

O REUSO DE RECURSOS PLUVIOMÉTRICOS NO COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES URBANAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

*Anali da Conceição Melo Barbosa, Chirlene Venancio da Rocha Moreno¹,
Diego Sebastian Carvalho de Souza²*

RESUMO

A reutilização para fins não potáveis dos recursos pluviais, especialmente no combate a incêndios em construções urbanas e rurais, vem se mostrando uma solução sustentável e eficaz, não só para o problema da escassez dos recursos hídricos, como também para a atual instabilidade econômica que assola o país. Um desafio para a viabilidade da implantação de um sistema de captação de água da chuva são as condições climatológicas e estruturais do lugar em que se pretende iniciar o projeto. O presente trabalho representa um estudo sobre a implementação de um projeto de captação de água da chuva para reuso no combate a incêndios em um edifício urbano no Centro da cidade do Rio de Janeiro, buscando uma solução com a maior viabilidade ambiental e econômica possível. Na metodologia aplicada foram utilizados como premissa dos cálculos a NBR 15527/2019, que apresenta os requisitos para o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis (ABNT, 2019), e as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro: NT 1-04 (CBMERJ, 2019), NT 2-03 e NT 2-04 (CBMERJ, 2020), que dispõem respectivamente sobre a classificação de risco das edificações, e sobre o sistema de combate a incêndios por chuveiros automáticos. Tendo como principal resultado o volume do reservatório, que atende às necessidades do projeto no período de um ano, pode-se concluir que o estudo é viável.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Reuso. Água pluvial. Combate a incêndios.

ABSTRACT

The reuse of rainwater resources for non-potable purposes, especially when fighting fires in urban and rural buildings, has proved to be a sustainable and effective solution, not only to the problem of scarcity of water resources, but also for dealing with the current economic instability that plagues the country. A challenge for the feasibility of the implementation of a rainwater harvesting system is the climatological and structural conditions of the place where the project is intended to start. The present work comprises a study on the implementation of a rainwater harvesting project for reuse in firefighting in an urban building in the city center of Rio de Janeiro, seeking the solution with the greatest possible environmental and economic viability. In the applied methodology, both the NBR 15527/2019, which presents the

¹ Graduada em Engenharia Civil pela UNESA; Pós-graduadas em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário Celso Lisboa

² Graduado em Engenharia Civil pela Faculdade Rio de Janeiro; Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Celso Lisboa; Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela PUC-RJ

requirements for the use of rainwater for non-potable purposes (ABNT, 2019) and the Technical Standards of the Fire Department of the state of Rio de Janeiro: NT 1-04 (CBMERJ, 2019), NT 2-03 and NT 2-04 (CBMERJ, 2020), which respectively regulate the risk classification of buildings, and the firefighting system by automatic sprinklers, were used as parameters to guide the calculations. Considering the main result, which is the volume of the reservoir, meeting the needs of the project in a period of one year, it can be concluded that the study is feasible.

Keywords: Sustainability. Reuse. Rainwater. Firefighting.

INTRODUÇÃO

Contextualização

A água é reconhecida como uma substância vital, fundamental para a conservação de ecossistemas, e a preservação da vida em nosso planeta (WOLKMER, PIMMEL, 2013). Antes em abundância, por muito tempo chegou-se a cogitar tratar-se a água de um recurso inesgotável.

É, contudo, na atualidade, a escassez dos recursos hídricos a principal pauta social, política e econômica de todos os países do mundo. A diminuição das reservas de água potável de todo o planeta tornou-se uma preocupação constante e latente.

A degradação da água tem efeitos dramáticos sobre a fauna, a flora e a saúde do homem. O desinteresse sobre a poluição da água favorece a contaminação alarmante dos lençóis subterrâneos, dos rios e das águas costeiras” (GEO MÚNDI, 2007).

