



SISTEMA HIDRÁULICO DE RESERVA DE INCÊNDIO: MÉTODO EM ESTUDO PARA EVITAR ÁGUA PARADA NOS RESERVATÓRIOS.

Luiz Fernando Rodrigues

Leandro Jose de Lima

Curso: Engenharia Civil Período: 10º Área de Pesquisa: Hidráulica

Resumo: O Sistema de Combate e Prevenção a Incêndios tornou-se uma ferramenta essencial para a segurança no âmbito da construção civil, de modo que seja indispensável a elaboração do projeto hidráulico de incêndios, assim como planejamento dos projetos arquitetônicos, adequando ambos aos critérios das NBR's e Normas Regulamentadoras vigentes atualmente. Distintos métodos e sistemas de combate a incêndios foram criados no decorrer dos tempos, todos com a mesma finalidade, visando a segurança, o conforto e o bem estar de toda a população. Visando uma complementação desses sistemas, com foco voltado à parte dos reservatórios, o presente artigo buscou elaborar um modelo de sistema de reservas de incêndio interligado as reservas de consumo diário, no qual objetivou-se o manejo rotativo da água contida nesses reservatórios, permitindo a livre circulação hidráulica entre ambos, sem que seja necessário o acúmulo e armazenamento de água nas reservas e incêndio por um longo período de tempo. Utilizando a metodologia de pesquisa-ação para avaliar os conceitos abordados durante a etapa de criação do modelo de projeto, observando na prática sua eficiência, pôde-se observar que os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios e atenderam as exigências estabelecidas pelas NBR's (ABNT) e IT's dos Corpos de Bombeiro Militar de Minas Gerais.

Palavras-chave: Sistema de Prevenção e Combate a Incêndios. Reservatório. Hidráulica. Reserva.

1 - INTRODUÇÃO

A Hidráulica como conhecemos atualmente, nem sempre foi conceituada como hoje, ao longo de sua história e no decorrer do tempo, seus conceitos e fundamentos foram ganhando forma e destaque, até evoluir para o que hoje tornou-se uma área de crescente avanço tecnológico e estudo, principalmente no ramo das Engenharias. Em seus primórdios, a hidráulica era observada de forma bem peculiar, sua principal utilidade era para obtenção de água potável, antigas civilizações como os egípcios, obtiveram sucesso quando se trata deste conceito, a própria cultura desenvolveu-se nas proximidades do leito do Rio Nilo, qual suas águas eram fonte tanto de água potável quanto utilizadas nos canais de irrigação para o cultivo agrícola, (SOUSA.Rainer, 2021).

Desde então, os conhecimentos e domínios da hidráulica foram desenvolvendo-se ao longo dos tempos, por meio de estudos e pesquisas, temos atualmente um sistema extremamente mais eficiente, presente desde o tratamento e abastecimento da água potável, até as estações de tratamento de esgoto. Outro modelo de sistema que utiliza esses conhecimentos é o Sistema de Prevenção e Combate a Incêndios, que faz bom uso dos conceitos abordados na Mecânica dos Fluidos, escoando a água através de tubos com a finalidade de ser utilizada nestes sistemas para controlar o rastro de fogo, com objetivo de facilitar seu combate, visando garantir a segurança das pessoas e da edificação, assim como estabelece pela NBR-13714 (2000).

A qualidade da água utilizada tanto nos sistemas de combate a incêndios quanto para consumo, deveriam ser tratadas com igual importância, já que a água é considerada um solvente universal, capaz de dissolver substâncias nos estados sólido, líquido e gasoso. Quando se trata de sistemas prediais de água fria, a escolha dos materiais de execução tem grande influência sob a potabilidade da água, tais como alguns elementos em contato constante com a água, estão mais propensos a alterar seu gosto, cor, odor e toxicidade, além de favorecer o proliferamento de micro-organismos nocivos ao corpo humano (NBR-5626 2020).

Com a finalidade de amenizar a deterioração das peças que compõem o sistema de combate a incêndios, o presente artigo, sob consulta às Normas Brasileiras de Regulamentação (NBR's) e Instruções Técnicas (IT) dos Corpos de Bombeiro Militar de Minas Gerais (CBM-MG), tem por objetivo elaborar um modelo de disposição dos reservatórios de água destinados tanto ao uso geral quanto ao combate a incêndios, de modo que seja possível uma constante circulação do fluxo de água entre ambos os reservatórios.

Tendo como problemática o acúmulo prolongado da água destinada ao uso no sistema de combate a incêndios, considerando ainda que não é permitido pelas NBR's uma redução abaixo de 50% (cinquenta por cento) da capacidade máxima dos reservatórios. O modelo proposto facilita a manutenibilidade garantindo o volume mínimo para o funcionamento dos sistemas.

Utilizando a metodologia de pesquisa-ação para a elaboração desse sistema, aspirando averiguar a viabilidade e exequibilidade perante o sistema vigente, os resultados alcançados mostraram-se satisfatórios, possibilitando a implementação do sistema proposto junto ao vigente, como forma complementar para ampliar a eficiência do sistema de combate a incêndios atual.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender melhor a importância que a Hidráulica representa para a sociedade atual, é necessário saber onde ela surgiu e com que finalidade foi utilizada, observando as mudanças que ocorreram no decorrer de sua história. Somente assim, é possível avaliar adequadamente este ramo da Engenharia Civil que tem como uma das finalidades garantir o mínimo de segurança nas habitações, assim como também melhorar o convívio individual e social da sociedade moderna atual.

