

Dimensionamento e análise comparativa entre diferentes redes hidráulicas em um sistema de chuveiros automáticos com o uso do software *Simple Hydraulic Calculator*

Gabriel Zappellini Nunes¹,

Jonas Carvalho José²,

Resumo: A segurança contra incêndio é um dos requisitos básicos para concepção do projeto de uma edificação. Dentre os vários sistemas de prevenção e combate a incêndios, o sistema de chuveiros automáticos se destaca devido a elevada eficiência no controle de incêndios. No entanto, é um sistema complexo para ser dimensionado, e dependendo da sua configuração, é possível o seu dimensionamento somente com o auxílio de *softwares* que realizam cálculos hidráulicos. O objetivo deste estudo foi a realização do dimensionamento de um sistema de chuveiros automáticos, com posterior análise comparativa entre o uso da rede hidráulica tipo espinha de peixe, e a tipo grelha. Os cálculos foram realizados com auxílio do software *Simple Hydraulic Calculator*. Como resultados obtidos, foi possível analisar a demanda entre pressão, vazão e velocidade de fluxo de água de acordo com o tipo de rede hidráulica e diâmetros de tubulação predeterminados.

Palavras-chave: incêndio; segurança contra incêndio; chuveiros automáticos; *simple hydraulic calculator*.

Dimensioning and comparative analysis between different hydraulic networks in an automatic shower system using the Simple Hydraulic Calculator software

Abstract: Fire safety is one of the basic requirements for designing a building project. Among the various fire prevention and fighting systems, the automatic shower system stands out due to its high efficiency in fire control. However, it is a complex system to size, and depending on its configuration, it is only possible to size it with the help of software that performs hydraulic calculations. The objective of this study was to design an automatic shower system, with subsequent comparative analysis between the use of the herringbone type hydraulic network and the grid type. The calculations were carried out using the Simple Hydraulic Calculator Software. As results obtained, it was possible to analyze the demand between pressure, flow

¹ Mestre, Universidade do Extremo Sul Catarinense, gabrielzn@live.com

² Engenheiro Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, jocarjose@hotmail.com

and water flow speed according to the type of hydraulic network and predetermined pipe diameters.

Key-words: fire; fire safety; automatic showers; simple hydraulic calculator.

Introdução

Quando o assunto é segurança, em muitos casos é necessário que grandes tragédias aconteçam para que se perceba a necessidade da evolução, tanto do ponto de vista técnico quanto político. Na segurança contra incêndio não é diferente.

No Brasil, grandes incêndios deram início à evolução técnica e legislativa na área. Seito *et al.* (2008) discorrem sobre os primeiros incêndios no país, iniciando com a tragédia do Gran Circo Norte-Americano, ocorrida na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, ano de 1961, que resultou em 250 mortos e 400 feridos. Pouco tempo antes da conclusão do espetáculo, um incêndio tomou conta da lona, fazendo com que o toldo, em chamas, caísse sobre dois mil e quinhentos espectadores.

Outro evento ocorrido em 2013 foi um marco para a regulamentação da segurança contra incêndio, o trágico incêndio na Boate Kiss, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, o qual totalizou 237 mortos e 636 feridos devido um incêndio no interior da boate, durante uma festa (SIVA FILHO, 2013).

Dentre os vários requisitos básicos para a concepção do projeto de uma edificação, a segurança contra incêndio é uma temática pouco abordada nas graduações de engenharia e arquitetura no país, fazendo com que poucos profissionais adquiram conhecimentos teóricos e práticos da regulamentação instituída pelos Corpos de Bombeiros (ONO, 2007).

Diversos sistemas corroboram para que uma edificação seja considerada segura do ponto de vista da segurança contra incêndio. Entre eles, o sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos possui destaque devido à sua elevada eficiência no controle de incêndios, em função do menor tempo decorrido entre a detecção e o combate ao incêndio (SEITO *et al.*, 2008).

Resumidamente, o sistema inicia-se em uma reserva de água, que através de tubulações, válvulas, e da interposição de bombas hidráulicas (para alcance da pressão mínima necessária), leva uma quantidade de água pré-estabelecida até os chuveiros automáticos, os quais possuem o objetivo de aspergi-la em determinada área, controlando o princípio de incêndio, evitando que se alastre para áreas adjacentes.

Conforme ABNT (2020, p.5), chuveiro automático é um “dispositivo para supressão ou controle de incêndios que funciona automaticamente quando seu elemento termossensível é aquecido à sua temperatura de operação ou acima dela, permitindo que a água seja descarregada sobre uma área específica”.

O dimensionamento de um sistema de chuveiros automáticos compreende um roteiro complexo e dinâmico de acordo com cada situação. Apesar de discorrer brevemente sobre os critérios tomados como base para o presente estudo, o foco principal deste trabalho é a comparação entre dois tipos de redes de distribuição, as quais serão lançadas e calculadas com o uso do *software Simple Hydraulic Calculator (SHC)*.

O SHC usa as equações de perda de carga de Hazen-Williams e/ou Darcy-Weisbach para calcular hidraulicamente o sistema de chuveiros automáticos contra incêndio em conformidade com os requisitos da *National Fire Protection Association (NFPA)* (IGNEUS INCORPORATED, 2024).

Vale ressaltar que a norma ABNT NBR 10897, que trata dos requisitos para elaboração de sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos, foi elaborada com base na norma americana NFPA 13 (*Standard for the installation of sprinkler systems*) (ABNT, 2020). Logo, o SHC também é aplicável para o dimensionamento de sistemas de chuveiros automáticos conforme a norma brasileira.

Material e métodos

O dimensionamento de um sistema de chuveiros automáticos inclui diversas variáveis a serem definidas, as quais serão padronizadas até a etapa da definição do tipo de rede de

distribuição e diâmetros de tubulações utilizados. Após descritas as etapas, os dados serão inseridos no *software Simple Hydraulic Calculator* (SHC), e avaliados os resultados gerados pelo programa.

Como base para o dimensionamento foram utilizados os critérios da norma ABNT NBR 10897:2020 - Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos.

