento do número de pessoas no interior de edifícios, cada vez mais altos, associado à crescente utilização de mobiliários e utensílios à base de materiais plásticos e sintéticos, proporciona um aumento significativo do risco de ocorrência de incêndios, assim como da gravidade de suas consequências (CHAVES; KRUGER, 2013).

Neste contexto, os incêndios em edifícios altos são fontes de preocupação para bombeiros de todo o mundo, seja pelo grande esforço operacional que exigem, seja pelo elevado risco que apresentam aos bombeiros e, principalmente, pelo grande potencial de ceifar vidas. Trata-se de um dos tipos de ocorrências mais complexos na atividade de bombeiros (SÃO PAULO, 2006).

Por esta razão, estudos sobre as operações de combate a incêndio, associados à segurança contra incêndio e pânico (SCIP) das edificações, são relevantes e merecem constantes atualizações.

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), por meio do Manual de Combate a Incêndio Urbano (MABOM-CIUrb), cita algumas formas para executar a montagem do estabelecimento de combate a incêndio em edifícios verticais. Ele pode ser realizado por meio do sistema de hidrantes da edificação, utilizando uma escada, fazendo o içamento de mangueiras pela fachada da edificação ou utilizando a Auto Plataforma Escada (MINAS GERAIS, 2020).

Para o combate a incêndios em edifícios altos, orienta-se, preferencialmente, utilizar o sistema de hidrantes da edificação, a fim de que o combate seja rápido e eficiente (DISTRITO FEDERAL, 2009). Diretriz esta, também corroborada pelos bombeiros militares do estado de São Paulo, que afirmam que a alternativa de estender mangueiras em edifícios altos, além de não ser uma tarefa fácil, faz com que a preparação para o combate demore demais ou até imponha impedimentos técnicos. Um exemplo é quando o edifício é tão alto que a perda de carga gerada em mangueiras não permite uma boa vazão nos esguichos das linhas de ataque, por deficiência de pressão (SÃO PAULO, 2006).

A forma como se combate ao incêndio também pode variar de acordo com os recursos disponíveis e com as características de cada ocorrência. No entanto, deve-se

prezar pela utilização eficiente da água, haja vista a importância deste recurso e o limite de armazenamento de água das viaturas de combate a incêndio (CBMGO, 2016).

Interessante contextualizar que, em 1990, Paul Grimwood, oficial de bombeiros de Londres, solidificou as descobertas de Layman (1950), Giselsson e Rosander (1978) com seu método de combate tridimensional. Grimwood atestou que, se a água for aplicada com uma abertura do esguicho de 60°, a um ângulo de 45° em relação ao solo, em um cômodo de 50 m<sup>3</sup>, será necessário apenas 1,6 litros de água para controlar o incêndio, devido ao vapor d'água (KALOZ, 2013).

Liu *et al.* (2002) também concluíram, a partir de resultados analíticos e experimentais, que a correta aplicação da técnica de combate tridimensional, comparada ao método tradicional de jato compacto, possui maior efetividade no resfriamento, gera menos vapor e leva a uma menor perturbação do balanço térmico na camada de fumaça.

Segundo Grimwood e Desmet (2003), o ataque tridimensional não deve ser usado somente para extinguir o incêndio, mas, principalmente, para tornar segura a rota de aproximação ao fogo e reduzir a probabilidade de ocorrência de fenômenos extremos, como *flashover*<sup>1</sup> e *backdraft*<sup>2</sup>, isto é, não foi desenvolvido para substituir as técnicas de ataque direto que utilizam os jatos compactos, mas para complementar as formas já existentes de ataque ao fogo, em um esforço de aumentar a efetividade e a segurança durante as operações de combate a incêndio.

A associação do ataque tridimensional com o ataque direto resulta no ataque combinado. Tal investida se insere como uma estratégia ofensiva de combate, quando é necessário realizar o resfriamento da camada aquecida de fumaça possibilitando, ainda, uma boa visualização durante o combate ao foco do incêndio. O ataque tridimensional é realizado por meio da técnica do pulso atomizado, enquanto que o ataque direto, no caso de incêndios estruturais, é normalmente feito por meio das técnicas do pacote d'água e jato mole (MINAS GERAIS, 2020).

Para executar tais técnicas, utiliza-se o esguicho regulável tipo pistola, que permite a regulação da vazão e da angulação do dispositivo. Em Minas Gerais, conforme diretrizes do MABOM-CI Urb, o equipamento utilizado trabalha com a pressão ideal de 100 PSI, na qual é possível obter a vazão de saída conforme a sua regulação (MINAS GERAIS, 2020).

No caso do pulso atomizado, quando um esguicho é utilizado com uma pressão diferente da que foi projetada para suportar, poderá dispersar partículas de água de tamanho inadequado, atrapalhando a operação de combate (SANTA CATARINA, 2018).

---

<sup>1</sup> *Flashover*: um ponto de transição no desenvolvimento de um incêndio no compartimento em que as superfícies expostas à radiação térmica atingem sua temperatura de ignição quase simultaneamente e o fogo se espalha rapidamente por todo o espaço, resultando em envolvimento total da sala ou envolvimento total do compartimento ou da área fechada (NFPA, 2004).