2.1 - Contextualização e evolução histórica da hidráulica

Ao observar a hidráulica moderna como um todo, não é perceptível que por trás dela há cerca de quase 4 mil anos de história, sendo que ao longo desse período foram ocorrendo várias mudanças e evoluções. Historiadores e estudiosos frequentemente fazem pesquisas buscando esclarecer sua origem, até então, os resultados obtidos revelam que suas raízes estão ligadas à Babilônia (atualmente Iraque).

No decorrer de sua história, vários povos conquistaram grandes feitos relacionados à hidráulica, como os Romanos e seus aquedutos como o de Segóvia, construído por volta do século I d.C. Os gregos foram os responsáveis pelo termo que utilizamos atualmente, através da junção das palavras “hydro” (água) e “aulos” (condução), em tradução livre seria “condução da água”, originando a primeira definição de hidráulica (SOUSA, Rainer. 2021). Conforme, NETTO, Azevedo e FERNANDEZ, Miguel Fernandez autores do livro ‘Manual de Hidráulica’ (2015, 9ª edição), afirmam ser “(...) o estudo do comportamento da água e de outros líquidos, quer em repouso, quer em movimento.”

Os primeiros estudos sobre a hidráulica surgiram por volta dos séculos 25 a.C, onde vários povos buscaram formas adequadas para elaborar sistemas que atendessem as necessidades básicas existentes, como na Mesopotâmia, onde canais de irrigação foram construídos nas planícies entre os rios Nilo e Eufrates, já em Nipur (Babilônia) existiam coletores de esgotos desde 3750 a.C. Muitas históricas construções hidráulicas se remetem a estes períodos, datando também o surgimento de importantes estudiosos na concepção da hidráulica, como Arquimedes com seu “Tratado Sobre Corpos Flutuantes” em 250 a.C e Ctesibius, teorizando a “bomba de pistões” em 200 a.C (NETTO, Azevedo; E FERNANDEZ, Miguel Fernandez, 2015).

A filosofia também percebeu a importância da hidráulica por volta do século XVI, voltando sua atenção aos problemas encontrados em projetos existentes, dando foco aos chafarizes e fontes monumentais, muito utilizados na época. Neste contexto, surgiram estudiosos que visionaram a importância das observações neste setor, como o Tratado de 1586 de Simão Stevin e das contribuições de Galileu Galilei, Torricelli e Daniel Bernoulli, que constituíram a base para um novo ramo científico (NETTO, Azevedo; E FERNANDEZ, Miguel Fernandez, 2015).

2.2 - História da hidráulica no Brasil

Segundo NETTO, Azevedo, historicamente houve influências holandesas sobre a hidráulica brasileira, as primeiras obras neste segmento foram de autoria dos mesmos, essas construções incluem diques, obras de drenagem, execução de canais e ancoradouros. Os portugueses também influenciaram sobre a hidráulica brasileira, durante o período colonial vários engenheiros foram enviados à colônia, com a finalidade de suprir as cidades com água potável através de aquedutos e

chafarizes públicos, melhoramento dos sistemas de saneamento básico, portos e sistemas navais (NETTO, Azevedo, 1986).

Entre as primeiras obras de engenharia realizadas no Brasil, as hidráulicas tomaram a dianteira, a própria constituição geográfica brasileira favorecia os grandes empreendimentos neste setor, outro fator contribuinte é sua abundante riqueza hídrica. Segundo NETTO, Azevedo, algumas das principais obras hidráulicas dos século XIX são:

1857: Primeiras obras hidráulicas em São Paulo realizadas pelo Sr. Achilles Martin d'Estadens; [...]

1861: Contratada a Cia. Hidráulica Porto Alegrense para explorar os serviços de água encana em Porto Alegre; [...]

1879: O engenheiro norte-americanos William Milnor Roberts foi encarregado pelo governo brasileiro de realizar estudos e desenvolver projetos de Porto e Sistemas de Água Potável em diversas cidades;

1883: Executada a primeira instalação hidrelétrica em Diamantina; [...]

1905: Contratação do eng. Francisco Rodrigues Saturnino de Brito, pelo governo do estado de São Paulo para cuidar da drenagem e esgotamento sanitário de Santos (AZEVEDO NETTO, 1886:39).

O primeiro livro sobre hidráulica a ser adotado no Brasil foi o "*Architecture hydraulique*" de Bernard Forest de Belidor, cujo foi o propulsor dos primeiros estudos científicos e atividades acadêmicas voltadas para a área de hidráulica, o termo arquitetura hidráulica passou a fazer parte das especificações dos estudos de formação dos engenheiros brasileiros, diferenciando então das demais atividades da profissão, cujo após um período de tempo veio a se tornar o Engenheiro Hidráulico, como atualmente é denominado (COSTA, Ivoneide).

2.3 - Hidráulica e segurança das edificações

A hidráulica surgiu como forma de melhorar a qualidade de vida e bem estar das civilizações. Primordialmente seus fundamentos baseavam-se apenas no desenvolvimento dos sistemas de abastecimento de água e posteriormente utilizada também nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos. Contudo, atualmente a aplicabilidade da hidráulica desenvolveu-se para atender não apenas as necessidades básicas de subsistência, como também engloba diversos conceitos para melhoria de vida em sociedade, além de ser utilizada como meio de garantir o mínimo de segurança para a população, através da implementação de sistemas complexos, como os Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente, descritos pela NBR-5626 (2020) ou os Sistemas de Prevenção e Combate a Incêndios, regulamentados pela NR-23 (2021).