Há quatro tipos básicos de sistemas de chuveiros automáticos, canalização molhada, canalização seca, ação prévia e dilúvio. No sistema de canalização molhada a água permanece no interior de toda a rede de tubulações. No sistema de canalização seca, como o próprio nome sugere, a tubulação fica vazia, sendo liberada a entrada de água na rede a partir de um princípio de incêndio. O sistema de ação prévia mantém as tubulações secas, e mediante um “aviso” do sistema de detecção de incêndio a tubulação é preenchida com água, funcionando da mesma maneira que o sistema de canalização molhada. Já no sistema dilúvio, os chuveiros automáticos permanecem abertos e conectados a uma tubulação, sendo que, a partir do acionamento do sistema de detecção de incêndio, todos os chuveiros pertencentes àquela rede são acionados simultaneamente (BRENTANO, 2016).

Para as configurações de projeto deste estudo, foi estabelecido um sistema de canalização molhada, em que os chuveiros automáticos estão dispostos de forma regular, mantendo a água continuamente pressurizada. Esse fornecimento de água é sustentado por um sistema de bombas, abastecido por uma fonte de água que só é liberada quando os sprinklers automáticos são ativados pelo calor de um incêndio. A Figura 1 ilustra um esquema geral de sistema de chuveiros automáticos de canalização molhada (BRENTANO, 2016).

O primeiro passo para realização do dimensionamento de um sistema de chuveiros automáticos é o enquadramento da edificação a uma classe de risco de ocupação. As edificações podem ser enquadradas em risco leve (ocupações ou parte das ocupações onde a carga incêndio for baixa), risco ordinário (ocupações ou parte de ocupações onde a combustibilidade do conteúdo for baixa e a quantidade de materiais combustíveis for moderada), e risco extraordinário (ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do

conteúdo forem muito altas). Para este estudo, a edificação foi enquadrada em Risco ordinário – Grupo 2.

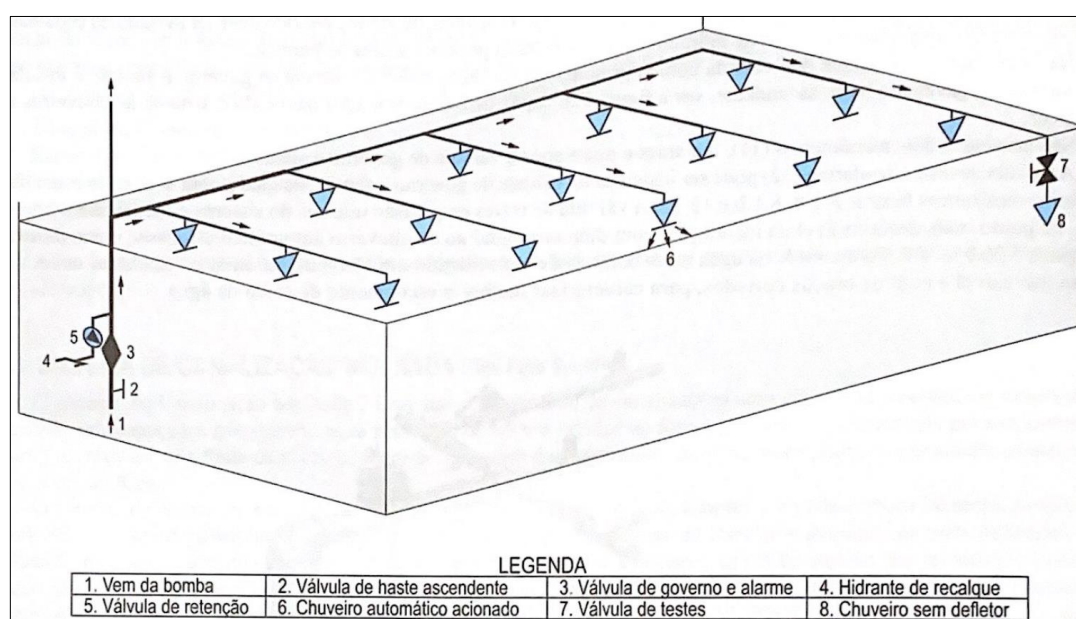


Figura 1. Esquema de sistema de chuveiros automáticos de canalização molhada (Fonte: Brentano, 2016)

O segundo passo do dimensionamento é definir a área de cobertura de cada chuveiro automático. Para essa definição, é necessário escolher o tipo de chuveiro automático a ser utilizado, o tipo do teto da edificação, e o método de cálculo utilizado no dimensionamento. Com essas informações, de acordo com a Figura 2 (tabela 10 da NBR 10897), define-se a área máxima de cobertura por chuveiro automático. Foi definido o uso de chuveiros automáticos pendentes, tipo spray de cobertura-padrão, instalados em teto não combustível e não obstruído, sendo utilizado o método de cálculo do tipo hidráulico, resultando em uma área de cobertura máxima de 12,1 m² por chuveiro.

No terceiro passo também foi utilizada a Figura 2, sendo definido o espaçamento entre os chuveiros. A tabela cita a distância máxima entre os chuveiros automáticos, tanto no sentido do mesmo ramal, quanto a distância entre chuveiros de ramais diferentes. Foi determinado o espaçamento entre chuveiros automáticos no mesmo sub-ramal como sendo de 3 metros, e o afastamento entre os sub-ramais como sendo de 4 metros. Essa configuração totaliza a área real de operação de cada chuveiro automático como sendo de 12 m².

Tipo de teto	Método de cálculo	Área de cobertura m ²			Distância máxima entre chuveiros automáticos m		
		Leve	Ordinária	Extra	Leve	Ordinária	Extra
Não combustível obstruído e não obstruído; combustível não obstruído	Calculado por tabela	18,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	20,9		9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b
Combustível obstruído	Calculado por tabela	15,6		8,4			3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b
Combustível com elementos estruturais distanciados a menos de 0,90 m	Calculado por tabela	12,1		8,4			3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b

Figura 2. Áreas de cobertura máxima e distância máxima entre chuveiros (Fonte: ABNT, 2020)

O quarto passo é o lançamento da rede de chuveiros automáticos, e a determinação do tipo da rede hidráulica a ser utilizada. Esta etapa será mais detalhada, devido ao fato de conter o principal objeto de pesquisa deste estudo.

