

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DIVERGÊNCIA NA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO
HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL DE UM PROJETO DE COMBATE
A INCÊNDIO**

BRUNO GOMES DE MORAIS
NATHAN AUGUSTO FERREIRA

GOIÂNIA
Novembro/2018

**BRUNO GOMES DE MORAIS
NATHAN AUGUSTO FERREIRA**

**DIVERGÊNCIA NA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO
HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL DE UM PROJETO DE COMBATE
A INCÊNDIO**

Trabalho Final de Curso II, apresentado ao Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, sob orientação do Professor Ms. Thiago H. A. Botelho, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

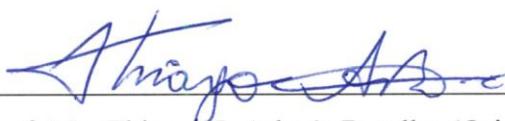
GOIÂNIA
Novembro/2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNO GOMES DE MORAIS
NATHAN AUGUSTO FERREIRA

DIVERGÊNCIA NA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO HIDRANTE MAIS
DESFAVORÁVEL DE UM PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO

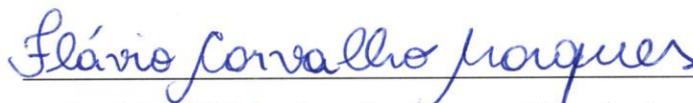
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito final para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 06 de novembro de 2018 pela banca examinadora constituída por:



Prof. Ms. Thiago H. Arbués Botelho (Orientador)



Prof. Esp. Murilo Faria Cezar (Membro)



Prof. Ms. Flávio Carvalho Marques (Membro)

Resumo

Um projeto de combate a incêndio é concebido com referência em normas técnicas e legislações vigentes nos estados. Um dos dispositivos de combate a incêndio que podem ser adotados em uma edificação é denominado sistema de hidrantes. A NT 22/2014 - Sistema de Hidrante e Mangotinhos, do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás, especifica as condições para o dimensionamento desse sistema. Nesse contexto, o presente trabalho corresponde a um estudo de caso de uma edificação, a qual utiliza hidrantes como sistema de combate a incêndio. O estudo foi verificar uma possível divergência na perda de carga do hidrante mais desfavorável da edificação determinada por meio do programa Qi Incêndio. Para isso, foi desenvolvida, de acordo com as equações da hidráulica, especificadas pela legislação do estado de Goiás, uma planilha de cálculo de perda de carga através do Microsoft Office Excel. Ao confrontar os resultados, constatou-se uma divergência entre os resultados, visto que o dimensionamento realizado pelo programa QI Incêndio foi superior ao da planilha desenvolvida, com diferença de 57,74%, caracterizando um possível superdimensionamento.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de carga total. NT 22/2014. CBM-GO. Qi Incêndio. Dimensionamento.

1. INTRODUÇÃO

O fogo é o desenvolvimento concomitante de calor, de luz e de chama produzido por uma reação química chamada de combustão em materiais inflamáveis, como a madeira, o carvão etc. A combustão só ocorrerá quando houver três elementos fundamentais atuando simultaneamente para sua concepção: “[...] combustível, calor e um comburente (oxigênio do ar). Esses elementos formam a clássica figura do Triângulo do Fogo (Figura 1).” (GOMES, 2014, p.16).



Figura 1: Triângulo do Fogo.
Fonte: Gomes (2014).

A definição de incêndio conforme a NBR 13860/1997 - Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, item 2.181 é: “Fogo fora de controle”. Um incêndio pode ser causado por fenômenos, estes podem ser naturais como por exemplo, os causados por raios, acidentalmente como curto-circuito em redes elétricas ou por negligências com velas ou fósforos acesos em locais inapropriados, etc. A queima de combustível em um incêndio produz substâncias nocivas à saúde e ao meio ambiente. O calor, chamas, fumaça e gases, podem causar queimaduras, irritabilidade e lesões ao aparelho respiratório e nos olhos.

Nos parâmetros construtivos atuais, nota-se edificações muito próximas, grande concentração de pessoas e a utilização de objetos e materiais que favorecem a combustão e proliferação do fogo. Sendo assim, há necessidade de adoção de medidas de segurança e proteção das edificações.

Segundo Brentano (2016), dentre os objetivos de um projeto de proteção contra incêndio, deve-se prezar pela vida dos usuários, pela proteção do patrimônio, e pela utilização de um sistema que dê continuidade ao processo operacional de combate ao fogo quando necessário.

No cenário global, no que se refere a ciência do fogo, segundo Del Carlo (2008), a segurança contra incêndios é uma área carente de ensino e pesquisa. Essa ciência vem se

desenvolvendo significativamente na Europa, Estados Unidos e Japão, fato que não se observa com tanta intensidade em outros países.

Ainda de acordo com o autor citado acima, no Brasil, a área de segurança e engenharia contra incêndios é carente de profissionais, pesquisa e laboratórios. Romper com esse cenário é um desafio. “Se hoje resolvêssemos implantar uma disciplina de SCI em todos os cursos de Engenharia Civil do País, não teríamos nem um centésimo dos professores necessários” (Del Carlo, pag.1, 2008).

Segundo Brentano (2016), nas últimas décadas houve avanço de engenharia de incêndios no Brasil, principalmente após os grandes incêndios que ocorreram nas décadas de 70 e 80. Nota-se que a atualização e também a criação de normas técnicas, e leis referentes a área ocorreram mais devido as circunstâncias do que propriamente pela conscientização a respeito da área. Ressalta-se que apesar dos últimos avanços ainda se tem muito o que implementar e aprimorar na área de combate ao incêndio no País.

Um projeto de combate a incêndio é concebido com referência em normas técnicas e legislações vigentes nos estados estabelecendo assim as medidas de segurança contra incêndio, de forma que se utilizem materiais, componentes, equipamentos e utensílios constituintes que possam ser analisados, testados e ofereçam um desempenho cada vez melhor.

De acordo com a Norma Técnica 01/2017 – Procedimentos Administrativos – Anexo A do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), na classificação da edificação, a qual leva em conta sua ocupação e uso, altura, área e carga de incêndio, pode ser necessário a utilização do sistema de proteção por hidrantes, sendo este um sistema de proteção fixo, no qual, o hidrante mais desfavorável da edificação deve garantir vazão e carga manométrica mínima para, em caso de sinistro, garantir a sua eficiência do sistema, preservando assim, a vida e o patrimônio.

A NT 22/2014 - Sistema de Hidrante e Mangotinhos, do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, especifica as condições para o dimensionamento desse sistema. Uma das medidas de segurança contra incêndio e pânico das edificações que possuem área construtiva superior a 1500 m² (ressalva-se alguns casos) é a utilização de hidrantes. Os hidrantes são dispositivos de proteção ativa, os quais dependem de uma ação inicial para o seu funcionamento, e utilizam a água como agente extintor.

Segundo Brentano (2016), o sistema de hidrantes, formado por hidrantes e mangotinhos, correspondem a uma rede rígida e fixa na estrutura da edificação, o qual, tem por objetivo levar

água até o fogo que deve ser controlado. São sistemas sob comando, ou seja, dependem da ação do homem. Esse dispositivo de proteção é operado pelos próprios ocupantes da edificação, e como trabalham sob vazão e pressão em valores elevados, exige treinamento e orientação para o seu correto e seguro manuseio.