A má distribuição dos recursos hídricos pelo planeta torna a corrida pela busca de alternativas à escassez d'água ainda mais preocupante. Segundo o relatório “*Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017: Special focus on inequalities*” produzido pelo Programa Conjunto de Monitoramento (JMP) da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), aproximadamente:

2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm serviços de água tratada, 4,2 bilhões de pessoas não têm serviços de saneamento adequado e 3 bilhões não possuem instalações básicas para a higienização das mãos. (UNICEF, 2019)

O Brasil, de acordo com pesquisa veiculada pelo documento “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2012”, divulgado pela Agência Nacional de Águas, detém cerca de 12% do volume de água doce disponível no planeta (OBSERVATÓRIO ECO – DIREITO AMBIENTAL, 2012).

Essa situação, aparentemente confortável, que o Brasil sustenta, entretanto, não condiz com a realidade de toda a população. Isso porque os recursos não estão regularmente distribuídos pelo país, havendo regiões de abundância, e regiões de extrema escassez. Estima-se que o Nordeste brasileiro apresente menos de 4% do volume de água doce encontrado em nosso país, não obstante concentrar cerca de 28,2% da população brasileira, enquanto a região norte concentra 70% do volume total de água do território nacional, distribuídos em uma densidade demográfica de 7.6% (GEO BRASIL, 2007).

É por esse motivo que políticas de sustentabilidade e de gestão e governança destes recursos vêm recebendo papel de destaque na política nacional. E uma das principais fontes alternativas encontradas para sanar essa exiguidade é a captação e utilização da água da chuva.

Nessas condições, o conceito de “substituição de fontes”, se mostra como a alternativa mais plausível para satisfazer a demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico. (HESPANHOL, 2002)

Sobre o tema, afirma o Geo Múndi (2007):

Todos os anos aproximadamente 10% das águas evaporadas dos oceanos e mares, devido à ação do Sol, retornam aos continentes sob a forma de chuva, água essa, da qual depende o homem. De toda água existente na Terra, somente essa pequena quantidade está disponível para uso, e ainda não distribuída igualmente.

E é exatamente sobre a captação e armazenamento dos recursos pluviométricos como fonte alternativa de água que se trata o presente trabalho, analisando a questão do reaproveitamento da água das chuvas nas edificações urbanas, especificamente na prevenção e combate a incêndios.

REVISÃO DA LITERATURA

O reuso é caracterizado como o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outro fim (OENNING JUNIOR, PAWLOSKY, 2007).

A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital e de operação e manutenção associados” (HESPANHOL, 2008, p. 16).

A água pluvial, em razão da grande quantidade de gases poluentes na atmosfera, não é potável. Contudo, essa qualidade, como já visto, não obsta a sua utilização para fins não potáveis, assunto amplamente discutido e replicado no mundo inteiro (TOMAZ, 2010). Essa alternativa não só se apresenta como uma opção à economia de água potável, como também vem auxiliando na prevenção de enchentes em grandes centros urbanos (TOMAZ, 2010).

Isso porque, quanto mais edificações urbanas utilizarem esse tipo de sistema, menores serão os riscos de alagamentos, uma vez que o volume de água da chuva coletado é, aos poucos, liberado para a rede pública, reduzindo, consideravelmente o volume de água nos condutores públicos durante os períodos mais chuvosos.

O sistema de aproveitamento da água pluvial, de forma geral, constitui-se por uma área de captação no telhado da edificação, direcionada para um reservatório através de calhas e tubos condutores (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Carvalho Júnior (2009), a captação também pode ser feita por condutores verticais e grelhas de piso, que levarão a água a um local de armazenamento. Em que pese haver outras formas, para a realização do presente projeto, optou-se pela captação por uma malha de condutores por ser a solução mais viável para o problema.