As canalizações que alimentam os chuveiros automáticos são chamadas de redes hidráulicas. Cada trecho de canalização deve possuir diâmetro apropriado, de modo que a água chegue aos chuveiros automáticos mais desfavoráveis (que possuem maior perda de carga) com a pressão e a vazão mínimas requeridas pela norma (BRENTANO, 2016).

A Figura 3 ilustra os componentes de uma rede hidráulica em uma perspectiva isométrica. Os chuveiros automáticos são conectados em canalizações chamadas de sub-ramais (*branch lines*). Os ramais ou subgerais (*cross main*) são as canalizações que alimentam os sub-ramais. Gerais ou troncos (*feed mains*) são as canalizações verticais que alimentam os ramais ou subgerais. A coluna de incêndio ou coluna principal de alimentação do sistema (*riser*) é a canalização principal localizada entre a fonte de abastecimento de água e as canalizações gerais ou troncos (BRENTANO, 2016).

De acordo com as condições arquitetônica, estrutural e hidráulica, existem algumas formas de distribuição das canalizações da rede hidráulica de chuveiros automáticos. As redes hidráulicas podem ser “abertas”, “em anel” ou “fechadas”, também chamada em “grelha”. O trabalho abordou a rede hidráulica aberta e a fechada (BRENTANO, 2016).

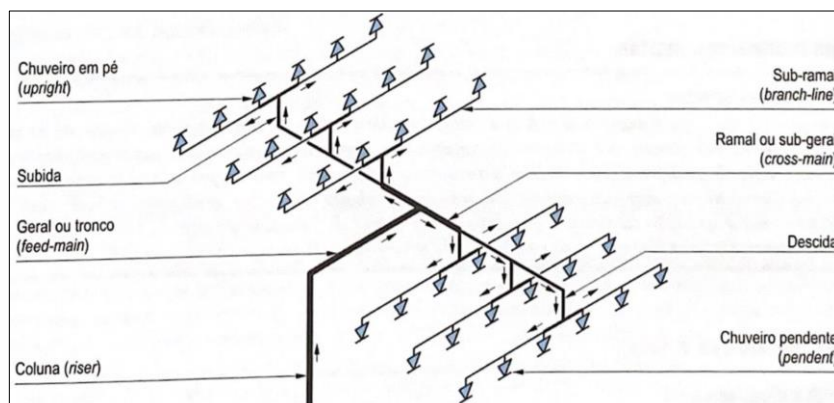


Figura 3. Elementos da rede de chuviscos automáticos (Fonte: Brentano, 2016)

Nas redes hidráulicas de distribuição abertas a água circula nos ramais somente no sentido de escoamento. A rede aberta tem uma disposição ramificada semelhante a forma de espinha de peixe (como é costumeiramente chamada). Essa disposição resulta em diâmetros maiores para os segmentos de canalizações entre os chuviscos automáticos, em comparação com o sistema fechado em grelha (*grid*), mas possui facilidade para a realização dos cálculos, podem ser realizados de maneira manual. A Figura 4 apresenta algumas disposições possíveis para redes hidráulicas abertas (BRENTANO, 2016).

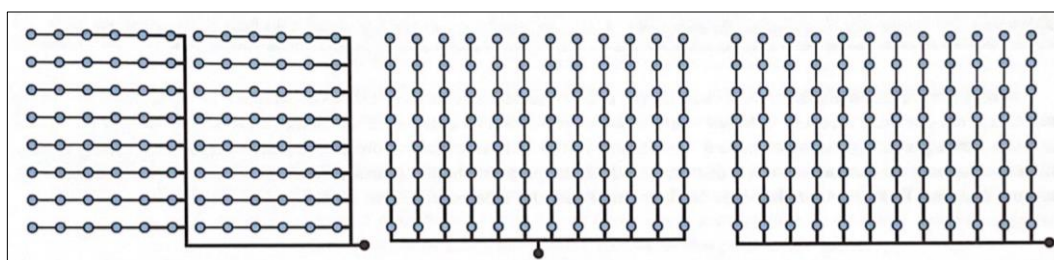


Figura 4. Exemplos de disposições de redes hidráulicas abertas (Fonte: Brentano, 2016)

Na rede hidráulica em grelha os sub-ramais estão conectados aos ramais (*cross main*) formando um reticulado, criando múltiplos caminhos de escoamento de água, diminuindo consideravelmente os diâmetros dos segmentos de canalização entre eles, e, conseqüentemente, uma instalação mais econômica. No entanto, devido à complexidade, os cálculos para dimensionamento só podem ser feitos por computador. A Figura 5 ilustra uma rede hidráulica em grelha (BRENTANO, 2016).

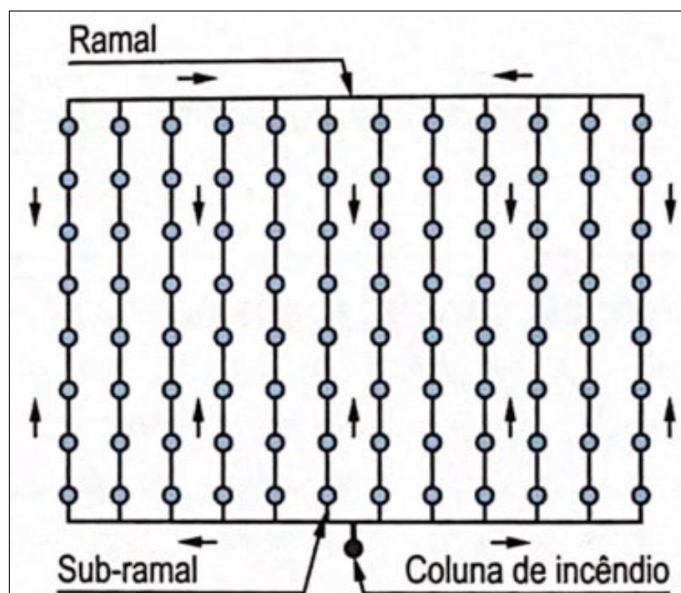


Figura 5. Exemplos de disposição de redes hidráulicas em grelha (Fonte: Brentano, 2016)

Neste trabalho, serão utilizadas as redes hidráulicas aberta, tipo espinha de peixe, e em grelha, sendo padronizados, os afastamentos entre os chuveiros automáticos no mesmo sub-ramal e entre os ramos, os diâmetros de cada trecho de tubulação e a altura de instalação da rede, para devida comparação entre as diferentes configurações de projeto. Os cálculos de vazão e pressão serão realizados até a válvula de governo e alarme.