A NT 22/2014 – Sistema de Hidrantes e Mangotinhos, do CBMGO, fixa as condições e exigências para o dimensionamento, instalação, manutenção, manuseio, assim como as características dos componentes desse sistema, de uso exclusivo para o combate a incêndio em edificações. Segundo a mesma norma, conforme a classe e o risco da edificação, estabelece-se também onde serão distribuídas as tomadas d'água e os espaçamentos máximos entre os hidrantes da edificação. As tomadas de incêndio geralmente são abrigadas em caixas de incêndio, conforme figura a seguir, onde se encontram as mangueiras de incêndio, os esguichos e as chaves das mangueiras dos hidrantes.



Figura 2: Abrigo com hidrante.
Fonte: <http://i.imgur.com/bLL6z5b.jpg>.

Ressalta-se que o sistema de hidrantes é provido de alarme acionado através da chave de fluxo ou de uma válvula e por um painel composto por sinal luminoso e sonoro colocado na portaria da edificação. Conforme Gomes (2014, p.46), “o sistema de combate a incêndios sob comando através de hidrantes e mangotinhos é um conjunto de equipamentos e instalações que permitem acumular, transportar e lançar a água (agente extintor) sobre os materiais incendiados.”

O dimensionamento correto do sistema de hidrantes é de fundamental importância para que, no caso de sinistro, o mesmo funcione de forma eficaz. Portanto, o conhecimento de conceitos e definições bem como, de princípios de hidráulica são fundamentais para a execução do cálculo hidráulico com base em especificação técnica. (PEREIRA; ARAÚJO JR, 2009).

A NT 22/2014 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio do CBMGO, estabelece 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 nesta norma”.

O sistema é composto por uma reserva de incêndio nos reservatórios da edificação, rede de tubulação, bombas de recalque, hidrantes e mangotinhos, abrigo para mangueira e acessórios e registro de recalque. É essencial, que na utilização do sistema, a mecanismo de interrupção principal de energia da edificação ou setor seja desligada, a fim de evitar acidentes. (UMINSKI apud GOMES, 2014, p.46).

No dimensionamento do sistema, conforme determina a NT 22/2014 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio do CBMGO, deverá considerar “o uso simultâneo dos dois jatos de água mais desfavoráveis hidraulicamente, para qualquer tipo de sistema especificado, considerando-se no mínimo as vazões obtidas conforme a tabela 4 na página 14”. Deve ser considerado nos cálculos o local mais desfavorável que proporcionará menor pressão na saída de água do hidrante. Conforme a NT 22/2014 do CBMGO item 5.8.6, “o sistema deve ser dimensionado de forma que a pressão máxima de trabalho nos esguichos não ultrapasse 100 m.c.a. (1.000 kPa). ”

O sistema de hidrantes, dispõe de vários componentes nos quais se aplicam fórmulas hidráulicas para o seu dimensionamento, como: vazão em esguichos, potência de bomba, perda de carga distribuída (tubos), perda de carga localizada (válvulas e acessórios). (PEREIRA; ARAÚJO JR, 2009).

Brentano (2016, p.223), diz que as bombas hidráulicas para combate à incêndio, terá que possuir a altura monométrica necessária que faça a água vencer o desnível geométrico total a partir do reservatório técnico de incêndio (RTI) inferior ou elevado, até a tomada d'água no hidrante mais desfavorável do sistema, considerando a perda de carga no trajeto, decorrente ao atrito na tubulação, conexões e dispositivos hidráulicos.

Nesse contexto, nota-se que apesar dos últimos avanços e estudos que visam atualizar a legislação referente a proteção das edificações contra incêndio, pouco se encontra a respeito de pesquisas referentes a engenharia de incêndio e muito menos a respeito da utilização e dimensionamento de sistemas de proteção por hidrantes e da análise da perda de carga desse sistema de combate a incêndio. Fato este lamentável e que contribui para a visão equivocada de grande parte dos empresários do Brasil de que um projeto de combate a incêndio é um gasto desnecessário e não um investimento.

Outro fator a merece destaque é que a grande maioria dos projetistas de engenharia de incêndio utilizam para o dimensionamento de sistema de hidrantes programas como, por exemplo, o Qi Incêndio e o Hydros. Estes, como alguns outros softwares encontrados no mercado, são programas que tem licença paga, o que contribui para o preço final mais alto dos projetos que necessitam do dimensionamento do sistema de hidrantes. Muitas das vezes os projetistas alimentam esses programas sem entender bem os parâmetros utilizados e assim não conseguem também assimilar os resultados apresentados.

Sendo assim, o presente trabalho corresponde a um estudo de caso de uma edificação utilizada para fins educacionais, a qual utiliza sistema hidrantes como uma das proteções presentes no seu sistema de combate a incêndio. Como a edificação situa-se na cidade de Goiânia-GO, foram utilizadas como referências para classificação da edificação e dimensionamento do sistema de hidrantes as normas técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), as quais fazem parte do contexto da pesquisa. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar possível divergência na determinação da perda de carga do hidrante mais desfavorável de uma edificação por meio do programa Qi Incêndio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Como faz parte do contexto do estudo, adotou-se como referência a legislação do Estado de Goiás, a qual se dá por meio das Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás.

Para o cálculo hidráulico, o método utilizado para determinar a perda de carga nas tubulações, foi a equação de Hazen-Williams, conforme estabelecido na NT 22/2014 do CBMGO. A perda de carga nas tubulações e conexões foram determinadas na planilha desenvolvida através da equação de Hazen-Williams (Equação 1) e a perda de carga (Equação 2):

$$J = 605 * Q^{1.85} * C^{-1.85} * D^{-4.87} * 10^4$$

Equação 1: Perda de carga por atrito.

$$hf = J * Lt$$

Equação 2: Perda de Carga

Onde:

- ✓ **hf**: perda de carga em metros de coluna d'água;
- ✓ **Lt**: comprimento total, sendo a soma dos comprimentos da tubulação e dos comprimentos equivalentes das conexões;
- ✓ **J**: perda de carga por atrito em metros por metros;
- ✓ **Q**: vazão, em litros por minuto;
- ✓ **C**: fator de Hazen-Williams (ver Tabela 6);
- ✓ **D**: diâmetro interno do tubo em milímetros.

De acordo com Macintyre (2010, p.23), é possível usar as tabelas para determinar o comprimento equivalente, das singularidades existentes nas tubulações, conforme apresentada parcialmente na NBR 5626 e publicada pela Crane Corporation. As tabelas 1 e 2 especificam o comprimento equivalente do acessório de acordo com a necessidade do projeto.

TABELA 1: Comprimentos equivalentes a perdas localizadas, em metros de canalização de ferro galvanizado retilínea.

Diâmetro nominal D		Cotovelo 90°	Flanco longo Cotovelo 90°	Flanco médio Cotovelo 90°	Flanco curto Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90° R/d - 1/2	Curva 90° R/d - 1	Curva 45°	Entrada Normal	Entrada de borda	Entrada de gaveta aberto	Entrada de globo aberto	Entrada de ângulo aberto	Tê passagem direta	Tê passagem de lado	Tê saída bilateral	Válvula de pé e crivo	Saída da canaliz.	Válvula de retenção tipo leve	Válvula de retenção tipo pesado
(mm)	(pol.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6	
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4	
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2	
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0	
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8	
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4	
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1	
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7	
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9	
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1	
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3	
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0	
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0	
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0	
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0	

Os valores indicados para registro de globo aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descargas.