<sup>2</sup> *Backdraft*: uma deflagração resultante de uma súbita introdução de ar em um espaço confinado contendo produtos de uma combustão incompleta, suficientemente aquecidos e pobres em oxigênio (NFPA, 2004).

Para que a fragmentação seja eficiente, a pressão residual deve ser elevada, caso contrário as gotas produzidas serão grandes demais, anulando as características vantajosas desse jato (ESPÍRITO SANTO, 2014).

Ocorre que as instruções técnicas (IT) ou normas técnicas (NT) dos corpos de bombeiros estaduais de todo o país para o Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio não preveem o seu dimensionamento para tais níveis de pressão, tendo em vista que sua utilização como sistema preventivo é destinada, primariamente, aos ocupantes da edificação.

O projeto dos sistemas de hidrantes e mangotinhos é orientado, em âmbito nacional, pela NBR 13714:2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e regulado pelas respectivas IT e NT dos corpos de bombeiros estaduais. Em Minas Gerais, a IT 17 estabelece a vazão mínima no hidrante mais desfavorável, sem, contudo, estabelecer um nível mínimo de pressão. Em outros estados, como São Paulo e Goiás, a norma equivalente já traz, em uma versão mais atualizada, a pressão mínima requerida no hidrante mais desfavorável, tal como expresso na tabela 1.

**Tabela 1** - Tipos de sistema de hidrantes e mangotinhos com requisito de pressão mínima

Sistema	Tipo	Esguicho Regulável DN	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (LPM)	Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (MCA)
			Diâmetro nominal (mm)	Comprimento máximo (m)			
Mangotinho	1	25	25	30	Simple	100	80
Hidrante	2	40	40	30	Simple	150	30
Hidrante	3	40	40	30	Simple	200	40
Hidrante	4	40	40	30	Simple	300	65
		65	65	30	Simple	300	30
Hidrante	5	65	65	30	Duplo	600	60

Fonte: Adaptado de GOIÁS (2014).

É possível verificar, porém, que as pressões mínimas exigíveis na válvula do hidrante mais desfavorável são insuficientes às necessárias para a adequada aplicação das técnicas de combate a incêndio por meio do esguicho regulável tipo pistola. Desta forma, por meio da utilização do sistema com a própria bomba de incêndio, não se garante a adequada operação de combate a incêndio conforme doutrina operacional vigente.

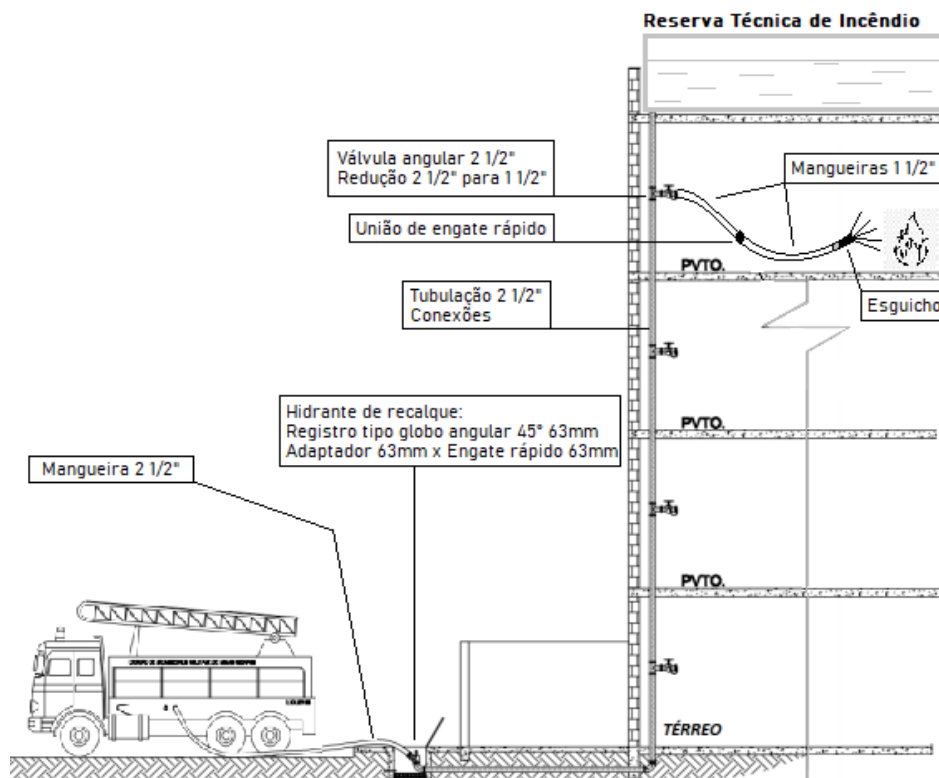
Em Minas Gerais, verifica-se, ainda, a existência de restrição normativa para edificações que não possuem brigada de incêndio de nível intermediário, de forma que a

pressão na saída do esguicho, em qualquer andar da edificação, não possa ultrapassar 50 MCA. Para tal, é facultado o uso de quaisquer dispositivos para redução de pressão, desde que comprovadas as suas adequações técnicas (MINAS GERAIS, 2005).