O ambiente a ser protegido possui lados com dimensões de 20 e 23 m, e altura de 5 m. Os sub-ramais (*branch lines*) foram dispostos no sentido do lado maior, sendo padronizado o espaçamento de 1,5 m entre a parede e o chuveiro automático mais próximo, e o espaçamento de 4 metros entre os chuveiros automáticos no mesmo sub-ramal. Todos os trechos do sub-ramal possuem diâmetros iguais, de acordo com a configuração de projeto.

O ramal principal (*cross main*) foi disposto alinhado com o lado menor, possuindo espaçamento de 1 m entre as paredes e os sub-ramais mais próximos, e com o espaçamento entre os sub-ramais de 3 m. No exemplo da rede hidráulica aberta, tipo espinha de peixe, foi adotado apenas um ramal principal, sendo disposto à esquerda do ambiente. No exemplo da rede hidráulica tipo grelha, foram projetados dois ramos, sendo um principal e outro secundário, um em cada lado do ambiente. Ambos exemplos possuem diâmetros iguais, de

acordo com a configuração de projeto, tanto nos trechos horizontais quanto no trecho vertical até a chegada na válvula de governo e alarme (VGA).

A Figura 6 ilustra a planta baixa do sistema de chuveiros automáticos dispostos na rede hidráulica aberta, tipo espinha de peixe.

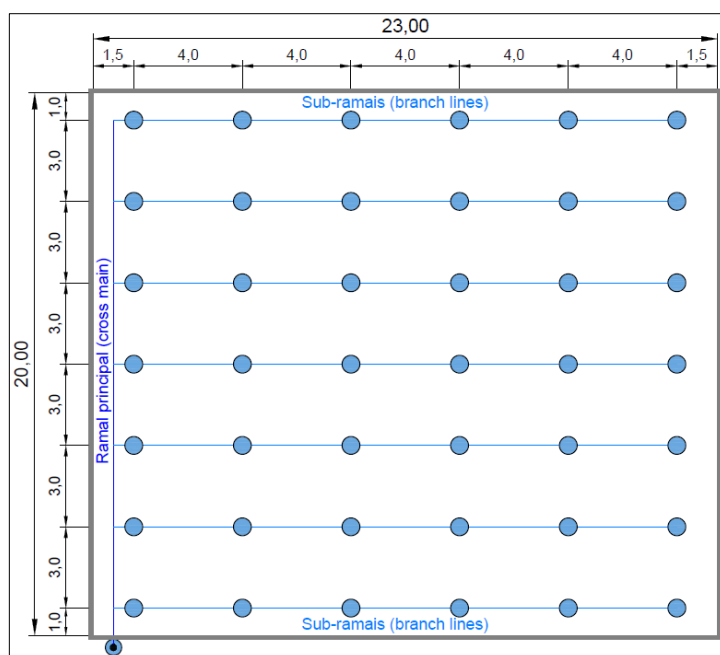


Figura 6. Planta baixa do sistema na rede hidráulica aberta, tipo "espinha de peixe"

Para melhor entendimento do sistema, a Figura 7 demonstra um esquema isométrico do sistema de chuveiros automáticos dispostos na rede hidráulica aberta, tipo espinha de peixe.

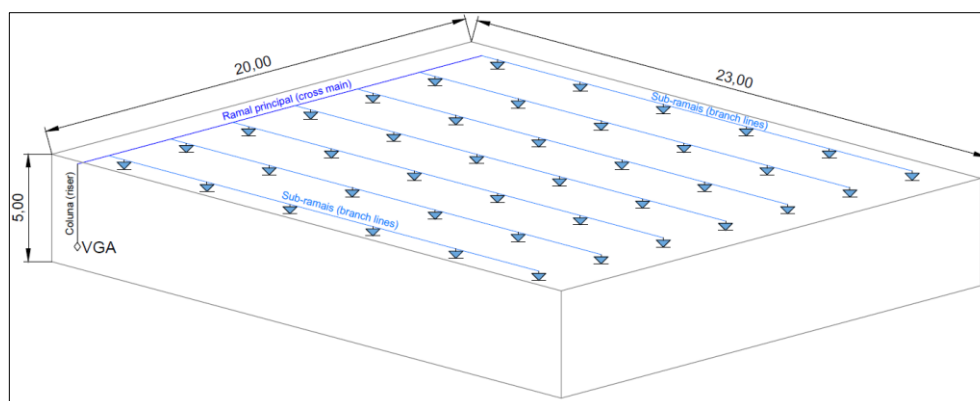


Figura 7. Esquema isométrico do sistema na rede hidráulica aberta, tipo espinha de peixe

Seguindo para o sistema de chuveiros automáticos dispostos na rede hidráulica tipo grelha, a Figura 8 ilustra a planta baixa dessa configuração.