Fonte: Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais. 4ª edição, fig1.21, p.23, MACINTYRE.

TABELA 2: Perdas de cargas localizadas — sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre.

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válvula retenção		Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro ângulo aberto
DN (mm)	Ref. (pol.)												Tipo leve	Tipo pesado			
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,5	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais. 4ª edição, fig1.22, p.23, MACINTYRE.

A NT 22/2014 do CBMGO, fixa que a velocidade da água no tubo de sucção das bombas de incêndio não deve ser superior a 2 m/s (sucção negativa) ou 3 m/s (sucção positiva), a qual deve ser calculada pela Equação 3. Na tubulação a velocidade do escoamento não deverá ser superior a 5 m/s. Para o cálculo da área deve ser considerado o diâmetro interno da tubulação (Equação 4).

$$V = \frac{Q}{A}$$

Equação 3: Velocidade da água

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Equação 4: Área da seção interna do tubo

Onde:

- ✓ **V:** velocidade da água, em metros por segundo;
- ✓ **Q:** vazão de água, em metros cúbicos por segundo;
- ✓ **A:** área interna da tubulação, em metros quadrados.

De acordo com a NT 22/2014 do CBMGO é considerado para efeito de equilíbrio de pressão nos pontos de cálculos a admissão de uma variação máxima de 0,50 mca (5,0 kPa). A bomba de combate a incêndio deve ser tipo centrífuga com mecanismo de acionamento do motor elétrico ou a combustão. Para o seu dimensionamento a NT 22/2014, exige que seja adotada as prescrições e recomendações que se encontra no “Anexo C” da norma. Os tipos de sucção das bombas podem ser classificados em positiva ou negativa. A bomba de sucção positiva, é quando eixo de rotação está posicionada acima do nível d’água, e parte do recalque de sucção com o crivo na ponta mergulhada no reservatório, já a bomba de sucção negativa, o eixo de rotação é posicionado abaixo do nível d’água, com o recalque de sucção afogada. O reservatório e a vazão da bomba sempre serão dimensionados para que atenda o maior risco de sinistro, levando em consideração os esguichos e as mangueiras conforme os riscos. “A altura manométrica total da bomba deve ser calculada para o hidrante mais desfavorável do sistema”. (NT 22/2014).

A NBR 13714/2000 determina que a reserva de incêndio deve ser prevista para permitir o primeiro combate, durante determinado tempo. Após este tempo considera-se que o Corpo de Bombeiros mais próximo atuará no combate, utilizando a rede pública, caminhões-tanque ou fontes naturais. A reserva técnica de incêndio faz parte do reservatório de abastecimento de água da edificação, portanto é essencial a preservação da qualidade da água.

O trabalho proposto “Divergência na Determinação da Perda de Carga do Hidrante Mais Desfavorável de um Projeto de Combate a Incêndio” consistiu na aplicação dos conceitos da hidráulica para construção de uma planilha de cálculo em Excel, utilizada para determinar e posteriormente analisar a perda de carga na tubulação de um sistema de proteção contra

incêndio de uma edificação, que utiliza, em conformidade com o estabelecido pela legislação vigente no Estado de Goiás, o sistema de proteção fixa por hidrantes. Posteriormente esses resultados foram confrontados com os obtidos para o dimensionamento da mesma edificação através do programa Qi Incendio da Alto Qi, programa da plataforma BIM, muito utilizado no mercado para desenvolvimento de projetos de incêndio.

Na Figura 3, resume-se os passos a serem seguidos desde a classificação da edificação até a determinação e posterior análise da perda de carga do hidrante mais desfavorável da edificação pelos dois métodos propostos no trabalho.

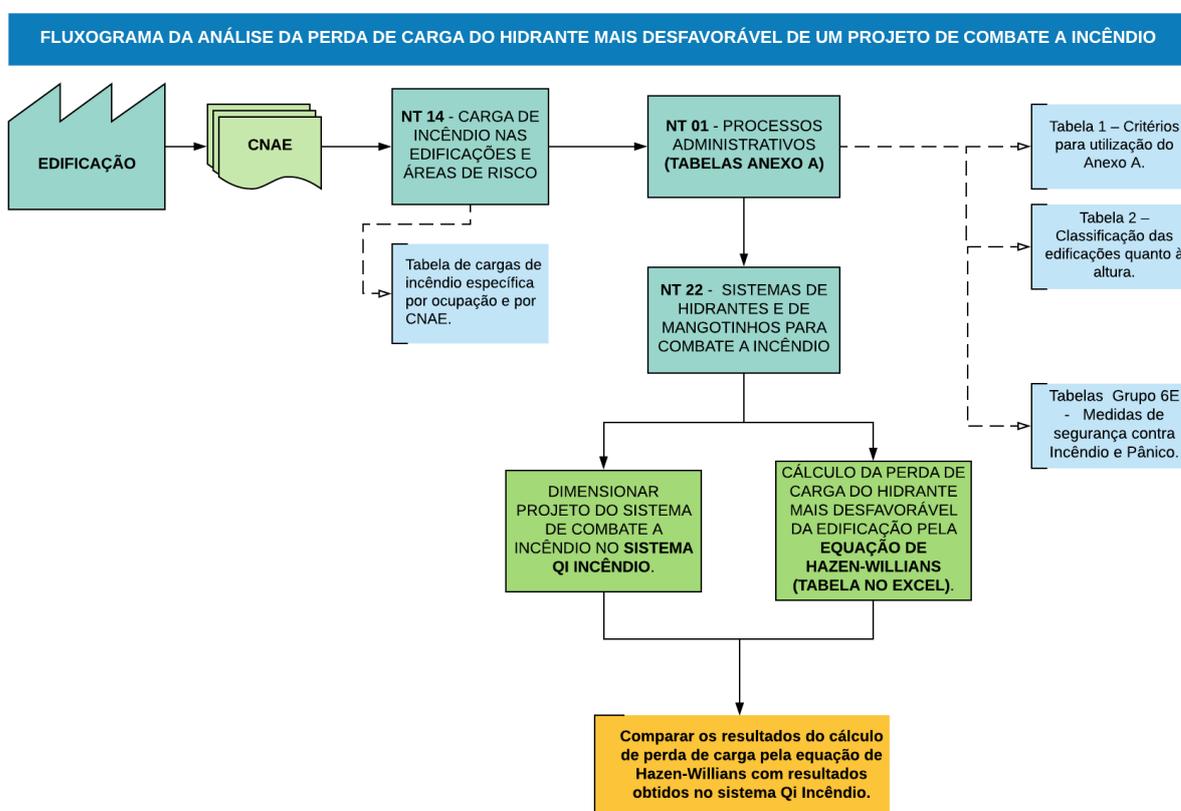


Figura 3: Fluxograma para a análise da perda de carga no hidrante mais desfavorável.
Fonte: Autores.