O Sistema de Prevenção e Combate a Incêndios é definido pela implementação conjunta de sistemas, medidas, acessórios e componentes construtivos e instalações, que visam permitir a identificação e aviso imediato as pessoas de possíveis focos de incêndio, possibilitando a evacuação segura dos ocupantes de uma edificação. Equipamentos, materiais empregados e propriedades dos elementos do edifício também constituem o sistema de prevenção e combate a incêndio (IBAPE/SP. 2019).

Estes sistemas foram elaborados após desastres e fatalidades terem acontecido, principalmente em casos de incêndios envolvendo grandes edificações e patrimônios históricos, ocasionando grandes consequências como perda humana e prejuízos financeiros e culturais. Dentre os casos em que houveram maiores perdas, destacam-se os incêndios ocorridos no edifício Andraus, causando 16 vítimas fatais e 320 feridos no ano de 1972 em São Paulo (BONITESE, 2007), já em Santa Maria -

RS o caso de maior repercussão foi o incidente da Boate Kiss, com 242 óbitos e outras centenas de feridos em 2013 (RIO GRANDE DO SUL.2013). Em casos mais recentes, temos o ocorrido no Museu Nacional do Brasil, onde cerca de 90% de todo o acervo foi consumido pelas chamas (BBC NEWS. BRASIL).

Como forma de garantir a segurança nas edificações e reforçar a eficiência dos Sistemas de Prevenção e Combate a Incêndios, principalmente para prevenir que sinistros como os citados não aconteçam novamente, além de visar a funcionalidade dos mesmos e assegurar a evacuação das pessoas, destacando a rapidez dos processos envolvidos e um maior tempo de ação até a chegada dos Corpos de Bombeiros Militar, foram elaboradas e desenvolvidas Legislações (Leis e Decretos), Normas de Regulamentação (NR; NBR) e Instruções Técnicas dos Corpos de Bombeiros Militares (IT-CBM).

2.4 - Sistema de Prevenção e Combate a Incêndios

Compreende todo e qualquer sistema ou método construtivo no qual preserva-se a segurança primeiramente à vida, e posteriormente a integridade da estrutura. Segundo Fitzgerald (1996), o foco principal perspicaz na análise dos níveis de risco durante o planejamento dos projetos que compõem uma edificação, estão concentrados da seguinte forma, de acordo com o grau de importância.

- Segurança da vida: para que os usuários da edificação tenham segurança, é importante o esclarecimento sobre os principais possíveis focos de incêndios e um treinamento adequado para que durante um incêndio ajam de forma correta e saiam do prédio com segurança;
- Proteção da propriedade e do conteúdo: a edificação, como um bem material, deve ser protegida por seus valores monetários, histórico, artístico, etc., recebendo instalações especiais de proteção, principalmente em áreas que apresentem valor significativamente maior que o restante ou, então, com risco maior de incêndio;
- Continuidade do processo operacional: [...]. Certas áreas da edificação apresentam particular importância para a continuidade do processo operacional ou, então, guardam documentos, arquivos, bancos de dados ou equipamentos de valores extremamente altos. Essas áreas, que não podem ser afetadas pelo calor, fumaça, gases ou água, merecem, também, soluções e equipamentos de proteção especiais.

O Sistema de Prevenção e Combate a Incêndios engloba também a segurança das edificações vizinhas, assim como descreve Telmo Brentano (2007), “[...] na maioria das vezes, os prédios não estão suficientemente isolados, a preocupação com a segurança dos prédios vizinhos é um fator que deve ser levado sempre em consideração”. Ou seja, como em grandes cidades os edifícios quase sempre estão construídos uns perto dos outros, o risco de ocorrer um alastramento do fogo entre edifícios próximos, requer igual importância tanto quanto o risco de incêndio local.

Existem inúmeros métodos e agentes provenientes à extinção do fogo, porém, os conceitos da hidráulica e o uso da água como agente extintor são amplamente empregados na maioria dos edifícios. O fato da água ser abundantemente encontrada na natureza, e pela facilidade de armazenagem e trabalho, contribuíram para que esses sistemas ganhassem cada vez mais utilidade. Entre esses sistemas que utilizam água como agente extintor, os sistemas sob comando (hidrantes e mangotinhos) e sistemas automáticos (chuveiros automáticos e bicos nebulizadores), são mais comumente usados (IT-17; IT-18, CBM-MG).

Os sistemas sob comando são aqueles cujo sua utilização necessitam de operação manual, como os hidrantes e mangotinhos, geralmente distribuídos em pontos estratégicos e de fácil acesso nos ambientes a serem protegidos. Já os sistemas automáticos, como os chuveiros automáticos (sprinklers), são acionados automaticamente quando há princípios de incêndios, utilizam sensores de calor e de fumaça para fazerem a parte de ativação quando necessário (Telmo Brentano. 2007).

3. METODOLOGIA

Para fazer-se o estudo das análises e dos métodos implementados neste presente artigo, utilizou-se os conceitos de pesquisa-ação, cujo foco é voltado para a análise dos dados coletados em campo e dos procedimentos abordados em pesquisa. Averiguando os resultados da pesquisa durante os processos de exploratória, e investigando a respeito dela, formando um ciclo entre planejar-se, implementar-se, descrever-se e avaliar-se (TRIPP, 2005).