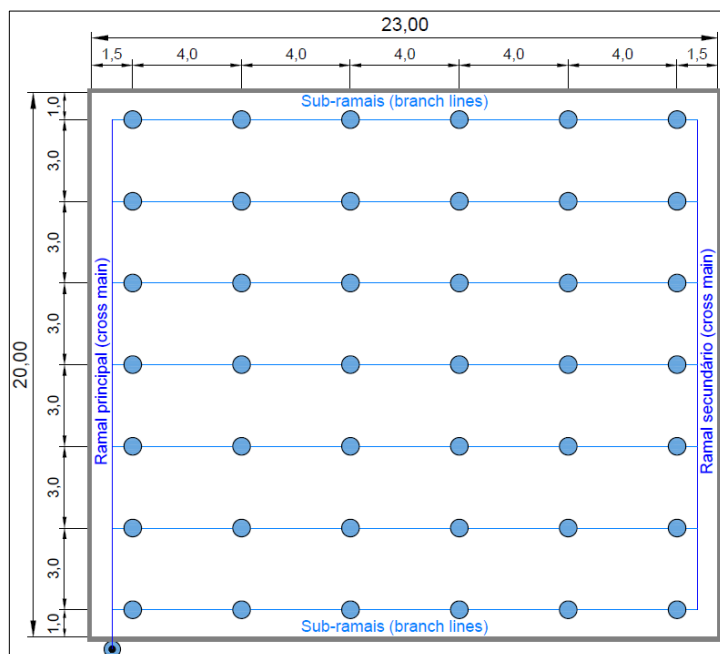


Figura 8. Planta baixa do sistema na rede hidráulica tipo grelha

A Figura 9 ilustra o esquema isométrico da rede hidráulica tipo grelha. A única diferença entre as redes tipo espinha de peixe e grelha é a quantia de ramais.

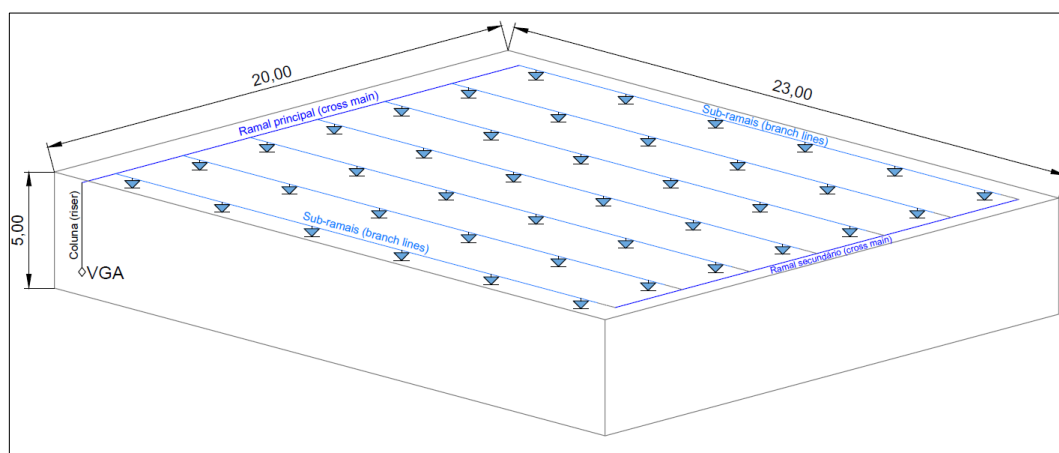


Figura 9. Esquema isométrico do sistema na rede hidráulica tipo grelha

Retornando ao dimensionamento do sistema, o quinto passo é a determinação da área de aplicação ou operação, e da densidade de água. A área de aplicação é a área hidráulica mais desfavorável da instalação. Já a densidade de água é a vazão mínima por m^2 que deve ser descarregada na área de aplicação, de acordo com a classe de risco da edificação (BRENTANO, 2016).

Para determinação da área de aplicação e respectiva densidade que deve ser considerada em projeto, foi utilizada a Figura 10 (extraída da ABNT NBR 10897:2020) denominada curvas de densidade e área. Apesar de utilizar o termo “curvas”, a figura utiliza retas para correlacionar as áreas de operação (linhas horizontais - 140 a 465 m^2) com a densidade (linhas verticais – 2,0 a $16,3 \text{ L/min/m}^2$), estipulando os limites desses dois parâmetros através das retas diagonais aplicáveis de acordo com o risco da edificação.

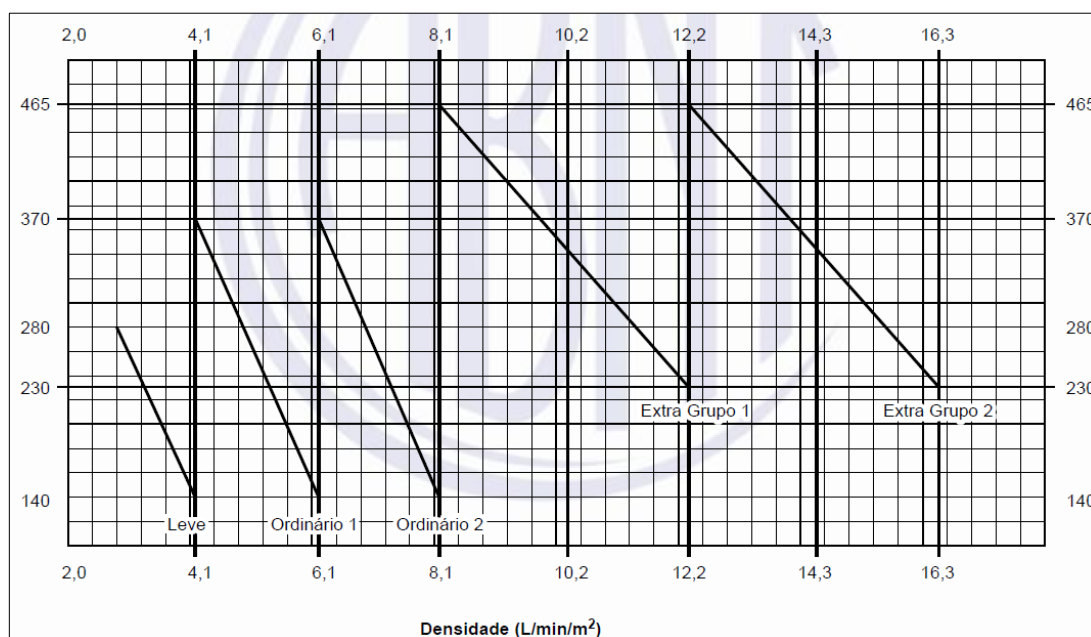


Figura 10. Curvas de densidade e área (Fonte: ABNT, 2020)

Para área de aplicação ou operação foi adotada a linha horizontal de 140 m^2 , que seguindo até o ponto inferior da reta referente ao risco “Ordinário 2”, resulta na densidade de $8,1 \text{ L/min/m}^2$.