A edificação escolhida para este estudo foi uma instituição de ensino básico particular, aqui referida apenas como Escola “A”. Esta escola encontra-se na cidade de Goiânia, no estado de Goiás.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, Anexo A, NT 1/2017, Procedimentos Administrativos, do CBMGO, a edificação em estudo (Escola “A”) pertence ao Grupo E, divisão E-1, descrita como “escola em geral” (Tabela 3). Posteriormente, de acordo com a Tabela 2, desse mesmo anexo, a altura da edificação foi classificada como Tipo II – Edificação Baixa ($H \leq 6,00$ m) (Tabela 4).

TABELA 3: Classificação quanto a ocupação.

Grupo	Ocupação/Us	Divisão	Descrição	Tipificação
E	Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos, pré-universitários e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.

Fonte: NT 01/2017 – Procedimentos Administrativos, Anexo A, Tabela 1, p. 1, CBMGO.

TABELA 4: Classificação da edificação quanto à altura.

Tipo	Denominação	Altura (H)
I	Edificação térrea	Um pavimento
II	Edificação baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de baixa-média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00 \text{ m}$
IV	Edificação de média altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00 \text{ m}$
V	Edificação medianamente alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00 \text{ m}$
VI	Edificação alta	Acima de 30,00 m

Fonte: NT 01/2017 – Procedimentos Administrativos, Anexo A, Tabela 2, p. 5, CBMGO.

A carga de incêndio da Escola foi de 300 MJ/m^2 , definida segundo a NT 14/2017 – Carga de Incêndio nas Edificações, do CBMGO (Tabela 5). Portanto, o risco da edificação, o qual leva em consideração a carga de incêndio, foi classificado como **baixo**, obtido através da Tabela 3, Anexo A, NT 01/2017 – Procedimentos Administrativos, do CBMGO (Tabela 6).

TABELA 5: Tabela de cargas de incêndio específica por ocupação e por CNAE.

Ocupação / Uso	Descrição	Produto	Descrição	Divisão	CNAE	Carga de Incêndio (qfi) em MJ/m ²
Educativa e cultural física	Ensino fundamental			E-1	8513-9/00	300
	Ensino médio			E-1	8520-1/00	300
	Educação superior - graduação			E-1	8531-7/00	300
	Educação superior - graduação e pós-graduação			E-1	8532-5/00	300
	Educação superior - pós-graduação e extensão			E-1	8533-3/00	300
	Administração de caixas escolares			E-1	01/03/8550	300

Fonte: NT 14/2017 – Procedimentos Administrativos, Anexo A, p. 23, CBMGO.

TABELA 6: Classificação das edificações quanto à carga de incêndio.

Risco	Carga de Incêndio MJ/m ² (CI)
Baixo	$CI \leq 300 \text{ MJ/m}^2$
Médio	$300 < CI \leq 1.200 \text{ MJ/m}^2$
Alto	$CI > 1.200 \text{ MJ/m}^2$

Fonte: NT 01/2017 – Procedimentos Administrativos, Anexo A, Tabela 3, p. 5, CBMGO.

Com base nos parâmetros listados abaixo foi possível determinar quais são as exigências em relação as proteções contra incêndio para a edificação estudada. Portanto, de acordo com a Tabela 6E, Anexo A, NT01/2017 – Procedimentos Administrativos, do CBMGO, foram determinadas 14 medidas de segurança contra incêndio e pânico (Tabela 7 no artigo).

ESCOLA A

- ✓ Área total da construção: 3.671,73 m²;
- ✓ Grupo: E1 – Escola em geral;
- ✓ Altura: 3,0 m (Edificação tipo II, baixa);
- ✓ Carga de incêndio: 300 MJ/m²;
- ✓ Risco: baixo.

TABELA 7: Edificações do grupo "E" com área superior a 750 m² ou altura superior a 12m.

Grupo de ocupação e uso	GRUPO E – EDUCACIONAL E CULTURAL					
	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴
Segurança Estrutural contra Incêndio e Pânico	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal ⁶	-	-	-	X ¹²	X ¹²	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ¹	X ¹	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ⁷
Brigada	X ¹⁰	X ¹⁰	X ¹⁰	X ¹⁰	X ¹⁰	X ¹⁰
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Detecção de Incêndio	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X	X
Alarme de Incêndio	X ³	X ³	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X ³	X ³	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁵
Central de Gás	X ⁸	X ⁸	X ⁸	X ⁸	X ⁸	X ⁸
SPDA	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X	X	X
Hidrante Urbano	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹

NOTAS ESPECÍFICAS:

- 1 – A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;
- 2 – Pode ser substituída por controle de fumaça, detecção de incêndio, chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;
- 3 – Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois;
- 4 – Recomendado para as vias de acesso e faixas de estacionamento. Exigido para o portão de acesso da edificação;
- 5 – Somente para edificações acima de 60 m;
- 6 – Somente para as ocupações E-5 e E-6;
- 7 – Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m;
- 8 – Permitido o uso de um recipiente de 32 L (13 kg) de GLP em cozinhas e assemelhados, para a cocção de alimentos, desde que o recipiente esteja localizado em área externa e ventilado no pavimento térreo;
- 9 – Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m²;
- 10 – Para edificações com área total construída igual ou superior a 5.000 m²;
- 11 – Edificações destinadas a escolas que possuam alojamentos ou dormitórios, devendo ser protegidas pelo sistema de detecção de fumaça nos quartos;
- 12 – Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos.

Fonte: NT 01/2017 – Procedimentos Administrativos, Anexo A, Tabela 6E, p. 11, CBMGO.

Dentre as exigências especificadas para a edificação em estudo, verificou-se a necessidade de instalação da proteção por sistema de hidrantes e mangotinhos, cujas especificações estão contidas na NT 22/2014 – Sistema de Hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. De acordo com essa norma, estuda-se os dois hidrantes mais desfavoráveis da edificação, visto que se o dimensionamento atende a eficiência desses hidrantes, os demais funcionaram de forma efetiva em qualquer situação. No item 5.8.4 da norma, entende-se que o local mais desfavorável considerado nos cálculos é aquele que proporciona menor pressão dinâmica na saída do hidrante.

O volume da reserva técnica necessária (RTI) foi de 12 m³ (Tabela 8), determinado conforme a Tabela 4, NT 22/2014, CBMGO. Em seguida, com base na Tabela 2 da mesma norma técnica, foram definidos o diâmetro e o comprimento da mangueira, assim como a vazão e pressão requerida no hidrante mais desfavorável (listados a seguir). Ainda, para o dimensionamento do sistema foi determinado o fator “C” de Hazen-Williams igual a 140 e 150, o qual leva em consideração o tipo de tubo utilizado, ferro fundido e cobre, respectivamente (Tabela 9). Este parâmetro está disposto na Tabela 1 da NT 22/2014. Ressalta-se que a tubulação não deve ter diâmetro nominal inferior a DN65 (2 ½”), conforme o item 5.11.6.1 da referida norma.

TABELA 8: Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de Reserva Técnica de Incêndio mínima.