Trata-se de uma pesquisa-ação para implantação do manejo rotativo e sustentável das reservas destinadas aos sistemas de combate a incêndios, juntamente com as reservas destinadas ao consumo diário, com foco na elaboração de um sistema que possa atender os requisitos normativos de segurança e quantitativos mínimos de reserva de água, além de possibilitar a manutenção deste sistema, de forma a garantir o estoque mínimo exigido pelas NBR's.

Para descrever os processos envolvidos durante a fase de pesquisa-ação, utilizou-se a divisão por etapas, seguindo orientação descrita por Thiollent (2008): exploratória, principal, de ação e de avaliação.

1ª Etapa: Local de pesquisa

A fim de compreender a realidade usual dos modelos de reservatórios de consumo, observando seu modo de instalação e como é executado na prática o processo de distribuição da rede de tubulações de água fria em uma edificação, seja ela para uso residencial ou comercial (objeto para realização da pesquisa), buscando identificar os pontos mais propensos a melhorias, de modo que se torne possível o desenvolvimento de um modelo de projeto visando a complementação destes sistemas de água fria juntamente com os sistema de combate a incêndios. Tornou-se necessário buscar um local onde houvesse as condições ideais para a realização da pesquisa.

Logo, para se chegar aos resultados esperados, após compreender a funcionalidade dos sistemas de disposição dos reservatórios, a aplicação da pesquisa-ação ocorreu experimentalmente em um sistema de abastecimento convencional de uma empresa localizada na cidade de Ipanema/MG. Como a mesma ainda não apresentava nenhum sistema de prevenção e combate a incêndios, que utilizava reservatórios próprios destinados exclusivamente para o uso dos sistemas de incêndio, a implementação do sistema proposto tornou-se possível.

2ª Etapa: Fase exploratória

Para a execução de um sistema de prevenção e combate a incêndios, deve-se seguir as recomendações normativas e adotar os parâmetros estabelecidos segundo as IT's dos Corpos de Bombeiro Militar, cumprindo as obrigações regulamentadas pela NR-23.

A Reserva Técnica de Incêndio (RTI) deve se manter estável em todo o tempo de vida útil do sistema de incêndio, de modo que as águas contidas nunca deixem de

serem suficientes para o correto funcionamento dos mesmos, em casos de um possível princípio foco de incêndio. Para que durante os períodos de manutenções, não aconteça imprevistos indesejados.

A NBR-13714 (2000) estabelece algumas condições para o correto funcionamento das peças que compõem o sistema de prevenção e combate a incêndios. Uma dessas medidas está relacionada aos reservatórios, que deverão ser dimensionados para atender as necessidades tanto de volume de água quanto de pressão de trabalho, medidas necessárias para atender a vazão mínima exigida pelos sistemas de combate a incêndio.

O volume de água destinado a suprir à demanda dos sistemas de combate a incêndios é denominada de Reserva Técnica de Incêndio (RTI), que por sua vez deve ser dimensionada segundo o estabelecido pela NBR-13714 (2000), de modo que os cálculos atendem as condições mínimas de uso, adotando a equação:

$$V = Q \times t$$

Onde:

Q → é a vazão correspondente a duas saídas do sistema adotado, em litros por minuto;

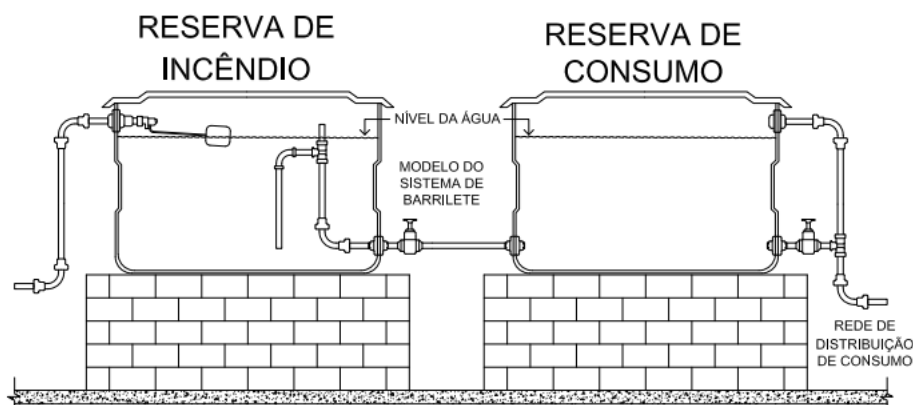
t → é o tempo de descarga para cada tipo de sistema (Ver Tabela 1: “Tipos de Sistema” e Item 5.4.2 “Reserva de Incêndios” da NBR-13714 (2000));

V → é o volume da reserva, em litros.

Como a RTI é composta por reservatórios próprio, podendo ser posicionados tanto na parte superior quanto na parte inferior das edificações, na maioria das vezes, esses reservatórios se encontram constantemente em estado de inutilidade, tornando a água um agente proliferador de bactérias, ocasionando mal cheiro e propiciando a degradação dos componentes. Embora, apesar das NBR's recomendarem o uso destas reservas para uso exclusivo nos sistema hidráulicos de incêndios, é permitido o uso conjunto com o reservatório de consumo diário, desde que seu volume não fique abaixo do mínimo.