Quando o sistema de hidrantes de uma edificação é operado a partir da pressurização pelo hidrante de recalque, utilizando a bomba da viatura de combate a incêndio, a pressão suportada por seus componentes e a capacidade de pressurização da bomba da viatura são fatores relevantes que podem limitar sua operação satisfatória. Atualmente, no CBMMG, esta capacidade de pressurização gira em torno de 17,5 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme manual da fabricante Mitren (2019) e de acordo com a NBR 14.096:2016 (BRASIL, 2016).

A figura 1 representa o desenho esquemático de uma operação de combate a incêndio a partir da pressurização do hidrante de recalque pela viatura do corpo de bombeiros, destacando os componentes hidráulicos do sistema submetidos a essa pressão. A tabela 2, por sua vez, apresenta as pressões máximas de trabalho destes componentes, de acordo com as respectivas normas brasileiras da ABNT.

**Figura 1** - Estabelecimento por meio do hidrante de recalque e seus componentes.



**Tabela 2** - Pressões de trabalho dos componentes do sistema de hidrante, conforme normas de referência

Componente do sistema	Pressão de trabalho kgf/cm <sup>2</sup> (PSI)	Referência
Mangueira 2 ½" - Tipo 2	14 (200)	BRASIL, 1998
União para mangueira de incêndio	30 (426)	BRASIL, 1999
Adaptador R5F x Engate rápido 63mm <sup>1</sup>	30 (426)	BRASIL, 1999
Registro tipo globo angular 45° 63mm <sup>2</sup>	10 (142)	BRASIL, 2011
Tubulação 2 ½'	15 (213) <sup>3</sup>	BRASIL, 2000
Conexão	15 (213) <sup>3</sup>	BRASIL, 2000
Redução 2 ½" para 1 ½"	30 (426)	BRASIL, 1999
Mangueira 1 ½" - Tipo 2	14 (200)	BRASIL, 1998
Esguicho	10 (142)	BRASIL, 2013

NOTAS:

1. As dimensões e materiais para confecção dos adaptadores tipo engate rápido devem atender a NBR 14349, conforme item 5.14.2 da IT 17 do CBMMG.
2. Adotou-se como referência a válvula classe PN 10 - residencial.
3. Como é facultado o emprego de diferentes materiais para a tubulação, adotou-se como referência o valor para o ensaio de estanqueidade, itens C.1.2 da referida norma e 5.16.3 da IT 17 do CBMMG.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se que, em condições normais de uso, a pressão de trabalho de 10 kgf/cm<sup>2</sup> é a pressão limitante do sistema, devido, principalmente, à submissão de todas as válvulas classe PN 10 dos hidrantes internos à pressão aplicada na rede.

As válvulas de tal classe são definidas pelos fabricantes como adequadas à utilização no segmento residencial, não havendo qualquer distinção de acordo com a altura da edificação, mas somente de acordo com sua classificação. Existem, no mercado, válvulas com pressão nominal de trabalho superior, tais como as válvulas PN 16 e PN 20, com pressões de trabalho de 16 kgf/cm<sup>2</sup> e 20 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente, mas que são destinadas, segundo catálogo dos fabricantes, à utilização comercial e industrial (METALCASTY, 2019).

Interessante pontuar que existem, ainda, os casos de impossibilidade técnica de projeção do sistema de hidrantes conforme IT 17, aplicável no caso de edificações existentes. Nestas situações, é aceita, por meio da IT 40 do CBMMG, a utilização de rede de hidrantes de coluna seca. Porém, tal instrução exige que o sistema atenda aos mesmos requisitos previstos na IT 17, mesmo ele sendo de utilização exclusiva por viaturas de combate a incêndio, tendo em vista a inexistência de reserva técnica de incêndio e bomba própria do sistema (MINAS GERAIS, 2019).

Nesse cenário, o presente artigo objetiva investigar, na percepção de bombeiros militares que possuem curso de Combate a Incêndio Urbano ou comprovada experiência na área, se o ataque tridimensional pode ser executado satisfatoriamente por meio do sistema de hidrantes e mangotinhos das edificações projetadas conforme os parâmetros da

legislação e normas de SCIP em vigor no estado de Minas Gerais, especialmente no caso de edificações altas.

Para tal, propõe-se explorar os aspectos normativos que balizam os parâmetros de vazão e pressão de projeto dos sistemas de proteção por hidrantes e mangotinhos, além de avaliar as evidências das práticas de combate a incêndio associadas a estes sistemas. Por fim, avaliar e propor, no que couber, soluções que colaborem para a maior efetividade das ações de combate a incêndio.

## 2 MÉTODO

A metodologia empregada neste artigo, de natureza empírica, partiu de uma pesquisa bibliográfica em obras e trabalhos relevantes sobre as técnicas de combate a incêndio em edificações, sendo dada ênfase aos aspectos envolvendo sua origem, conceitos e principais características de operação.

Foi realizado um estudo de caso simulado, apresentado na tabela 3, com a estimativa das perdas de carga e pressões de trabalho requeridas para a viatura do corpo de bombeiros, à medida que se aumenta a altura de um edifício.