Após a captação, a água segue para um reservatório enterrado, onde passa por um filtro antes de ser armazenada. Em um segundo momento, é bombeada para outro reservatório (elevado), onde as tubulações específicas de água pluvial distribuem a água considerada apta ao consumo não potável (CARLON, 2005). Importante esclarecer que esta captação é realizada após o descarte inicial, onde se exclui a precipitação inicial, que carrega as impurezas presentes na superfície no início da chuva (FENDRICH, 2009).

Esse sistema possibilita que a água seja utilizada de forma correta, com sustentabilidade e autonomia, podendo ser também utilizada para o uso em descargas, lavagem de áreas comuns, irrigação de plantas, entre outros (COSCARELLI, 2010).

Para a consecução do presente trabalho, foram estudadas as normas NBR 5626 (ABNT, 2020), que se refere à instalação predial de água fria e água quente, e NBR 10844 (ABNT, 1989), que versa sobre instalações prediais de água pluviais. Dispõem, ainda, sobre os requisitos para aproveitamento de água pluvial no

perímetro urbano, para fins não potáveis, bem como para a concepção do projeto de coleta de água de chuva.

A NBR 15527/2019 apresenta os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis (ABNT, 2019) e, não obstante não elencar dentre os seus reusos possíveis o item combate a incêndio, também foi considerada dentro da bibliografia do presente estudo.

Foram considerados, ainda, os dispositivos constantes do decreto municipal nº 23.940, de 30 de janeiro de 2004, que dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para as redes de drenagem em empreendimentos que tenham área impermeabilizada superior à 500 m². Além disso, foram consideradas as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro: NT 1-04 (CBMERJ, 2019), NT 2-03 e NT 2-04 (CBMERJ, 2020), que dispõe respectivamente sobre a classificação de risco das edificações, e sobre o sistema de combate a incêndio por chuveiros automáticos.

Este trabalho apresenta uma análise sobre a alternativa dada ao aproveitamento de águas pluviais, especialmente o reuso no combate a incêndios, e sua viabilidade técnica.

JUSTIFICATIVA

O presente estudo tem o propósito de analisar o reuso de recursos pluviais na contenção e extinção de incêndios em edifícios situados em áreas urbanas. Havendo problemas referentes à escassez de recursos hídricos, o uso ou reuso da água em sistemas de combate a incêndios acaba se transformando em uma solução economicamente custosa. É a alternativa defendida no presente estudo um meio de captação e utilização de um recurso natural ainda pouco aproveitado, especialmente nas regiões metropolitanas.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo principal do presente trabalho é analisar a viabilidade da implantação de um sistema de captação de recursos pluviométricos no combate a incêndios em edificações urbanas.

Objetivos específicos

Tais objetivos apresentam-se da seguinte maneira:

- analisar as condições técnicas do edifício;
- analisar o volume de chuva do local em que o edifício se encontra situado;
- calcular o volume do reservatório necessário para armazenamento de água;
- calcular a demanda de água para o sistema de combate a incêndio;
- analisar a viabilidade do sistema do edifício para a implementação do sistema de captação do presente estudo de caso.

METODOLOGIA

Meios e métodos de pesquisa

O presente estudo tem por escopo metodológico, além da revisão da literatura sobre o tema, uma análise experimental das condições para a implantação do sistema de captação de água pluvial para reuso no combate a incêndios em edifícios urbanos na cidade do Rio de Janeiro.

Fachin define o método experimental como:

aquele em que as variáveis são manipuladas de maneira preestabelecida e seus efeitos suficientemente controlados e conhecidos pelo pesquisador para a observação do estado. (FACHIN, 2006, p. 43)

Para esse autor, neste método de pesquisa todos os resultados devem ser considerados e analisados e pelo pesquisador:

O princípio central da aplicação do método experimental é que devemos aceitar os resultados como eles se apresentam, com tudo de imprevisão e de acidental que, porventura, haja neles e, diante dos resultados, é necessário esquecer as próprias opiniões e as opiniões alheias. (FACHIN, 2006, p. 43)

Já o método estatístico é assim definido:

Esse método fundamenta-se nos conjuntos de procedimentos apoiados na teoria da amostragem, e, como tal, é indispensável no estado de certos aspectos da realidade social em que se pretenda medir o grau de correlação entre dois ou mais fenômenos. (FACHIN, 2006, p. 48)

Por isso, utilizou-se, também, na presente pesquisa, o método estatístico, uma vez que se trata de um estudo sobre probabilidades pluviométricas e percentuais necessários para a consecução do projeto.