O sexto passo é a determinação do número de chuveiros automáticos na área de aplicação. Para isso, foi realizada a divisão entre a área de aplicação determinada através da Figura 10, de 140 m², pela área de cobertura de cada chuveiro automático, determinada no passo três como sendo de 12 m². Utilizando o arredondamento, sendo adotado o número inteiro imediatamente superior, chegou-se ao número de 12 chuveiros na área de aplicação, que devem ser considerados em funcionamento no dimensionamento do sistema.

O sétimo passo é a definição da vazão mínima que o chuveiro mais desfavorável hidráulicamente deve possuir, para que se atinja a densidade mínima de água. Para este passo, foi multiplicada a densidade da área de aplicação de 8,1 L/min/m² pela área de cobertura de cada chuveiro automático, 12 m². Como resultado, o chuveiro automático mais desfavorável hidráulicamente deve possuir a vazão de 97 L/min.

O oitavo e último passo antes de lançar os dados no *software Simple Hydraulic Calculator* é a determinação do fator K no chuveiro automático mais desfavorável. De acordo com ABNT (2020), o fator K, também chamado de fator de vazão ou de descarga, correlaciona a vazão de um chuveiro automático com a pressão dinâmica que está atuando sobre ele, definindo assim a capacidade de vazão do equipamento.

O fator K pode ser expresso em diversas unidades, sendo que, quando expresso em L/min/bar^{1/2} (unidade mais utilizada comercialmente), significa que quando for aplicada a pressão de um bar no orifício do chuveiro, resultara a vazão equivalente ao valor do fator K.

Levando em consideração o preconizado na ABNT (2020), que estabelece que em qualquer dimensionamento de sistemas de chuveiros automáticos, nenhum equipamento deve possuir pressão inferior a 48 kPa (0,48 bar), e sabendo que a vazão mínima do chuveiro mais desfavorável hidráulicamente deve ser de 91 L/min, usou-se a expressão geral, Eq. 1 que correlaciona essas variáveis:

$$Q = K\sqrt{p} \quad (1)$$

em que:

Q = vazão, em “L/min”;

K = fator de vazão ou de descarga, em “L/min/mca^{1/2}”, “L/min/kPa^{1/2}” ou “L/min/bar^{1/2}”;
 p = pressão sobre o orifício ou coluna d’água, em “mca”, “kPa”, “bar”, ou “psi”.

Realizou-se o cálculo considerando o fator K de 80 L/min/bar^{1/2}, o que resultou em uma pressão de 1,47 bar, superior ao valor requerido em norma. Portanto, adotou-se chuveiros automáticos com fator K de 80 L/min/bar^{1/2}.

Resumidamente, foram cumpridas as etapas descritas na Figura 11, para posteriormente seguir com os cálculos.

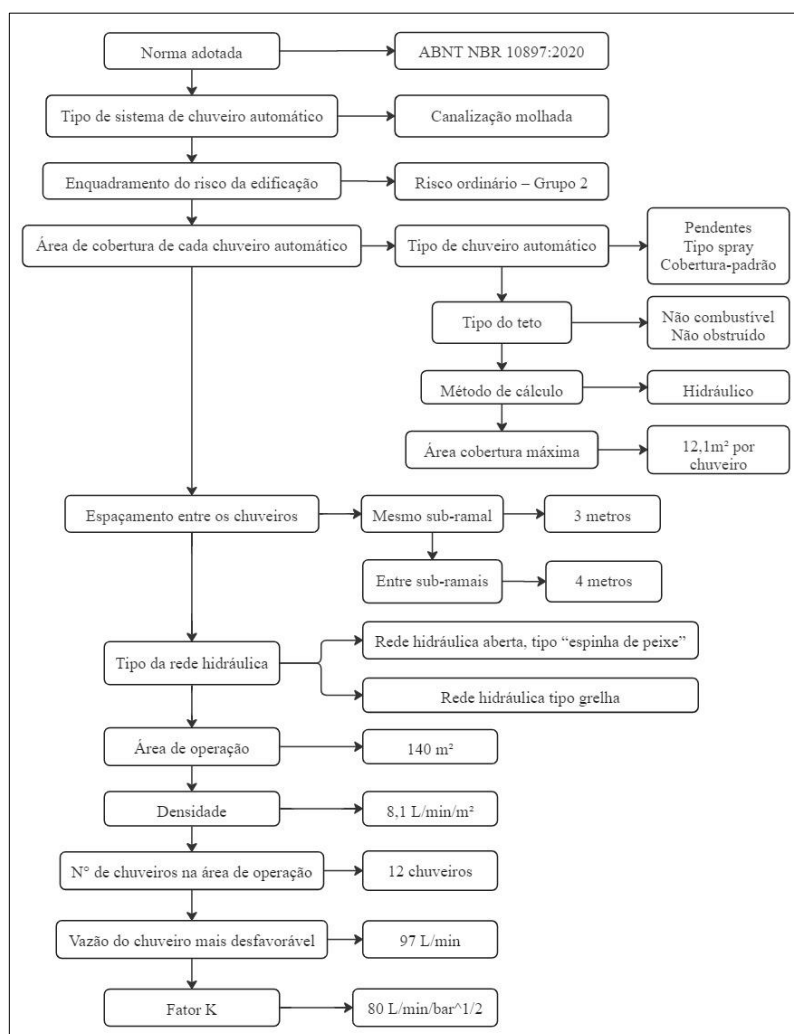


Figura 11. Definições prévias de um sistema de chuveiros automáticos.

O SHC não realiza as etapas citadas na Figura 11, cabendo ao projetista definir esses parâmetros, sendo a utilização do *software* exclusivamente para realização dos cálculos referentes ao dimensionamento.