ÁREAS DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO				
	A-2, A-3; C-1; D-1 e D-3 (até 300 MJ/m ²); D-2 e D-4; E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6; F-1 (até 300 MJ/m ²); F-2, F-3, F-4, F-8; G-1, G-2, G-3, G-4; H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1; J-1, J-2; M-3	B-1, B-2; C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²); C-3; D-1 (acima de 300 MJ/m ²); D-3 (acima de 300 MJ/m ²); F-1 (acima de 300 MJ/m ²); F-5, F-6, F-7, F-9, F-10; H-4; I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²).	C-2 (acima de 1000 MJ/m ²); I-2 (acima de 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 800 MJ/m ²); L-1; M-1 e M-10.	G-5, G-6; I-3; J-4; L-2 e L-3.	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 5 RTI 32 m ³
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³	Tipo 5 RTI 48 m ³
Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³
Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³
Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 25 m ³	Tipo 2 RTI 35 m ³	Tipo 3 RTI 48 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³

Fonte: NT 22/2014 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, Tabela 3, p.10, CBMGO.

TABELA 9: Fator “C” de Hazen Willians.

TIPO DE TUBO	FATOR C
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Plástico	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento.	140
Cobre	150

Fonte: NT 22/2014 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, tabela 1, p.6, CBMGO.

As principais características hidráulicas e da tubulação usada no sistema foram:

- ✓ Edificação = TIPO 2;
- ✓ RTI = 12 m³;
- ✓ Esguicho Regulável com Diâmetro de 40 mm;
- ✓ Mangueira de incêndio com Diâmetro de 40 mm e Comprimento de 30 m;
- ✓ Expedição Simples;
- ✓ Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável de 150 L/min.;
- ✓ Pressão mínima no hidrante mais desfavorável de 30 m.c.a.;
- ✓ Fator C – Mangueira = 140 (borracha);
- ✓ Fator C – Tubulação = 150 (cobre);
- ✓ Diâmetro da tubulação = 65 mm (nominal); 60 mm (interno).

De acordo com o item 5.6.1.2 da NT 22/2014, a vazão mais desfavorável deve ser obtida na saída da válvula globo angular do hidrante. Apesar da edificação em estudo requerer o uso de hidrante urbano, no presente trabalho, o estudo foi feito a partir dos hidrantes internos da edificação, consistindo no dimensionamento e análise dos dois hidrantes mais desfavoráveis.

De acordo com o item 5.2.8 da NT 22/2014, no dimensionamento, os hidrantes e mangotinhos devem ser distribuídos de forma que qualquer ponto da área a ser protegida seja alcançada por um esguicho do tipo 1, 2, 3 ou 4, considerando o(s) comprimento(s) das mangueiras de incêndio por seu trajeto real e o alcance mínimo de 10 m do jato de água. Ressalta-se que para atender a norma, além dessas vazões, deve haver contato visual sem barreiras físicas a qualquer parte do ambiente, após adentrar 1 m em cada compartimento.

Assim, levando em consideração tais parâmetros, para a edificação em estudo houve a necessidade de utilização de quatro hidrantes, os quais constam no projeto em anexo, sendo os hidrantes Hi1, Hi3, Hi4 e Hi5, total de 4 hidrantes (a nomenclatura dos hidrantes foi atribuída pelo programa Qi Incendio).

O projeto, em anexo, mostra a disposição dos hidrantes, a tubulação, a RTI e também a bomba de incêndio utilizada. Na edificação tem-se a RTI na parte inferior da edificação, ficando evidente que os hidrantes mais desfavoráveis da edificação são os mais distantes, pois a perda de carga é maior. Portanto, os hidrantes mais desfavoráveis da edificação foram Hi3 e Hi5. As Tabelas 10, 11 e 12, apresentam o memorial de cálculo fornecido pelo programa Qi Incêndio no dimensionamento do sistema em estudo.

TABELA 10: Hidrantes analisados.

Hidrantes	Peça	Pavimento	Nível geométrico (m)	Vazão (l/min.)	Pressão (m.c.a.)
Hi3	Incêndio Hidrante - mangueira 1.1/2 - 2x15m requinte 1.1/2 - 40 mm (Risco 2)	TÉRREO	1,20	161,4	34,77
Hi5	Incêndio Hidrante - mangueira 1.1/2 - 2x15m requinte 1.1/2 - 40 mm (Risco 2)	TÉRREO	1,20	161,4	34,80

Fonte: Qi Incendio.

TABELA 11: Trechos de recalques.

Trecho de recalque												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5.38	60	1.90	0.78	0.00	0.78	0.0781	0.06	0.30	0.00	46.74	46.68
2-3	5.38	60	1.90	0.51	0.40	0.91	0.0781	0.07	0.30	0.00	46.68	46.61
3-4	5.38	60	1.90	0.39	5.20	5.59	0.0781	0.44	0.30	0.00	46.61	46.18
4-5	5.38	60	1.90	0.33	0.40	0.73	0.0781	0.06	0.30	0.00	46.18	46.12
5-6	5.38	60	1.90	2.30	2.40	4.70	0.0781	0.37	0.30	-2.30	43.82	43.45
6-7	5.38	60	1.90	1.17	3.40	4.57	0.0781	0.36	2.60	0.00	43.45	43.10
7-8	2.69	60	0.95	0.40	3.40	3.80	0.0216	0.08	2.60	-0.40	42.70	42.61
8-9	2.69	60	0.95	33.64	2.40	36.04	0.0216	0.78	3.00	0.00	42.61	41.83
9-10	2.69	60	0.95	1.80	2.40	4.20	0.0216	0.09	3.00	1.80	43.63	43.54
10-11	2.69	60	0.95	0.20	2.40	2.60	0.0216	0.06	1.20	0.00	43.54	43.49
11-12	2.69	60	0.95	0.00	20.00	20.00	0.0216	8.71	1.20	0.00	43.49	34.77

Fonte: Qi Incendio.

TABELA 12: Trechos de sucção.

Trecho de sucção												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5.38	60	1.90	5.16	1.90	7.06	0.0781	0.55	-0.50	0.00	48.66	48.11
2-3	5.38	60	1.90	0.80	2.40	3.20	0.0781	0.25	-0.50	-0.80	47.31	47.06
3-4	5.38	60	1.90	0.60	2.40	3.00	0.0781	0.23	0.30	0.00	47.06	46.82
4-5	5.38	60	1.90	0.60	0.40	1.00	0.0781	0.08	0.30	0.00	46.82	46.74
5-6	5.38	60	1.90	0.00	0.00	0.00	0.0781	0.00	0.30	0.00	46.74	46.74

Fonte: Qi Incendio.

As informações da Tomada d'água seguem abaixo:

- ✓ 2.1/2" x 2.1/2" - 7.5CV R168 (Bomba Hidráulica - Incêndio)
- ✓ Nível geométrico: 0.30 m
- ✓ Pressão na saída: 46.74 m.c.a.

Analisando as tabelas fornecidas como memorial de cálculo do programa Qi Incêndio, e no projeto isométrico fornecido pelo mesmo, observa-se que os hidrantes mais desfavoráveis são Hi5 e Hi3, onde entre os dois, o hidrante Hi3 é o mais desfavorável. No dimensionamento, o programa fornece as tabelas das informações referentes ao hidrante Hi3 no trecho de sucção e de recalque, aonde obtém-se uma perda de carga total na tubulação do hidrante mais desfavorável de **12,33** m.c.a.