Posteriormente, procedeu-se a uma pesquisa documental das legislações e normas vigentes, no contexto da SCIP, relacionadas ao projeto de sistemas de hidrantes e mangotinhos e de seus componentes, como forma de identificar os parâmetros de pressão admissíveis no sistema e nos respectivos componentes. Para tal, buscou-se as ITs dos Corpos de Bombeiros Militares que versam sobre o referido sistema, além dos referenciais que embasam tais ITs. Isso possibilitou a consolidação de informações importantes sobre o assunto, além do levantamento de pontos de atenção, constituindo uma base sólida para a construção do roteiro da entrevista e para a sua condução.

Em seguida, partiu-se para uma pesquisa de campo, com abordagem qualitativa, considerando o caráter exploratório do presente estudo.

A coleta dos dados foi realizada mediante o emprego de entrevistas individuais semiestruturadas, com a presença de perguntas abertas, formuladas após leitura dos referenciais teóricos adotados. Ressalta-se que todos os participantes receberam um termo contendo informações sobre o trabalho acadêmico e consolidando os aspectos éticos da referida pesquisa.

Para a delimitação dos entrevistados, foi adotada a amostragem em bola de neve ou rede, na qual, inicialmente, foram buscados os informantes-chaves, com o perfil necessário para a pesquisa, que, por sua vez, indicaram novos contatos com as características desejadas, a partir de sua própria rede pessoal, e assim sucessivamente, até a saturação do



quadro de amostragem, no momento em que não houve novos nomes indicados ou os nomes encontrados não trouxeram informações novas ao quadro de análise.

Os informantes selecionados foram do Grupo Temático Operacional (GTO) de Combate a Incêndio Urbano do CBMMG, composto por militares com formação técnica e comprovada experiência na atividade em referência, entre outros requisitos.

Para a delimitação do número de entrevistas, utilizou-se o critério de “exaustão” ou “saturação”, efetuando-se um número suficiente de entrevistas para permitir certa reincidência das informações. Foram entrevistados, ao todo, oito militares.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma estimativa dos níveis de pressão de trabalho requeridos para as viaturas de combate a incêndio, para operações em diferentes alturas de uma edificação, pode ser obtida a partir do cálculo hidráulico do somatório da pressão residual de combate a incêndio com a perda de carga nas tubulações, mangueiras e esguichos e o desnível entre o recalque de água e o pavimento incendiado.

Conforme memorial de cálculo constante na tabela 3, em um cenário simulando uma operação de combate a incêndio por meio do ataque tridimensional à pressão residual de 70 MCA para o adequado emprego do jato atomizado, contendo um lance de mangueira de 2 ½” de 15 metros ligada entre a viatura de combate a incêndio e o hidrante de recalque e dois lances de mangueira de 1 ½”, totalizando 30 metros, partindo da saída do hidrante interno e conectado ao esguicho regulável tipo pistola. Ainda, considerando dois jatos simultâneos com a vazão regulada no esguicho para 30 galões por minuto (ou 115 litros por minuto) e associando as perdas totais ao desnível entre o recalque e o pavimento considerado, tem-se o resultado dos valores de alturas manométricas, que podem ser entendidos como a pressão necessária a ser empregada pela viatura de combate a incêndio no hidrante de recalque.

**Tabela 3** - Resultados do estudo de caso simulado

Andar	Desnível (m)	Hf-total m.c.a.	Hesg m.c.a.	Hman = Desnível + Hf-total + Hesg m.c.a.	kgf/cm <sup>2</sup>	PSI
30	90	11,74	70	171,74	17,17	244,21
25	75	10,80	70	155,80	15,58	221,55
20	60	9,87	70	139,87	13,99	198,89
15	45	8,93	70	123,93	12,39	176,23
10	30	8,00	70	108,00	10,80	153,57

Fonte: Elaborado pelos autores.



Verifica-se que, para edificações com altura igual ou superior a 30 metros, as válvulas dos hidrantes internos já seriam submetidas a pressões superiores a 10 kgf/cm<sup>2</sup>, principalmente nos hidrantes mais favoráveis, sendo necessária a substituição das válvulas PN 10 por válvulas mais resistentes para a utilização satisfatória do sistema. Tal necessidade, porém, não é prescrita por norma, atualmente.

Após realização dos cálculos, que apontam para a restrição na utilização do ataque tridimensional em pavimentos de altura igual ou superior 30 metros, caso projetados com os requisitos mínimos previstos em norma, partiu-se para a pesquisa de campo, com o intuito de avaliar a percepção de bombeiros militares sobre tal restrição.

Dos oito militares abordados, sete possuem algum curso de especialização ou de qualificação em combate a incêndio urbano, realizado em Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Goiás e Distrito Federal. O que não possui, afirma já ter realizado treinamentos em sua unidade, voltados à requalificação com base no conteúdo do MABOM-CIUrb.

Com exceção de um entrevistado, que já se encontra na reserva, todos afirmaram conhecer o manual, publicado pelo CBMMG no ano de 2020. Apesar de recente, sua ampla divulgação entre os militares da corporação se deve, principalmente, ao foco dado nos cursos de formação, além da inclusão do conteúdo no Treinamento Profissional Básico.