Cumpridas as etapas supracitadas, foram definidas seis configurações de projeto que serão calculadas através do SHC, divergindo entre elas o tipo da rede hidráulica e os diâmetros dos trechos das tubulações dos ramais e sub-ramais, de acordo com a Tabela 1. Essas configurações têm como objetivo permitir a análise de qual será a vazão e a pressão necessárias para cada configuração de projeto, de acordo com o tipo de rede hidráulica e diâmetros das tubulações, para uma mesma distribuição de chuveiros automáticos.

Tabela 1. Detalhamento das configurações de projeto comparadas

Projeto	Rede hidráulica	Diâmetro das tubulações (polegadas)	
		Ramal(is)	Sub-ramais
1	Espinha de peixe	2,0	1,0
2	Grelha	2,0	1,0
3	Espinha de peixe	4,0	2,0
4	Grelha	4,0	2,0
5	Espinha de peixe	6,0	3,0
6	Grelha	6,0	3,0

Vale ressaltar que para cada tipo de rede hidráulica foram utilizados os mesmos diâmetros das tubulações, de modo a possibilitar a comparação mais objetiva entre os tipos de redes, ou seja, para as configurações de projeto 1 e 2, os ramais e sub-ramais possuem as mesmas dimensões, divergindo entre elas o tipo da rede hidráulica. Da mesma maneira acontece com as configurações de projeto subsequentes.

O *software* SHC utiliza linhas de comando para lançamento das redes hidráulicas, possibilitando a inserção dos dados trecho a trecho, ou de maneira automática. As informações são lançadas através de comandos, sendo listados a seguir os comandos básicos que o sistema requer para realização dos cálculos:

- a) Use – Define o material utilizado nos tubos;
- b) Node – Informa a conexão entre dois tubos;
- c) Pipe – Adiciona um trecho novo de tubo;

- d) *Water* – Informa qual nó é a entrada de água e qual a pressão e vazão na entrada;
- e) *Head* – Informa que aquele nó é uma saída de água (chuveiro automático).

Para lançamento da tubulação que vai da VGA até a rede hidráulica, foram utilizados os comandos manuais, trecho a trecho, sendo demonstrados na Figura 12. Os nós possuem a mesma nomenclatura e altura em todas as configurações de projeto, e a tubulação possui mesmo comprimento, com o mesmo diâmetro do ramal principal. A tubulação utilizada em todo o sistema é de aço galvanizado.



Figura 12. Lançamento trecho a trecho da tubulação de alimentação da rede hidráulica.

O *software* SHC também possibilita o lançamento de redes hidráulicas de modo automático, com o usuário informando poucas informações padronizadas.

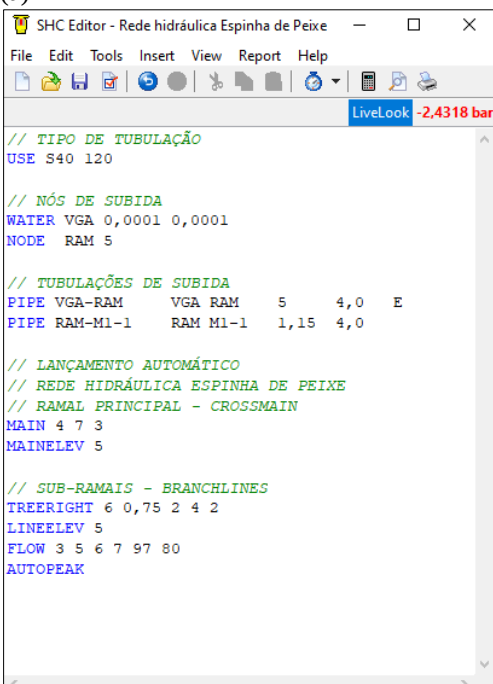
Neste estudo foram usados os seguintes comandos de lançamento automático:

- a) *Main* – Define tubulações e nós para um ramal (*cross main*) inteiro, devendo o usuário informar apenas o diâmetro da tubulação, o número de sub-ramais (*branch lines*) que serão conectados, e o afastamento entre os sub-ramais;
- b) *Mainelev* – Define a altura do ramal a partir da cota zero;
- c) *Treerigth* – Cria sub-ramais (*branch lines*) para rede hidráulica tipo espinha de peixe, iniciando no ramal principal, e acabando no último chuveiro automático;
- d) *Line* – Cria sub-ramais (*branch lines*) para rede hidráulica tipo grelha, iniciando no ramal principal e se conectando a um ramal secundário;

- e) *Lineelev* – Define a altura dos sub-ramais a partir da cota zero;
- f) *Flow* – Define quais chuveiros automáticos deverão ser considerados abertos durante o cálculo, bem como a vazão e o fator K adotados;
- g) *Autopeak* – Comando que informa se os chuveiros automáticos definidos como abertos no cálculo são os menos favoráveis hidráulicamente.

A Figura 13 demonstra as linhas de comando utilizadas para lançamento automático das redes hidráulicas, sendo que, a Figura 13 (a) apresenta o lançamento da rede hidráulica tipo espinha de peixe, e a Figura 13 (b) apresenta o lançamento da rede hidráulica tipo grelha. Para comparação entre as configurações de projeto, nestes dois modelos foi necessário alterar somente os diâmetros das tubulações.

(a)



(b)

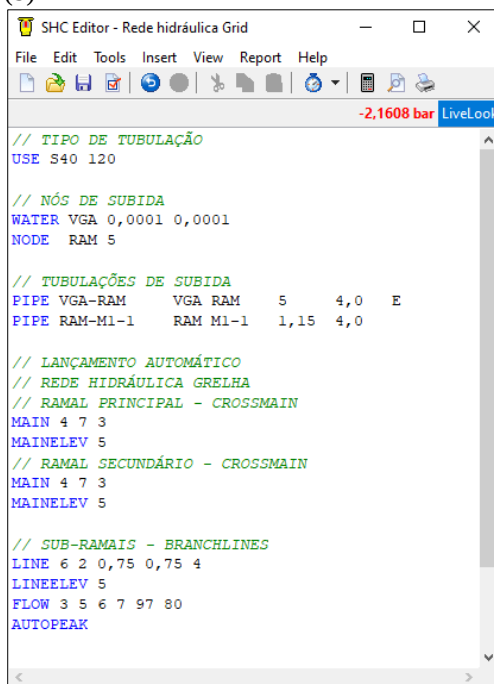


Figura 13. Lançamento automáticos das redes hidráulicas: (a) tipo espinha de peixe, (b) tipo grelha

Por fim, realizados os cálculos através do SHC, realizando as alterações conforme diâmetros específicos de cada configuração de projeto, e obtidos os resultados propostos, os dados extraídos foram compilados e analisados quantitativamente.