Segundo Vergara (2007), quanto aos fins, esta pesquisa se classifica como descritivo/explicativa, aplicada e intervencionista.

A primeira se caracteriza pela descrição e explicação de determinado fenômeno. Gil (2010) cita que uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, visto que a identificação de fatores que ocasionam um fenômeno demanda que este seja abastadamente descrito e detalhado. Já a pesquisa aplicada e a intervencionista referem-se à solução de um problema (VERGARA, 2007).

Sendo assim, é o presente trabalho uma pesquisa descritivo/explicativa, aplicada e intervencionista, que se utilizou dos métodos científicos experimental e estatístico, para a implementação de um sistema de captação da água da chuva para reuso no combate a incêndios em edificações urbanas, mais precisamente na cidade do Rio de Janeiro.

Universo e amostra

Conforme Vergara (2007), o universo de uma pesquisa diz respeito a “um conjunto de elementos, que possuem as características que servirão para objetos de estudo”. Dessa forma, o universo estudado é todo o processo de implantação de um sistema de captação de recurso pluviométrico e distribuição para uma rede hidráulica, já em uso, de combate a incêndio na cidade do Rio de Janeiro.

Segundo Gil (2002), amostra é uma parte pequena dos elementos que constituem o universo, de modo probabilístico. No presente estudo, a amostra selecionada é a cidade do Rio de Janeiro, bem como o sistema de combate a incêndios, por meio de rede de sprinklers, de um prédio comercial urbano localizado no bairro Centro desta cidade.

Seleção dos sujeitos

As informações foram extraídas através de observações feitas pelas pesquisadoras principais com algumas informações coletadas por colaboradores e pesquisas externas.

Coleta e tratamento de dados

Os dados coletados neste trabalho foram obtidos por meio de pesquisa e da observação dos pesquisadores sobre os elementos necessários à implantação do projeto. Para tanto, foram utilizados projetos modelo, além de terem sido

consideradas todas as referências legais e procedimentais para a implantação dos sistemas utilizados na presente pesquisa.

As informações foram organizadas qualitativa e quantitativamente para expor a averiguação de dados, gráficos e tabelas de modo a colaborar para o entendimento do problema estudado neste trabalho.

Com relação aos cálculos para volume do reservatório, utilizou-se o método de Azevedo Netto, ou método prático brasileiro, para o qual se sugere o aproveitamento da precipitação por média anual, considerando o descarte obrigatório da precipitação inicial (AZEVEDO NETTO, 1991). Ainda quanto ao dimensionamento do reservatório, para os cálculos da reserva técnica de incêndio, utilizou-se as recomendações das normas técnicas, conforme se infere a seguir, do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro.

Limitação do método

O presente estudo limitou-se geograficamente ao Centro da Cidade do Rio de Janeiro, para o qual foi considerada a implantação do projeto em um prédio comercial já construído. Os dados coletados são experimentais e a situação referenciada em condições ideais.

Estudo de caso

Para a implementação do projeto em estudo, foi considerado um prédio comercial já construído, com 10 (dez) andares de altura, excluindo-se o andar térreo, com subsolo, e datados 10 (dez) anos de sua construção.

O edifício é classificado como ocupação D-1 de risco médio, conforme a NT 1-04 (CBMERJ, 2019). O prédio já possuía um sistema de contenção de incêndio instalado, no modelo sprinklers, que utilizava a rede pública de água e esgoto para a alimentação do sistema, totalmente independente do sistema hidráulico de abastecimento de água potável do edifício.