Ao serem questionados sobre a utilização das técnicas de combate a incêndio trazidas pelo MABOM-CIUrb, todos afirmaram já ter utilizado o jato atomizado, por meio do ataque tridimensional, seja em treinamento ou em situação de ocorrência. Com relação à pressão necessária na ponta do esguicho para a aplicação de tal técnica, apesar da dificuldade prática em sua mensuração, foi consenso entre os entrevistados sobre a necessidade de se obter uma pressão residual próxima a 100 PSI.

“A gente pede que a pressão residual seja 100 PSI. Então existem algumas variações que, como a gente não consegue medir na ponta da linha, a gente orienta o COV (Condutor e Operador de Viaturas) qual é a pressão que tem que estar na ponta da linha. A gente não tem o Tubo de Pitot para medir, a gente espera que a pressão residual na ponta da linha seja 100 PSI ou algo similar a isso. Visualmente a gente consegue identificar se o jato tá bom ou não, se o pulso tá bom ou não, por exemplo.”

Tais respostas estão alinhadas ao que é atualmente trazido pelos manuais de bombeiros, além daquilo que é praticado pela maioria dos fabricantes de esguichos reguláveis.

Sobre as implicações da utilização do esguicho com uma pressão inferior à ideal, foi relatado:

“Para as abordagens tridimensionais, que envolvem os jatos neblinados, amplo, estreito, neblina, se a pressão estiver baixa, então a gente vai ter uma pior fragmentação da água e, por causa disso, a gente aproveita

menos o efeito de absorção de calor, resfriamento, seguido de mudança de estado físico e posterior abafamento, então a técnica fica pior, porque a pressão é baixa.”

Tal exposto está de acordo com o que é afirmado nos manuais de Santa Catarina e Espírito Santo, conforme referencial teórico.

Questionou-se sobre qual o método utilizado para o combate a incêndios estruturais. A despeito das variáveis de cada ocorrência, reforça-se a importância de que seja feita uma avaliação do cenário e do estágio que o incêndio se encontra e afirma-se a tendência na utilização dos jatos atomizados em incêndios na fase de desenvolvimento com presença de grande quantidade de fumaça.

“Dependendo do estágio, de quão próximo a fase crescente esteja do *flashover*, o ambiente vai estar superaquecido. Então às vezes a gente vai ter focos pontuais visíveis, mas [...] também vai ter um superaquecimento no ambiente, capa térmica aquecida, capa térmica em chamas e aí [...] precisa alternar a técnica combinada, do ataque com o jato compacto e com o jato neblinado. Então [...] usaria pacotes onde [...] visualiza o foco, na base do foco, e [...] usaria pulsos neblinados amplos ou estreitos.”

“O objetivo do pulso é colocar no ambiente uma condição de temperatura viável da gente poder avançar, porque a fumaça tá muito quente e o equipamento de proteção individual também tem seu limite”.

Tais colocações reforçam o disposto por Grimwood e Desmet (2003), colocando o jato atomizado como uma técnica para reduzir a temperatura e progredir de forma segura no ambiente sinistrado, complementando os ataques diretos que, em momento oportuno, podem ser utilizados para o combate ao foco de incêndio.

Todos os entrevistados já vivenciaram, por meio de simulações em treinamentos ou em situações de atendimento de ocorrência, incêndios em edifícios altos. Com relação ao estabelecimento vertical usualmente adotado, demonstrou-se uma preferência na utilização do sistema de hidrantes da edificação, reforçando o exposto pelo referencial teórico adotado: “Se o sistema de hidrantes funcionou é sempre ele. Ele é sempre o melhor. Chega em todos os pavimentos com menor perda de carga possível”.

Porém, em alguns casos, opta-se pela utilização de outro meio devido à insegurança na utilização do sistema de hidrantes, seja por falta de treinamento, ou pelo desconhecimento das condições de manutenção do sistema.

“A tropa vai preferir ir, talvez, para aquilo que vai ser mais fácil, porque o pessoal não treina. E o recalque depende muito do COV, porque se a pessoa não operar bem o corpo de bomba, vai achar que o sistema tá com problema e, na verdade, o problema está com o COV”.

“Se a gente chegou lá no local, se é uma edificação nova, eu tenho a confiabilidade de estar utilizando aquele sistema de hidrante. Caso

contrário, o normal é a gente montar o plano rampante. O de içamento é muito válido, porém, até o militar chegar na altura da edificação correta do andar abaixo do que ele vai fazer aquele combate, jogar uma corda e puxar uma mangueira, pode ser mais rápido se ele tiver uma equipe integrada e boa”.

Tais colocações evidenciam a importância de se manter os militares treinados, de tal forma que a escolha pelo estabelecimento de combate a ser montado seja exclusivamente técnica e não por desconhecimento ou insegurança na utilização de outros meios.

Um dos entrevistados explanou sobre a dificuldade em se realizar um ataque efetivo por meio do içamento de ligação no atendimento de uma ocorrência em um edifício abandonado, de cerca de 15 a 18 andares.

“Como não tinha sistema preventivo, a gente teve que fazer um içamento de ligação. A pressão lá foi horrível. A gente não conseguiu aplicar nenhuma técnica que não fosse o ataque direto com o jato compacto, que estava mais para mole do que para um jato de ataque direto”.