A perda de carga dos hidrantes mais desfavoráveis também foi determinada por meio da planilha eletrônica de dimensionamento hidráulico de hidrantes desenvolvida no Excel® (Tabela 13). Nessa planilha, os hidrantes mais desfavoráveis foram divididos por trechos, assim como demonstrado pela Figura 4. Primeiramente determinou-se os comprimentos reais e virtuais do (ponto de separação) da tubulação dos hidrantes mais desfavoráveis, ponto A, até os hidrantes Hi3 e Hi5; em seguida, do ponto A até a bomba e, por fim, da bomba até a o reservatório. Em cada trecho, a partir do projeto isométrico, em anexo, foram retiradas as informações referentes ao comprimento da tubulação e das conexões.

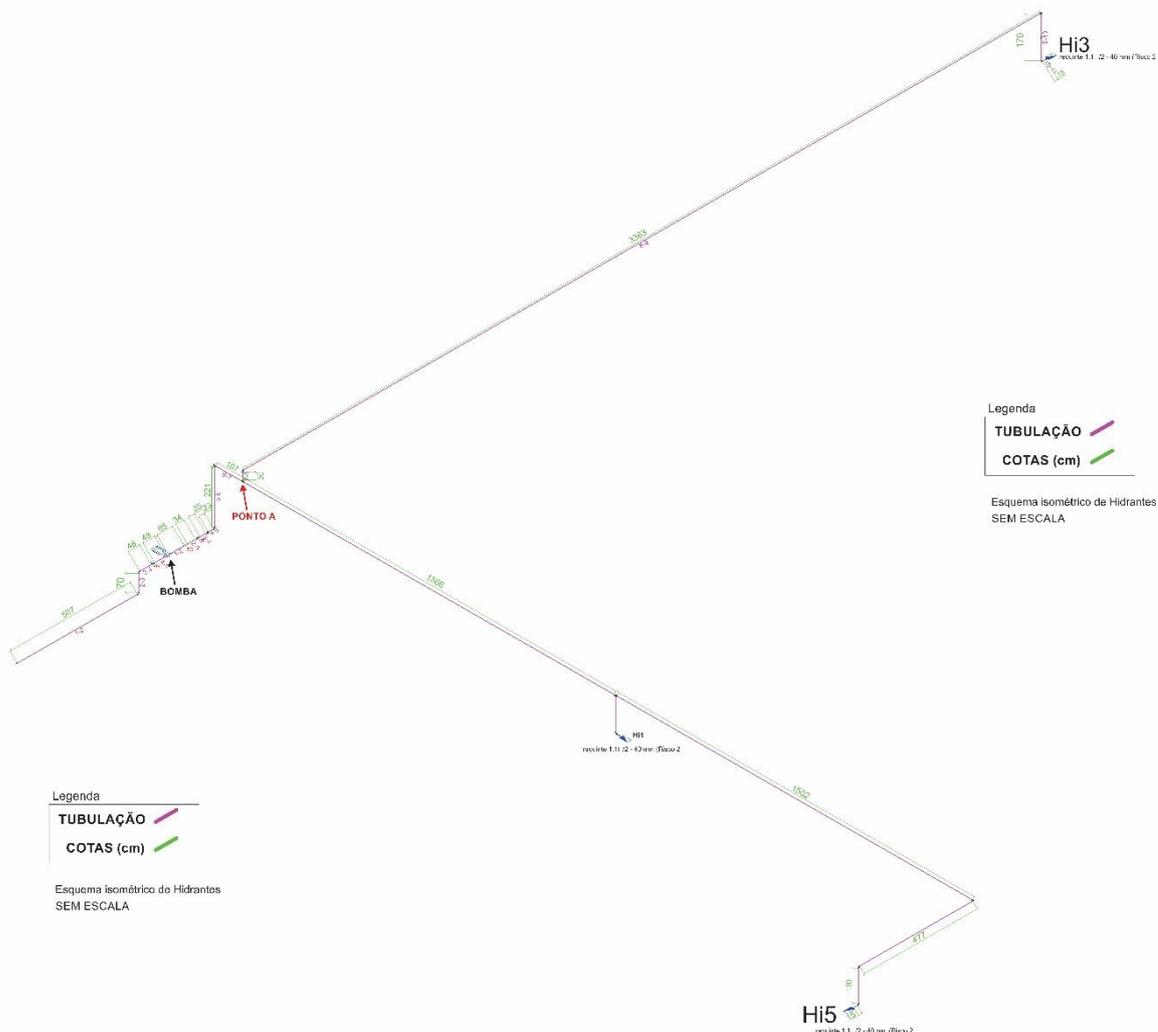


Figura 4: Esquema isométrico do dimensionamento do sistema de combate a incêndio por hidrantes.
 Fonte: Qi Incêndio.

TABELA 13: Planilha eletrônica de Dimensionamento de Hidrantes.

NB Projetos de Combate a Incêndio

MEMORIAL DE CÁLCULO PERDA DE CARGA DOS HIDRANTES MAIS DESFAVORÁVEIS

Município:	GOIÂNIA - GO
NÚM. DE HIDRANTES	4
Ocupação:	E - ESCOLA
RISCO:	LEVE (300MJ/m)
SISTEMA - TIPO:	2
TUBO:	COBRE
C _{tubo} =	150

Trecho	Vazão lpm	Perda de carga (tubulação)					hf (mca)
		D (mm)	L _{real}	L _{virtual}	L _{total}	J _{unit}	
Hi3-PA	150	60	35,78	11,1	46,88	0,013	0,62
Hi5-PA	150	60	36,90	13,5	50,4	0,013	0,67
PA-BOMBA	300	60	47,50	31	78,50	0,048	3,75
BOMBA-RTI	300	60	6,63	9,9	16,53	0,048	0,79

Lei Estadual n. 15.802

Fonte: os Autores.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 13, as perdas de carga, em m.c.a., para os hidrantes mais desfavoráveis foram:

✓ $Hi3 = 0,62 + 3,75 + 0,79 = \mathbf{5,16}$ m.c.a.

✓ $Hi5 = 0,67 + 3,75 + 0,79 = \mathbf{5,21}$ m.c.a.

No dimensionamento considerou-se as conexões descritas abaixo, para as quais obteve-se o comprimento virtual das peças a partir da Tabela 2.

- ✓ Joelho de 90° = 3,7 m
- ✓ Tê de passagem direta = 2,4 m
- ✓ Tê bilateral = 7,8 m
- ✓ Válvula de retenção = 8,2 m
- ✓ Registro de gaveta = 0,9 m
- ✓ Tomada d'água (entrada de água) = 1,6 m

O esquema isométrico do Ponto A até Hi3 e do Ponto A até Hi5 (Figuras 5 e 6) foi ampliando para demonstrar a distribuição dos acessórios e conseqüentemente das perdas de carga localizadas. Do Ponto A até Hi3 existem 3 Joelhos de 90°, cujo comprimento virtual total foi de 11,1 m. Contudo, do Ponto A até Hi5 existem 1 tê de passagem direta mais 3 joelhos de 90°, cujo comprimento virtual total foi de 13,5 m.