Para atender as exigências e com base no descrito na NBR-13714 (2000) e pela NBR-5626 (2020), visando o desenvolvimento do modelo para testes que melhor atendesse os requisitos de instalação e funcionalidade estabelecidos pela IT-17 (CBM-MG), sem que impossibilite a exequibilidade dos sistemas de combate incêndio, o modelo proposto representado na Figura 1, busca apresentar uma proposta simples, para que os objetivos sejam atendidos e ainda não afete o desempenho dos sistema de combate a incêndios, assim como exigido pela NBR-15575 (2013).

FIGURA 1- Modelo hidráulico com ambas as reserva cheias.

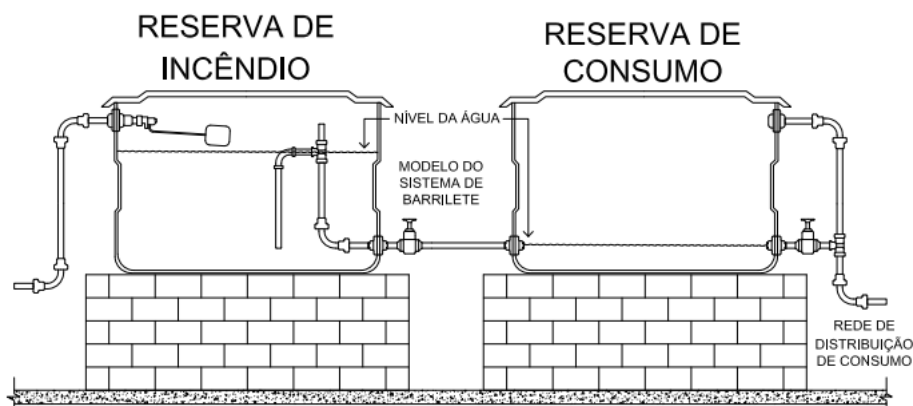


Fonte: Acervo do autor.

Com o intuito de manter um constante fluxo de água nos reservatórios de incêndio, o modelo em estudo apresenta o princípio de interligação dos reservatórios, de modo que o abastecimento de água da concessionária aconteça primeiramente na reserva de incêndio, e posteriormente abasteça a reserva de consumo. Através da elevação do nível da água dos reservatórios é que ocorre a distribuição da água entre ambas as reservas.

Para que o modelo proposto atendesse as regras impostas pelas NBR's e IT's, de modo que o reservatório de incêndio nunca abstenha de uma capacidade mínima de 50% (cinquenta por cento) de sua capacidade máxima, o modelo apresentado utiliza tubos e conexões hidráulicas para manter o controle do volume no reservatório de incêndio, fazendo com que o nível da água nunca abaixe além do limite dessas peças, como ilustrado na Figura 2, cujo nível da água se mantém estável na altura da conexão "Tê".

FIGURA 2- Modelo hidráulico com a reserva de consumo com nível de água baixo.

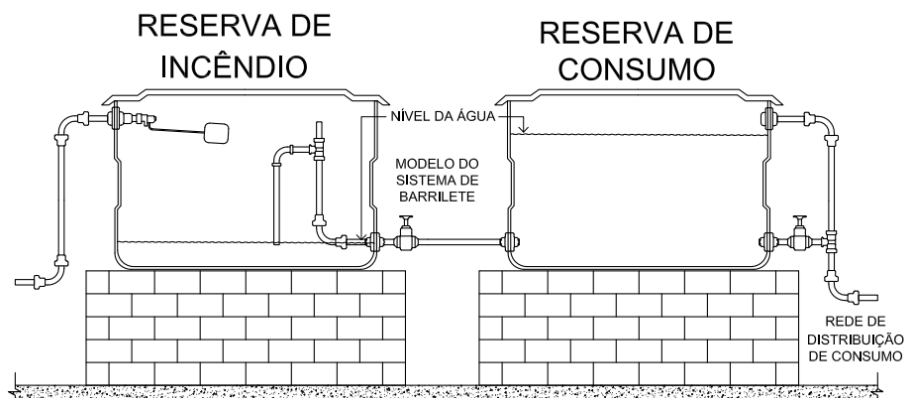


Fonte: Acervo do autor.

Mesmo após um período sem abastecimento contínuo de água da concessionária, e consequentemente as reservas de consumo tenham se esgotado, o objetivo de fazer com que os reservatórios de incêndio mantenham certo volume de água, não impedindo a funcionalidade do sistema de combate a incêndios, foi alcançado. Quando o fluxo de abastecimento retornar à normalidade, ambos os reservatórios retornaram às suas respectivas capacidades máximas.

Em caso de ocorrer algum foco de incêndio e que seja necessário a utilização dos sistemas para combater o fogo, a utilização das águas das reservas de incêndio se tornam indispensáveis, de modo que seu volume se reduza consideravelmente, ainda assim, os níveis dos reservatórios de consumo não serão alterados, podendo ser usadas para combater o incêndio caso haja a necessidade de sua utilização, como mostrado na Figura 3.

FIGURA 3- Modelo hidráulico com a reserva de incêndio com nível de água baixo.



Fonte: Acervo do autor.

O índice de desempenho e manutenibilidade descritos na NBR-15575 (2013), também foram abordados durante a elaboração do modelo de projeto em estudo, contando que sua eficiência e praticidade fizessem parte das concepções de utilização, uma vez que regularmente faz-se necessário uma vistoria e manutenção, a fim de garantir uma maior vida útil de utilização do mesmo.