O mesmo militar discorre que, apesar da maior efetividade na utilização do sistema de hidrantes por meio do hidrante de recalque, nem sempre é possível empregar a técnica de combate adequada.

“Havendo sistema preventivo, é quase sempre melhor recalcar em edificações muito elevadas, mais do que os 7 andares. Vale mais a pena a gente tentar recalcar mesmo a rede e se virar com a pressão que sobrar, que geralmente está abaixo do que a gente esperava que é os 100 (PSI) residual. Mas aí a gente tem que se virar na hora lá pra fazer o combate sair”.

Ainda neste contexto, outro entrevistado foi questionado se o fato de não se obter a pressão residual adequada por meio da rede de hidrantes implicou em algum prejuízo ao combate.

“Não (houve prejuízo), porque o incêndio não estava em uma fase totalmente desenvolvida, então na fase de incêndio que estava, já estava em decaimento, a gente conseguiu combater. Mas eu acredito que se a gente tivesse chegado em uma fase de total desenvolvimento do incêndio, eu tenho certeza que seria prejudicado”.

Tais afirmações evidenciam a dificuldade que os bombeiros militares enfrentam para realizar o combate a incêndios em edificações altas, tendo que utilizar, muitas vezes, recursos alternativos devido à insuficiência de pressão na rede. Ao mesmo tempo, confirmam a importância de se obter a pressão suficiente para o correto emprego das técnicas de combate, principalmente em incêndios totalmente desenvolvidos, como forma de otimizar as ações e prover maior segurança aos combatentes, em conformidade ao disposto por Grimwood e Desmet (2003).

Corroborando com isso, foi verificado por Leal (2018), por meio da realização de ensaios práticos, que existe um limite de altura para a aplicação de algumas técnicas de combate a incêndio por meio do sistema de hidrantes das edificações, a partir da pressurização do hidrante de recalque por uma viatura do Corpo de Bombeiros no local. O autor concluiu em seu trabalho que, para o atendimento dos parâmetros necessários para aplicação das técnicas utilizadas pelos Corpos de Bombeiros, o limite encontrado seria o 12º pavimento, obtendo uma pressão residual de 80 a 90 MCA (8 a 9 kgf/cm<sup>2</sup>).

Outra informação obtida nas entrevistas diz respeito ao nível de conhecimento dos militares sobre as limitações de pressão dos componentes do sistema de hidrantes das edificações. De forma geral, é amplo o conhecimento sobre as limitações dos equipamentos utilizados pelos próprios bombeiros, tais como mangueiras e viaturas, mas escassas as informações sobre os elementos do sistema predial, tais como tubulações, válvulas e conexões.

“Eu não sei qual é a carga de trabalho deles, nunca vi especificação a fundo. Não sei se eles têm certificação pelo Inmetro. Desconheço totalmente. Já vi ‘N’ componentes apresentarem defeitos, causando acidentes.”

“A parte de combate a incêndio em edifícios altos entra aquela parte prática. [...] Tem que ter uma noção dos riscos de acordo com o tamanho da edificação, e ele tem que se preparar, que quanto maior a edificação, maior a probabilidade dele ter que fazer o içamento ou alguma técnica diferente da utilização do sistema interno, porque dificilmente ele vai aguentar.”

Presume-se que o desconhecimento de tais limitações pode ser apontado como uma das causas de alguns dos problemas relatados. Além desta, a inadequada execução do sistema preventivo, incluindo a utilização de componentes de baixa qualidade ou, ainda, a falta de manutenção de suas condições de operação, podem ser apontadas como outras. Os entrevistados, quando interrogados sobre os problemas que já vivenciaram durante a utilização do sistema de hidrantes, relataram:

“Eu lembro que a gente acelerou, a gente chegou a 14 quilos (kgf/cm<sup>2</sup>) na bomba, porque a gente precisou fazer o cálculo de perda de carga considerando a altura da edificação e tudo e, de repente, quando ele bateu 14 (kgf/cm<sup>2</sup>) a pressão começou a descer e não subia de jeito nenhum. A gente acelerava e não subia. Aí eu falei: ‘pode cortar a água porque estourou em algum lugar. Para tudo!’ Aí nós cortamos, mandei fechar as bocas expulsoras do caminhão e aí quando foi, chegou a notícia de que no último subsolo, literalmente no local onde o peso era maior, o registro do hidrante interno deles não aguentou e veio a ceder.”

“Conexão do hidrante de recalque, praticamente todas as vezes, acho que não teve nenhuma vez que a gente foi pressurizar o hidrante de recalque que a gente não danificou aquela conexão. Se não no recalque, no hidrante interno, já vi hidrante interno também dando problema.”

“Um problema muito comum que a gente tem de recalque à rede é vazamento depois da operação. Muito comum. Tanto é que os prédios nem deixam a gente treinar em edificação já construída porque a gente recalca e depois que recalca começa a ficar vazando, aí o cara tem que ir lá e consertar. Não é o certo, o certo é não haver esse vazamento, mas é muito comum que ele ocorra.”