Resultados e discussões

A partir do dimensionamento realizado com o SHC, com os resultados obtidos foi possível analisar as configurações de projetos propostas. Foram extraídos dados como a vazão, pressão e velocidade máxima do fluxo da água.

A Tabela 2 apresenta os resultados da vazão necessária para atendimento do sistema, em litros por minutos, de acordo com a pressão mínima requerida, em bar, e respectiva velocidade máxima do fluxo de água na tubulação, em metros por segundo. Cada parâmetro foi discutido e comparado, sendo indicada a sua influência nos demais aspectos do sistema.

Tabela 2. Pressão e vazão para atendimento ao sistema

Projeto	Rede hidráulica	Vazão (L/min)	Pressão (bar)	Velocidade máx. (m/s)
1	Espinha de peixe	1466,01	18,71	14,77
2	Grelha	1209,97	6,95	9,31
3	Espinha de peixe	1177,65	2,43	3,03
4	Grelha	1165,92	2,16	2,36
5	Espinha de peixe	1166,02	2,03	1,36
6	Grelha	1164,28	1,99	1,04

A vazão necessária para atendimento ao sistema influencia diretamente na quantia de água disponível para atendimento ao sistema. De acordo com ABNT (2020), para risco ordinário deve ser previsto o abastecimento de água para 60 minutos de funcionamento do sistema. A Tabela 3 demonstra a quantia de reserva técnica necessária para cada projeto.

Tabela 3. Reserva de água

Projeto	Rede hidráulica	Reserva de água (m³)
1	Espinha de peixe	87,96
2	Grelha	72,60
3	Espinha de peixe	70,66
4	Grelha	69,96
5	Espinha de peixe	69,96
6	Grelha	69,86

Assim, pode ser observado que o projeto 1 exige uma quantia de 18,1 m³ de água a mais que o projeto 6, resultando no uso de um espaço físico significativamente maior para armazenamento de água.

Analisando a pressão, o projeto 1 houve demanda de 11,76 bar a mais que a pressão exigida no projeto 2. Os demais projetos resultaram em valores semelhantes, com diferença 0,44 bar de pressão entre o projeto 3 e o projeto 6. A pressão exigida no sistema influencia diretamente na escolha da bomba de pressurização, sendo que, quanto maior a pressão exigida, maior a potência da bomba a ser instalada, conseqüentemente, elevando o custo da instalação do sistema.

Quanto a velocidade máxima do fluxo da água na tubulação, conforme ABNT (2000), a velocidade máxima da água na tubulação não deve ser superior a 5 m/s. Apesar da velocidade do fluxo da água no sistema de chuveiros automáticos ser auto limitante, ela é um importante critério a ser observado para determinar a possibilidade do aumento do diâmetro da tubulação, de modo a reduzir a demanda da pressão no sistema. Sendo assim, os projetos 1 e 2 possuem velocidades superiores ao limite estipulado pela norma ABNT NBR 13714, indicando a necessidade de aumento dos diâmetros das tubulações.

Conclusões

Com o objetivo de apresentar o dimensionamento de um sistema de chuveiros automáticos e comparar o uso de diferentes tipos de redes hidráulicas, com o apoio do *software Simple Hydraulic Calculator*, este estudo possibilita confirmar a facilidade para comparação de diferentes configurações de projeto, com o uso do programa para realização dos cálculos hidráulicos.

O *software* permitiu a comparação entre seis tipos diferentes de disposição de redes hidráulicas e respectivos diâmetros, sendo necessário o lançamento dos comandos formando o padrão de cada rede, e fazendo somente a alteração dos diâmetros de cada segmento de

canalização, resultando em dados suficientes para avaliação comparativa da melhor rede e diâmetros a serem utilizados.

Considerando que a rede hidráulica do tipo grelha possui a necessidade da instalação de dois ramais, resultando em 18 metros a mais de tubulação em comparação à rede do tipo espinha de peixe, bem como, considerando a pequena diferença entre os valores de vazão, pressão, velocidade máxima de fluxo, e reserva de água, entre as configurações de projeto 3, 4, 5 e 6, é possível concluir que o projeto 3, por possuir diâmetros menores de tubulação, é a alternativa mais adequada para o sistema de chuveiros automáticos estudado.

Os projetos 1 e 2 foram excluídos desta comparação por resultarem em elevada demanda de pressão e possuírem velocidades máximas de fluxo de água superiores às exigidas em norma.

Referências bibliográficas

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações**. 5.Ed. Porto Alegre: Telmo Brentano, 2016.

IGNEUS INCORPORATED. **Quality software for the fire sprinkler industry**: simple hydraulic calculator. Simple Hydraulic Calculator. 2024. Disponível em: <https://www.igneusinc.com/shc.html>. Acesso em: 25 maio 2024.

ONO, Rosaria. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p.93-113, 25 jan. 2007.

SEITO, Alexandre Itiu *et al* (org.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. Disponível em: https://portalclubedeengenharia.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Livro-a_seguranca_contra_incendio_no_brasil-1-Robson-Barradas-1.pdf. Acesso em: 27 maio 2024.

SIVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da. **Boate Kiss**: Relatório do crea aponta erros e faz recomendações. Porto Alegre: Crea - Rs, 2013. Disponível em: <https://www.crea-rs.org.br/site/documentos/documentos10/RELATORIO%20COMISSAO%20ESPECIAL%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.