As inspeções poderão ocorrer sem a necessidade de esvaziamento das reservas de incêndio, pois, enquanto houver um reservatório cheio, outros poderão passar por manutenções tranquilamente, sem que comprometa o abastecimento ou que não seja atendido o volume mínimo de reserva de incêndio.

3ª Etapa: Experimento

O experimento teste ocorreu dispondo compostamente por duas caixas de água de 310 litros, com a finalidade representar a reserva de incêndio e de consumo diário, denominadas caixa d'água 1 e caixa d'água 2 respectivamente. A caixa d'água 2 está ligada diretamente ao sistema de água fria da empresa em questão, assim como estabelece a NBR-5626, já a caixa d'água 1 representa o reservatório de incêndio, utilizando o modelo de ensaio proposto anteriormente (Figura 4).

FIGURA 4- Disposição dos reservatórios.



Fonte: Acervo do autor.

A caixa d'água 1 ficou sendo alimentada pela rede de abastecimento da concessionária local, enquanto a caixa d'água 2 é abastecida pela conexão entre

ambas as caixas, como mostra a Figura 5, ou seja, quando é consumida a água de consumo diário, automaticamente a reserva de incêndio recebe alimentação, atendendo um dos objetivos de projeto, a não ocorrência de água para na reserva de incêndio.

FIGURA 5 - Modelo de ligação entre os reservatórios.



Fonte: Acervo do autor.

Para o correto funcionamento do sistema em estudo, as caixas de água foram instaladas no mesmo nível, para garantir uma melhor distribuição do fluxo da água entre as caixas. Após todo o processo da fase de montagem, encheu-se ambas as caixas (Figura 4). E seguiu-se com os testes.

FIGURA 6- Reservatórios cheios.



Fonte: Acervo do autor.

A primeira fase do experimento deu-se a partir do consumo da água destinada ao uso diário (Figura 7), enquanto o reservatório de incêndio, caixa d'água 1, permaneceu sem abastecimento. Notou-se então que à medida que o nível de água da reserva de consumo diário baixava, o nível na caixa d'água 1 também reduzia.

Contudo, este processo ocorreu até que a água na reserva de consumo atingiu o nível proposto em projeto, na altura da conexão “Tê”, assim como mostrado na Figura 8.

FIGURA 7- Reserva de consumo diário praticamente sem água.



Fonte: Acervo do autor.

FIGURA 8- Reserva de incêndio mantendo a maior parte de sua capacidade.



Fonte: Acervo do autor.

Na segunda fase, repetiu-se o mesmo processo, porém, com a caixa d'água 1 (reserva de incêndio) recebendo alimentação (Figura 9). Restabelecendo o volume da caixa d'água 1, ocorria também o abastecimento da caixa d'água 2 (Figura 10), por fim, ambas as caixas ficaram com capacidade máxima de volume de água.

FIGURA 9- Reserva de incêndio recebendo alimentação da concessionária local.



Fonte: Acervo do autor.

FIGURA 10- Reserva de consumo sendo abastecida pela caixa d'água 1.



Fonte: Acervo do autor.

Através deste teste experimental, pôde-se comprovar que o sistema proposto alcançou os objetivos desejados. Uma vez que o fluxo de água permaneceu contínuo sem o acúmulo de água nas reservas de incêndio por períodos prolongados de tempo.

4ª Etapa: Considerações

Quando se fala em segurança das edificações, os aspectos arquitetônicos e estruturais devem apresentar layouts que facilitem a funcionalidade dos sistemas hidráulicos de incêndios, como forma de garantir a segurança da edificação, além de apresentar aspectos que favoreçam a evacuação de pessoas em casos de sinistros.

Como é estabelecido pela IT-17 dos Corpos de Bombeiro Militar de Minas Gerais, “a reserva de incêndio deve ser prevista para permitir o primeiro combate durante determinado tempo”, até que as unidades responsáveis cheguem ao local, de modo a garantir o tempo necessário para a evacuação das pessoas do edifício em questão.

Partindo-se dessa premissa, o objetivo principal do sistema de combate a incêndios de uma edificação, é de combater o foco do incêndio, controlando as chamas até a chegada dos Corpos de Bombeiro. Contudo, ter uma RTI de maior volume não garante uma maior proteção à edificação ou as pessoas, outras medidas

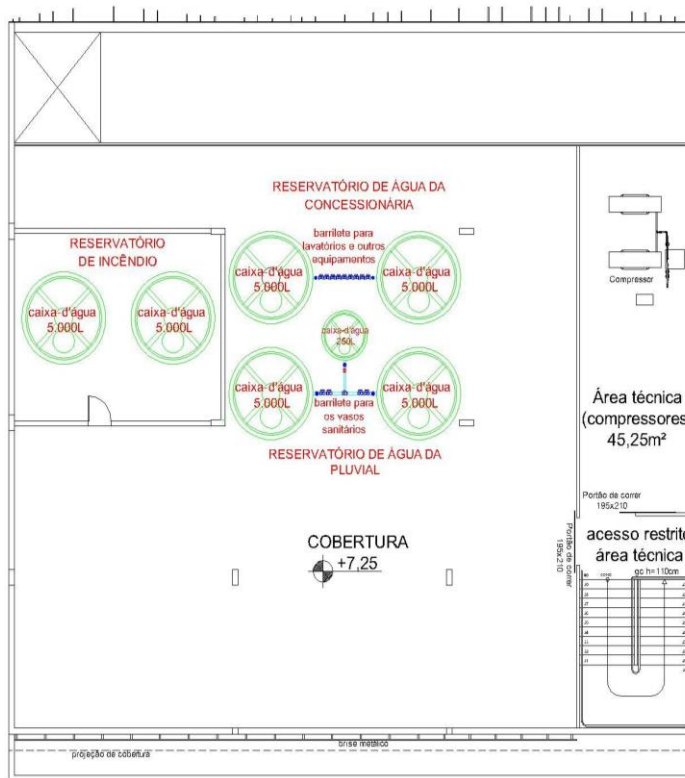
são de igual, ou talvez, até mais importante, como a iluminação e saídas de emergência (Telmo Brentano. 2007).