Além dos problemas de vazamentos, seja devido ao rompimento por pressão ou à não estanqueidade após as operações, também foi citado o inadequado manuseio do sistema por parte de alguns militares durante as operações. Tal citação, alinhada à preferência já declarada de alguns militares pela adoção de outra forma de estabelecimento vertical, aponta para a necessidade de treinamento e atualização constante por parte dos combatentes, principalmente dos COV, para o adequado manuseio das viaturas e a correta utilização do sistema de hidrantes, incluindo tópicos sobre as atuais restrições de tais sistemas, que, conforme já exposto, é algo desconhecido atualmente pela maioria dos bombeiros militares.

Por fim, com base nos problemas indicados e na vivência profissional dos entrevistados, solicitou-se soluções para os problemas apresentados. A maioria julgou necessária uma atualização das normas e/ou especificações que regulam o projeto do sistema de hidrantes e mangotinhos, assim como de seus componentes. Não houve consenso, porém, se tal atualização já deveria ser cobrada às edificações já existentes ou apenas às edificações a serem construídas.

“Propor tubulações mais resistentes é propor mais gastos à população. A gente tem que saber se o mercado atende, se a gente não vai estar acabando com um nicho de mercado, tem todos esses parâmetros. A primeira solução ideal é dimensionar um sistema mais resistente.”

Ainda neste sentido, foi proposta a adequação normativa para uma cobrança de exigências proporcionais à altura da edificação e mais direcionadas àquelas mais altas.

“De acordo com a altura, você vai colocar um nível de pressão mínimo de trabalho. Se seu prédio tem 100 m de altura, é diferente de um prédio com 50 m de altura, as pressões de trabalho. [...] A solução, para mim, que eu acho mais imediata, sem dúvida, é alteração da legislação, daqui para frente.”

“A gente dimensiona a resistência com base na altura. O meu problema de edifícios altos é a força que eu tenho que fazer para a água chegar, com base na altura. Então eu entendo que quanto mais alta a edificação, maior é a resistência que a tubulação dela tem que ter.”

Outra solução, levantada por mais de um entrevistado, foi a realização de testes do sistema de forma mais frequente. Em alguns casos, sugeriu-se a realização do teste pelo próprio CBMMG e, em outro, a apresentação do atestado anual de funcionamento pelo responsável pela edificação.

“Desejável melhoria nas exigências quanto à resistência das conexões, válvulas e registros utilizadas no HI (hidrante interno) da edificação, uma vez serem frágeis e suscetíveis a dano com pouco manuseio, bem como nossas normas de SCIP exigirem atestado anual de funcionamento do HI.”

“Na minha visão, a melhor forma seria pegar e testar. A gente poderia criar aí uma padronização: toda viatura no retorno de ocorrências de combate a incêndio, deveria passar em uma edificação e fazer o teste daquela tubulação ali.”

Também foram consideradas, como alternativas aos problemas apresentados, a aquisição de equipamentos próprios e especializados ao combate a incêndio em edifícios altos e a disponibilização de informações *in loco* para orientar a atuação das guarnições de combate a incêndio.

“Alguma placa que me desse as informações básicas, por exemplo, eu chego lá: qual é a pressão máxima que eu posso colocar nesse recalque, nesse prédio? Eu não sei. Se eu pegar um prédio qualquer, eu chego lá e eu não sei qual é. Então eu acho que deveria ter essas informações básicas no local, para que a guarnição conseguisse pelo menos saber que a pressurização ia surtir efeito, até quanto eles poderiam pressurizar, ou saber que não, ali não tem como utilizar o hidrante, para a técnica que o chefe da guarnição decidir, e eles utilizariam outros métodos.”

“Uma outra opção, além dessa questão das resistências, seria estabelecer um equipamento próprio do bombeiro para edificações altas, talvez mangueiras com pressão de trabalho maior, que a nossa pressão de trabalho é 14. Se a gente consegue comprovar que a pressão de trabalho em edificações altas vai sempre chegar a uma pressão maior que essa, o resultado é que eu tenho que dimensionar outro equipamento para ser utilizado ali, não adianta eu ficar com a mesma coisa.”

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados na Tabela 3, que são confirmados pelos relatos dos militares entrevistados, verifica-se que o sistema de hidrantes, dimensionado em conformidade com as normas de SCIP vigentes em Minas Gerais, não está preparado para receber os níveis de pressão necessários para uma adequada aplicação da técnica de ataque tridimensional consoante ao referencial teórico estudado. Ao mesmo tempo, devido à agilidade e segurança que confere às operações de combate a incêndio, principalmente no caso de edifícios altos, se coloca como a alternativa mais viável a ser empregada, para evitar danos maiores à edificação em razão de incêndios estruturais desenvolvidos.

Além disso, evidenciou-se que o desconhecimento dos bombeiros militares sobre os níveis de pressão suportados pelos componentes dos sistemas de hidrantes, devido à escassez de abordagem deste conteúdo nas disciplinas correlatas e, ainda, o distanciamento entre as informações fornecidas no âmbito do projeto de SCIP e os

combatentes no teatro de operações, dificultam a avaliação do melhor recurso a ser empregado por parte do comandante da operação.