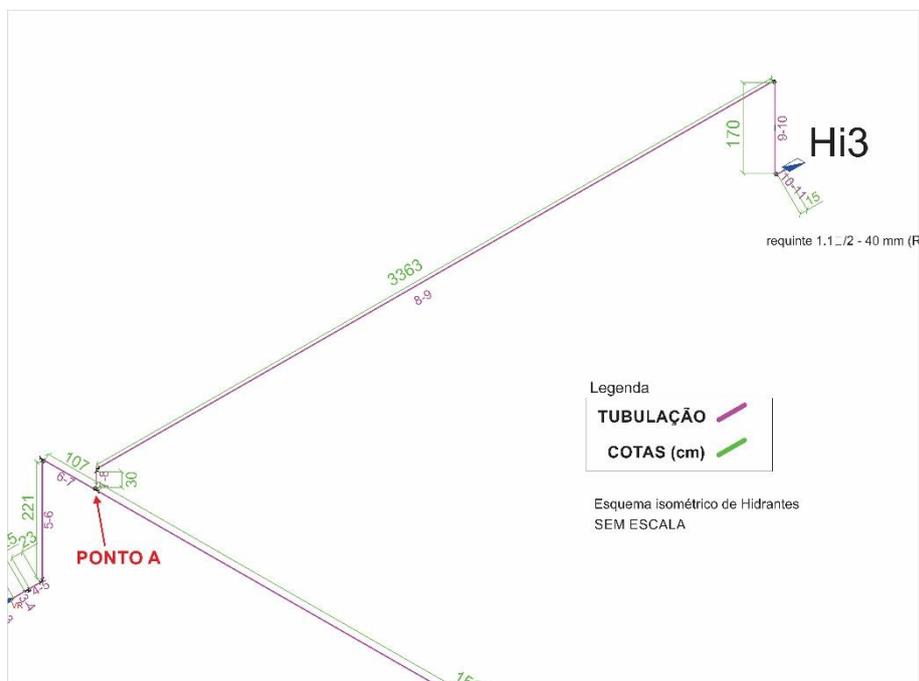


Figura 5: Esquema isométrico focalizado no Ponto A até Hi3.
Fonte: Qi Incêndio.

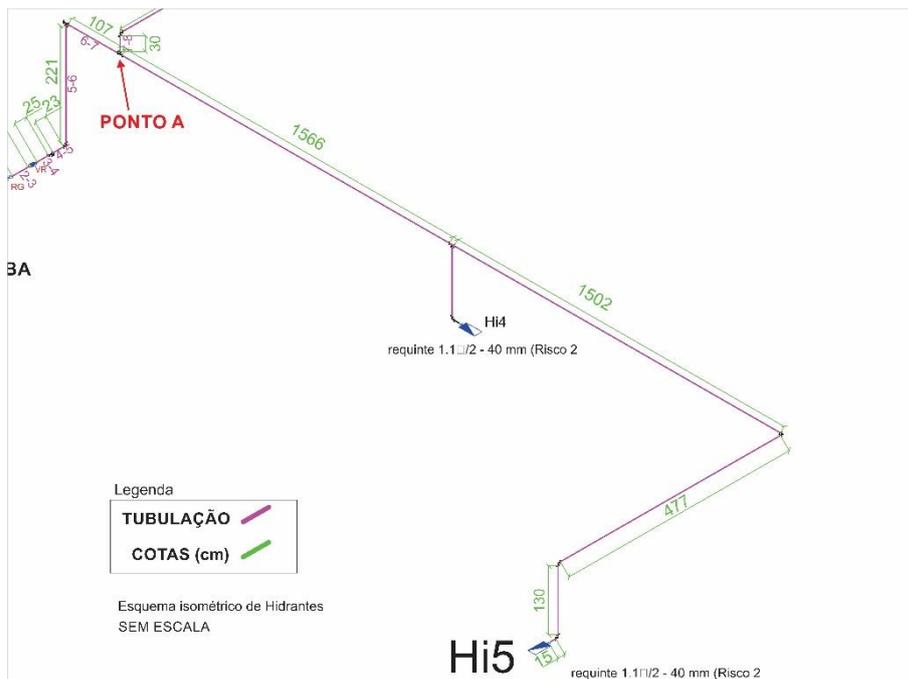


Figura 6: Esquema isométrico focalizado no Ponto A até Hi5.
 Fonte: Qi Incêndio.

Da Bomba até Ponto A existem 2 tê bilateral mais 1 joelho de 90° mais 1 tê de passagem direta mais 1 válvula de retenção mais 1 registro de gaveta, logo o comprimento virtual total foi de 31,0 m. Por fim, da RTI até a Bomba existem 1 registro de gaveta mais 1 joelho de 90° mais 1 tomada d'água, portanto o comprimento virtual total foi de 9,9 m.

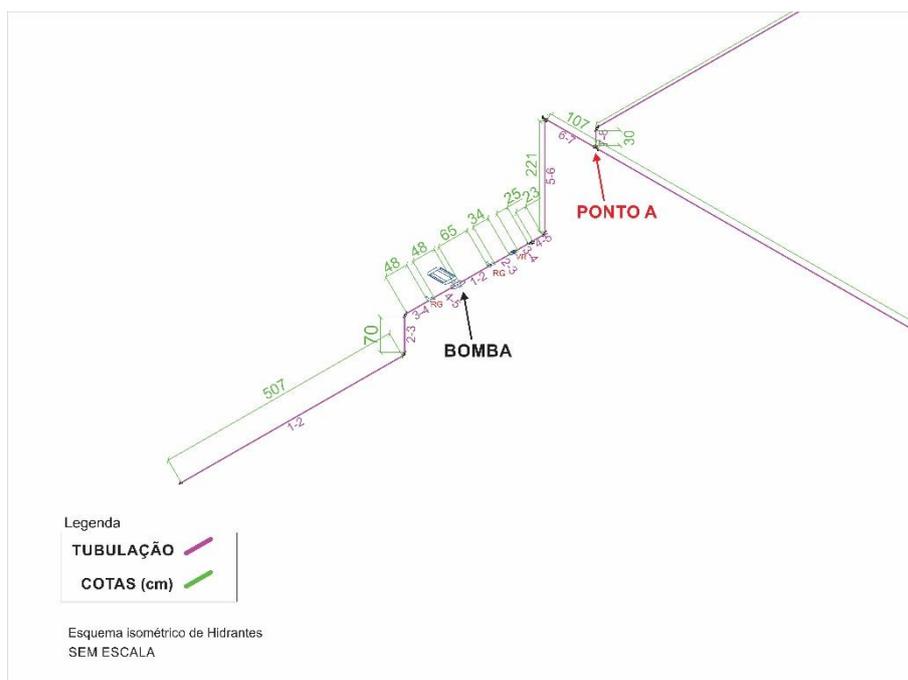


Figura 7: Esquema isométrico focalizado no RIT até a Bomba e da Bomba até o Ponto A.
 Fonte: Qi Incêndio.

No dimensionamento do programa Qi Incêndio, o hidrante mais desfavorável foi o Hi3, com uma perda de carga total de 12,33 mca. Contudo, no dimensionamento com a planilha desenvolvida obteve-se uma perda de carga de 5,16 mca para o hidrante Hi3 e de 5,21 mca para o hidrante Hi5. Portanto o mais desfavorável foi o Hi5. É importante ressaltar que com base na norma técnica, NT 22/2014 – Sistema de Hidrantes e Mangotinhos, considera-se para efeito de cálculo o uso simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis, conforme dimensionado na planilha.