As reservas técnicas de incêndio também devem apresentar características resistentes à chamas, ou então, contar com proteção externa contra o fogo, para que não aconteça de os reservatórios sofrerem com a ação do calor. Essas medidas de proteção também afetam outros componentes, como as bombas de pressurização e tubos de condução da água.

Embora durante os ensaios elaborados neste artigo não mostrarem quaisquer medidas de proteção dos reservatórios, não é descartada a necessidade de sua utilização em casos reais.

Quando for executar o projeto de proteção contra incêndio, faz-se obrigatório o isolamento ante chamas dos reservatórios, como mostra a Figura 11, onde está representado que as RTI estão protegidas termicamente por uma parede de alvenaria, medida de proteção que deve ser cumprida assim como estabelece a IT-17 (CBM-MG).

FIGURA 11- Reserva de incêndio protegida por alvenaria.



Fonte: Projeto de edifício estudantil do UNIFACIG.

Os parâmetros a serem adotados durante a fase de projeto, principalmente quando se trata de volume de reservas, está relacionado diretamente tanto ao tipo de sistema que será utilizado quanto ao tipo de ocupação da edificação, ambos apresentam variações nos volumes de água mínimos de projeto. Para compreender estes volumes, deve-se adotar as exigências da IT-17 (CBM-MG), que estabelece valores para cada tipo de ocupação, área de projeto e tipo de sistema, como mostrado na TABELA 1 (Tabela 4 da IT-17 CBM-MG, Item 5.18.7).

TABELA 1 - Tipo de Sistema e Volume de Reserva de Incêndio mínima (m³)

Área das edificações e espaços destinados ao uso coletivo (m²)	GRUPO / DIVISÃO				
	A-2, A-3, C-1, D-2, E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H-1, H-2, H-3, H-5, H-6, I-1, J-1, J-2 e M-3	B-1, B-2, C-3, F-5, F-6, F-7, F-9, F-11 e H-4	F-10, G-5, L-1 e M-1		
	Carga Incêndio até 300MJ/m² D-1, D-3, D-4, F-1	Carga Incêndio >300MJ/m² D-1, D-3, D-4	Carga Incêndio >800MJ/m² C-2, I-2, J-3		
		Carga Incêndio acima de 300 até 800MJ/m² C-2, I-2 e J-3	-Carga Incêndio >300 MJ/m² F-1		
Até 3.000	Tipo 1 R.I 6m³	Tipo 2 R.I 8m³	Tipo 3 R.I 12m³	Tipo 3 R.I 20m³	Tipo 3 R.I 20m³
De 3.001 até 6.000	Tipo 1 R.I 8m³	Tipo 2 R.I 12m³	Tipo 3 R.I 18m³	Tipo 3 R.I 20m³	Tipo 3 R.I 30m³
De 6.001 até 10.001	Tipo 1 R.I 12m³	Tipo 2 R.I 16m³	Tipo 3 R.I 25m³	Tipo 3 R.I 30m³	Tipo 3 R.I 50m³
De 10.001 até 15.002	Tipo 1 R.I 16m³	Tipo 2 R.I 20m³	Tipo 3 R.I 30m³	Tipo 3 R.I 45m³	Tipo 3 R.I 80m³
De 15.001 até 30.003	Tipo 1 R.I 25m³	Tipo 2 R.I 35m³	Tipo 3 R.I 40m³	Tipo 3 R.I 50m³	Tipo 3 R.I 110m³
Acima de 30.000	Tipo 1 R.I 35m³	Tipo 2 R.I 47m³	Tipo 3 R.I 60m³	Tipo 3 R.I 90m³	Tipo 3 R.I 140m³

Fonte: IT-17 Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (TABELA 4).

4 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Um dos maiores problemas quando se trata de reservatório de incêndio, está relacionado à sua capacidade de armazenamento, muita das vezes são mal dimensionados, o que ocasiona um mal funcionamento dos componentes e dos sistemas comumente utilizados. Estas reservas também ficam armazenadas por longos períodos de tempo, até que haja uma manutenção ou seja necessário sua utilização. Podendo comprometer a estrutura das peças que compõem o sistema.

No entanto, o sistema de reservatório integrado apresenta resultados satisfatórios quanto a funcionalidade do sistema de incêndio, como o volume de água sempre se encontra em constante fluxo, o acúmulo de material ou elementos corrosivos em meio a água parada, é praticamente descartado, além de uma maior facilidade de manutenção, garantindo a integridade funcional do mesmo.

Como a empresa em questão não apresentava sistema hidráulico de proteção contra incêndio, por meio de reservatórios de água como fonte de agente extintor, não

houve a possibilidade de testes utilizando algum modelo de sistema de combate a incêndios sob comando ou automático. Porém, foram realizados testes mais simplificados, de modo que representassem o funcionamento do modelo de projeto em casos reais de utilização, buscando exemplificar o consumo dos sistemas de incêndio, os quais apresentaram resultados que satisfizeram as necessidades mínimas exigidas por normas, que comprovaram a completude do modelo em estudo.