Do ponto de vista normativo, no âmbito do CBMMG, sugere-se a criação de uma comissão multidisciplinar, associando especialistas de SCIP, CIUrb e Motomecanização, para promover a discussão e atualização da IT 17 quanto aos parâmetros de pressão de trabalho exigidos para os componentes dos sistemas de hidrantes e mangotinhos das edificações, como sugere o resultado dos cálculos e entrevistas realizadas, de forma a possibilitar sua utilização para o ataque tridimensional nas operações de combate a incêndio.

Tal atualização se faz ainda mais necessária na IT 40, no que tange aos parâmetros do sistema de hidrantes de coluna seca, projetado para o uso exclusivo por meio de viaturas de combate a incêndio e que, portanto, pressupõe que deva resistir à pressão residual adequada para o correto emprego das técnicas de combate atualmente adotadas.

Por fim, sugere-se a inserção de conteúdos didáticos relativos às limitações das pressões de trabalho dos sistemas de hidrantes em edificações altas nas disciplinas relacionadas à temática de Combate a Incêndio Urbano e Motomecanização nos cursos de formação, qualificação, capacitação e treinamentos de combatentes, condutores e operadores de viaturas, assim como a aquisição de equipamentos próprios e especializados para o combate a incêndio em edifícios altos, tais como mangueiras com maior pressão de trabalho.

O presente trabalho não buscou esgotar o assunto e encerrar as discussões sobre o tema. Faz-se interessante, também, a abordagem a engenheiros e arquitetos responsáveis pelos projetos de SCIP, como forma de mensurar a receptividade pelo mercado das mudanças propostas e, ainda, avaliar o conhecimento de tais profissionais sobre as práticas de combate a incêndio atualmente adotadas pelos bombeiros militares.

## 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 11861**: Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14349**: União para mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14870-1**: Esguicho para combate a incêndio Parte 1: Esguicho básico de jato regulável. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.



BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 1.021: Válvula e acessórios para hidrante - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14096: Viaturas de combate a incêndio - Requisitos de desempenho, fabricação e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Tabela 3152: Domicílios particulares permanentes, por tipo do domicílio e número de moradores.** Brasil: IBGE, 2010.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Tabela 6820: Domicílios e Moradores, por tipo de domicílio.** Brasil: IBGE, 2019.

CHAVES, R. S.; KRUGER, P. G. V. **Estudo da viabilidade de aplicação do Método de Gretener como uma ferramenta de apoio ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais para análise de soluções alternativas de segurança contra incêndio em edificações existentes.** 2013. Pós Graduação (Especialização em Prevenção Contra Incêndios e Explosões) – Centro Universitário UNA, Diretoria de Educação Continuada, Pesquisa e Extensão, Belo Horizonte, 2013.

DISTRITO FEDERAL. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. **Manual básico de combate a incêndio – Módulo 3 – Técnicas de combate a incêndio.** 2 ed. Distrito Federal: CBMDF, 2009.

ESPÍRITO SANTO. Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo. **Manual Técnico – Teoria de Incêndio e Técnicas de Combate.** Vitória: CBMES, 2014.

GISELSSON, K.; ROSANDER, M. **Fundamentals of Fire.** Giro-Brand AB, 1978.

GOIÁS. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. **Norma Técnica 22: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** Goiania: CBMGO, 2014.

GRIMWOOD, P.; DESMET, K. **Tactical Firefighting – A comprehensive guide to compartment firefighting & live fire training (CFBT).** Version 1.1. Firetactics, Cemac, 2003.

KALUZ, M. **The History of the Fog Nozzle & Indirect Fire Attack.** Nova Jersey: FirefighterNation, 2013. Disponível em: <https://www.firefighternation.com/photo-gallery/the-history-of-the-fog-nozzle-indirect-fire-attack/#gref>. Acesso em: 17 abr. 2021.

LAYMAN, L. **Little Drops of Water.** National Emergency Training Center, 1950.

LEAL, I. S. **Verificação de parâmetros hidráulicos das instalações de combate a incêndio em edificações altas na cidade de João Pessoa – PB.** 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, 2018.

LIU, Z. *et al.* **Review of Three Dimensional Water Fog Techniques for Firefighting.** National Research Council Canada, 2002.

METALCASTY. **Catálogo de Produtos.** São Paulo. 2019. Disponível em: <https://www.metalcasty.com.br/catalogo-digital-metalcasty-2019/>. Acesso em: 29 set. 2021.

MINAS GERAIS Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Manual de Bombeiros Militar – Combate a Incêndio Urbano**. Belo Horizonte: CBMMG, 2020.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica n. 17: Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio**. 1 ed. Alterada pela Portaria n. 63/2021. Belo Horizonte: CBMMG, 2005.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica n. 40: Adequação de Medidas de Segurança para Edificações**. 2 ed. Alterada pela Portaria n. 61/2020. Belo Horizonte: CBMMG, 2019.

MITREN. **Manual de Operação e Manutenção. Viatura Modelo ABTS Série Nº 3032**. Santa Cruz do Sul, 2019.

NFPA - National Fire Protection Association. **NFPA 921 - Guide for Fire and Explosion Investigations Scope**. Quincy - MA, p. 515, 2004.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Manual de Capacitação em Combate a Incêndio Estrutural**. 1 ed. Florianópolis: CBMSC, 2018.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Manual de Combate a Incêndio em Edifícios Altos**. 1 ed. São Paulo: CBPMESP, 2006.