Os resultados encontrados indicaram provável superdimensionamento por parte do programa Qi Incêndio, superando os resultados obtidos pela planilha desenvolvida em aproximadamente 57,74% em relação aos valores obtidos de perda de carga nos trechos estabelecidos. Um dos fatores para tal discrepância nos resultados, é que o programa Qi Incendio faz o cálculo hidráulico conforme o estabelecido na NBR 13714/2000 - Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio, na qual o sistema deve ser dimensionado de modo que as pressões dinâmicas nas entradas dos esguichos não ultrapassem o dobro daquela obtida no esguicho mais desfavorável hidráulicamente. Portanto, o dimensionamento da perda de carga leva em consideração a perda no esguicho e também na mangueira de incêndio.

No estado de Goiás, o dimensionamento do sistema é feito de acordo com a NT 22/2014, mencionada diversas vezes no decorrer deste estudo, aonde em seu item 5.6.1.2, a vazão mais desfavorável deve ser obtida na saída da válvula globo angular do hidrante. Desse modo, torna-se necessário o dimensionamento para garantir a vazão e carga manométrica determinada em projeto até a válvula do hidrante, eliminando a necessidade de dimensionamento de mangueiras e esguicho, como era feito anteriormente, e até hoje pelos softwares encontrados no mercado. A norma NBR 13714/2000, difere em alguns pontos com a NT 22/2014, visto que a última é mais recente.

É sabido que uma maior perda de carga influencia diretamente na pressão de serviço e consequentemente na escolha da bomba utilizada para esse tipo de sistema, o que ocasiona elevação do custo. Para futuras pesquisas, recomenda-se fazer o estudo comparativo dos resultados de perda de carga encontrados pela planilha desenvolvida com outros projetos dimensionados através do Qi Incêndio, e também com o Hydros®, com o intuito de aperfeiçoar a planilha. Pode-se também relacionar a perda de carga com as outras características do sistema, tais como o dimensionamento da pressão, a escolha das bombas utilizadas nos projetos e o sistema de alarme, dispositivos que possuem custo significativo na execução e implementação desses projetos.

4. CONCLUSÃO

Os valores de perda de carga dos hidrantes mais desfavoráveis determinados por meio do programa Qi Incêndio foram divergentes dos valores calculados pela planilha desenvolvida em ambiente Excel.

Também houve divergência na indicação do hidrante mais desfavorável, sendo indicado o hidrante Hi3 no programa Qi Incêndio e o hidrante Hi5 na planilha desenvolvida pelo presente estudo.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 5. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2016.

DEL CARLO, Dr. Ualfrido **O fogo como ciência engenharia de segurança contra incêndio**. São Paulo: USP. 2008.

GOIÁS. Corpo De Bombeiros Militar De Goiás. **NT 01**: Procedimentos Administrativos. Goiânia, 2017.

_____. _____. **NT 14**: Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. Goiânia, 2014.

_____. _____. **NT 22**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Goiânia, 2014.

GOIÁS. Gabinete Civil da Governadoria. Superintendência de Legislação. **LEI Nº 15.802**: Institui o Código Estadual de Segurança contra Incêndio e Pânico. Goiânia, 2006.

GOMES, Thaís. **Projeto de prevenção e combate à Incêndio – Revisão bibliográfica**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Civil – UFSM. Santa Maria. 2014. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_TAIS%20GOMES.pdf>. Acessado em: 05 de abril de 2018.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4ª edição. LTC, 01/2010.

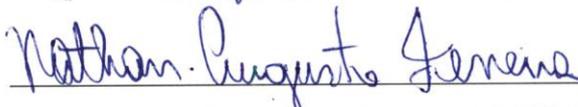
PEREIRA, Áderson G.; ARAÚJO JR, Fernando C. **Abordagem didática de hidráulica aplicada ao dimensionamento de sistema de hidrante prediais**. Disponível em: <<http://revistatema.facisa.edu.br/index.php/revistatema/article/view/42/pdf>>. Acesso em: 04 de março de 2018.

DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Nós, **BRUNO GOMES DE MORAIS** e **NATHAN AUGUSTO FERREIRA**, portadores das Carteiras de Identidade nº 4535002 e nº 4819793, ambas emitidas pela SSP-GO, inscritos nos CPFs sob nº 008.267.761-16 e nº 036.314.291-44, residentes e domiciliados na RUA IPIRANGA QD. 165 LT. 13-A e na RUA DO TEAR QD. 76 LT 1/6 Nº 475 AP-401, RESIDENCIAL FREE DOURADO, TORRE C, nos setores JARDIM NOVA ESPERANÇA e PARQUE OESTE INDUSTRIAL, na cidade de GOIÂNIA, estado de GOIÁS, telefones fixos (62) 3297-7688 e (62) 3295-0195 e telefones celulares (62) 99248-3108 e (62) 98597-7628 email: go.bruno@gmail.com e nathanfisico@gmail.com, declaramos, para os devidos fins e sob pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso: DIVERGÊNCIA NA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL DE UM PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO, é uma produção conjunta exclusiva de nossa autoria e que assumimos, portanto, total responsabilidade por seu conteúdo. Declaramos que temos conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizamos sua divulgação e publicação, sujeitando-nos ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaramo-nos cientes que responderemos administrativa, civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Pelo presente instrumento autorizamos o Centro Universitário de Goiás, Uni-ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaramos ainda, que a presente produção é de nossa autoria, responsabilizamo-nos, portanto, pela originalidade e pela revisão do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goiânia, 05 de novembro de 2018.


BRUNO GOMES DE MORAIS


NATHAN AUGUSTO FERREIRA

DIVERGÊNCIA NA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL DE UM PROJETO DE COMBATE A INCÊNDIO

GOMES, Bruno Gomes de¹; FERREIRA, Nathan Augusto²; BOTELHO, Thiago Henrique Arbués³

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni – ANHANGUERA.

²Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni – ANHANGUERA.

³Professor Orientador Msc. do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni – ANHANGUERA.

Um projeto de combate a incêndio é concebido com referência em normas técnicas e legislações vigentes nos estados. Um dos dispositivos de combate a incêndio que podem ser adotados em uma edificação é denominado sistema de hidrantes. A NT 22/2014 - Sistema de Hidrante e Mangotinhos, do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás, especifica as condições para o dimensionamento desse sistema. Nesse contexto, o presente trabalho corresponde a um estudo de caso de uma edificação, a qual utiliza hidrantes como sistema de combate a incêndio. O estudo foi verificar uma possível divergência na perda de carga do hidrante mais desfavorável da edificação determinada por meio do programa Qi Incêndio. Para isso, foi desenvolvida, de acordo com as equações da hidráulica, especificadas pela legislação do estado de Goiás, uma planilha cálculo de perda de carga através do Microsoft Office Excel. Ao confrontar os resultados, constatou-se uma divergência entre os resultados, visto que o dimensionamento realizado pelo programa QI Incêndio foi superior ao da planilha desenvolvida, com diferença de 57,74%, caracterizando um possível superdimensionamento.

Palavras-chave: Perda de carga total. NT 22/2014. CBM-GO. Qi Incêndio. Dimensionamento.