A aplicabilidade deste sistema não se restringe a conjuntos de dois reservatórios, o conceito pode ser empregado em diferentes números quantitativos de reservatórios. Porém, deve-se fazer um estudo de viabilidade antes da implementação do sistema, para que os parâmetros normativos não sejam excluídos e comprometam a funcionalidade do mesmo.

5 - CONCLUSÃO

O modelo proposto no presente artigo mostrou-se eficaz quanto a utilização em sistemas de combate a incêndios, podendo ser implementado junto aos modelos de sistemas mais utilizados atualmente, desde que não afete o desempenho dos mesmos. Para que não ocorra qualquer eventualidade durante a necessidade de utilização, deve-se elaborar um estudo preliminar buscando avaliar as condições para o emprego deste modelo.

Como os requisitos de abastecimento e qualidade da água foram cumpridos, conforme o exigido pela NBR-5626 (2020), sem comprometer o fluxo nos sistema de distribuição de água para consumo, pode-se concluir que a água armazenada nos reservatórios de consumo diário e de incêndio, utilizando o modelo proposto, não apresentará nenhum risco de consumo, uma vez que ela é de proveniência da concessionária local da cidade de Ipanema-MG. Assim, não haverá proliferação de micro-organismos nocivos ao corpo humano.

O modelo proposto também atende às exigências da NBR 15575 (2013), que estabelece níveis de desempenho que devem ser considerados em fase de projeto e execução, garantindo a segurança da edificação após o término da obra, determinando uma vida útil de projeto mínima a ser seguida.

Para a execução do modelo de reservatórios integrados, como o modelo proposto, é necessário estudar a viabilidade do mesmo juntamente ao projeto de incêndio, como em casos mais específicos, a disposição desses reservatórios e das reservas de consumo diário se dão de forma distintas, a implementação deste modelo não é viável.

Devido a este fato, o modelo em estudo ainda se encontra em fase de adaptação, para que se possa estudar todos os parâmetros possíveis para a implementação do sistema de reservatórios integrados.

6 - REFERÊNCIAS

ABNT - **Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio** – Normas, Disponível em: <ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas>. Acesso em: 03 out 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714: Sistema de Hidrante e de Mangotinhos para Combate a Incêndio**. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Níveis e Desempenho**. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente**. Segunda Edição. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de Edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9442: Índice de Propagação de Chamas**. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 23: Proteção Contra Incêndios**. 2021.

AZEVEDO NETTO, José M. de. **Notas sobre a evolução da hidráulica no Brasil**. In: Revista DAE. São Paulo: Vol 46, nº. 144 – Mar 1886, pp. 39-43.

BBC NEWS, BRASIL. **Humanidade perdeu mais com incêndio do Museu Nacional do que na Notre-Dame, diz diretor da instituição brasileira**. Disponível em: <Humanidade perdeu mais com incêndio do Museu Nacional do que na Notre-Dame, diz diretor da instituição brasileira - BBC News Brasil>. Acesso em 23 out 2021.

BELIDOR, Bernard Forest de. **Architecture hydraulique**. 4 vols. Paris: Charles-Antoine Lambert. Disponível em: <Architecture hydraulique - Bernard Forest de Belidor - Google Livros>. Acesso em: 03 out 2021.

BELLEGARDE, Pedro D´Alcântara. **Compendio de Architectura Civil e Hydraulica**. Rio de Janeiro: Typ. de M. A. da Silva Lima. 1848, 144p.

BONITESE, Karina Venâncio et al. **Segurança contra incêndio em edifício habitacional de baixo custo estruturado em aço**. 2007. Disponível em: <disserta__okarina2007.pdf (ufmg.br)>. Acesso em 23 out 2021.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. EDIPUCRS, 2004. Disponível em: <Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações - Google Livros>. Acesso em: 03 out 2021.

CBMMG – **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**: Legislações Disponível em: <Legislação e normas técnicas (bombeiros.mg.gov.br)>. Acesso em: 03 out 2021. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais: **IT 17: SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS**.

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais: **IT 18: SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMATICOS.**

COSTA.IVONEIDE: **A engenharia hidráulica e sua importância nas obras de melhoramentos no século XIX (1810- 1874).**

IBAPE/SP. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **INSPEÇÃO PREDIAL PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.** Disponível em: <1567081603-Cartilha-PrevencaoCombateaIncendio-28-08-2019compressed.pdf (ibape-sp.org.br)>. Acesso em: 23 out 2021.

NETTO, Azevedo; E FERNANDEZ, Miguel Fernandez. **Manual hidráulico**, 9ª edição. Editor Blucher, 2018. Disponível em: <Manual de hidráulica - Azevedo Netto, Miguel Fernández y Fernández - Google Livros>. Acesso em: 03 out 2021.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Governo estadual.** Disponível em: <Portal do Estado do Rio Grande do Sul>. Acesso em 23 out 2021.

SOUSA. Rainer: **História do Mundo. História Política do Egito Antigo.** Disponível em: <História Política do Egito Antigo - História do Mundo (historiadomundo.com.br)>. Acesso em 23 out 2021.

THIOLLENT, Michel; DE OLIVEIRA SILVA, Generosa. **Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais.** Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, v. 1, n. 1, 2007.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Educação e pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.