A captação da água da chuva foi implantada em uma superfície com área de 800m², e uma malha de calhas e condutores construída para direcionar a água até o reservatório, que foi construído no subsolo da edificação. O reservatório foi construído no subsolo do prédio, com acesso restrito, abertura por mecanismo manual, o que facilita a limpeza, conforme determina a NBR 10844 (ABNT, 1989),

bicompartmentalizado (inferior e superior), com bombeamento e distribuição direta para a rede sprinklers. A coleta e a distribuição de água, foram instaladas de forma automática, e totalmente independentes da rede de abastecimento de água potável do edifício.

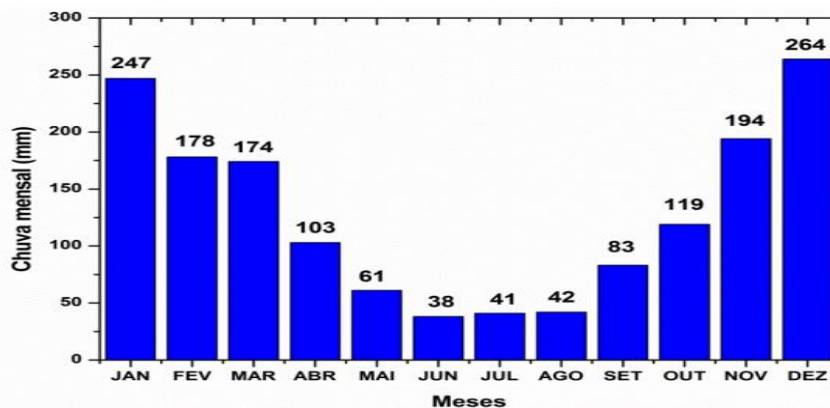
RESULTADOS

A presente pesquisa tem por escopo a análise da viabilidade da captação da água da chuva para ser reutilizada no combate e extinção de incêndios em edificações urbanas. Como mencionado, para a comprovação da hipótese, foi utilizado um prédio comercial estruturado no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, que já possuía instalado um sistema de combate a incêndios do tipo rede de sprinklers, autônomo, independente da rede hidráulica de água potável, e alimentado pela rede pública de fornecimento de água.

O primeiro passo para analisar a possibilidade de construção dessa alternativa de sistema de abastecimento e fornecimento de água foi um estudo sobre as condições climatológicas da região, em especial os índices de precipitação e de umidade, e as média de temperatura distribuídas ao longo do ano.

Os dados pluviométricos utilizados no estudo têm como objetivo exemplificar e validar a viabilidade do projeto. Com isso, os gráficos a seguir demonstram os índices de precipitação do estado do Rio de Janeiro, distribuídos ao longo dos meses, e calculado por média, tendo por base uma série de dados de 30 anos (1979-2009).

Gráfico 1: Chuva média mensal (mm) no período de 1979-2009 para o estado do Rio de Janeiro³



Fonte: Revista Brasileira de Climatologia

³ SOBRAL, Bruno Serrafini, *et al.* Variabilidade espaço-temporal e interanual da chuva no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 14. Vol. 22. Jan/Jun -2018. ISSN: 2237-8642.

Especificamente quanto à cidade do Rio de Janeiro, podemos perceber a influência da atuação das massas de ar Tropical Atlântica, quente e úmida, e Polar Atlântica, fria e seca, o que acentua as características de verão chuvoso e inverno seco (PMSB-MAP, 2014), como se pode observar da tabela a seguir:

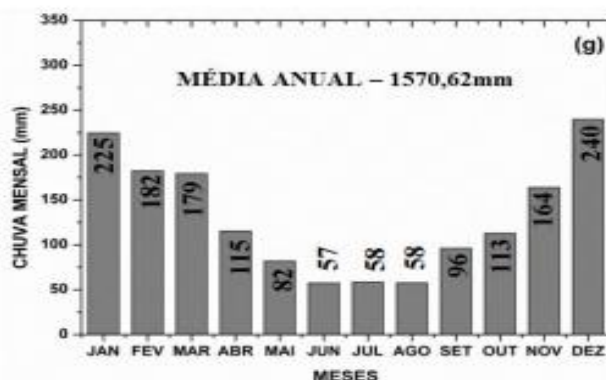
Tabela 1: Valores médios (1851 – 1990) de precipitação, número de dias chuvas e temperaturas segundo dados disponíveis na estação climatológica principal do Rio de Janeiro (Jardim Botânico)⁴

Período	Precipitação (mm)	No. de dias de chuva	Temperatura (oC)
verão	397	38	25.5
outono	322	31	23.9
inverno	144	21	20.9
primavera	244	34	22.3
TOTAL	1107	124	23.2

Fonte: PMSB-MAP

Os gráficos a seguir (2 e 3) permitem uma melhor visualização dos índices de precipitação mensal e acumulada para a região metropolitana do Rio de Janeiro, onde se localiza a sua zona central, localização do edifício comercial utilizado no projeto aqui apresentado.

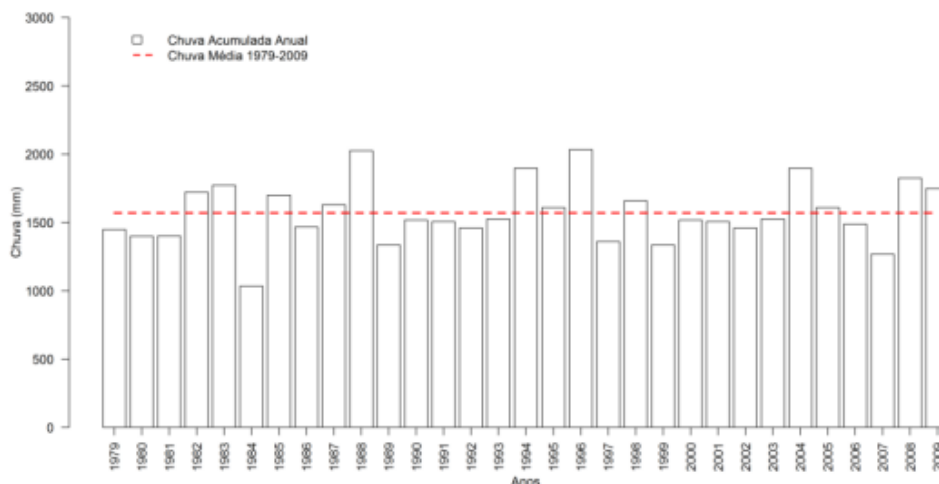
Gráfico 2: Chuva média mensal (mm) no período de 1979-2009 para o Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Revista Brasileira de Climatologia

⁴ PMSB – MAP. Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro – Manejo de Águas Pluviais. Baseado e Adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro - Fundação RIO-ÁGUAS e Consórcio Hidrostudio - FCTH (Hidrostudio Engenharia Ltda – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica). Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162116/pmsb_drenagem_e_manejo_de_aguas_pluviais.pdf. Acesso em: 25 de mai. 2021.

Gráfico 3: Chuva acumulada anual e chuva média (mm) para o período de 1979-2009 na Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: climate-data.org

De posse dessas informações, conclui-se que: (1) os meses de maio a setembro possuíam índices de precipitação menor do que 100 mm; (2) o inverno possui a menor quantidade de dias chuvosos e os menores índices de precipitação; (3) os maiores índices de chuva ocorrem de novembro a março.

Para a construção do reservatório de água pluvial, utilizou-se a equação do Método de Azevedo Netto, onde: $V = 0,042 \times P \times A \times T$, sendo: V o volume aproveitável, calculado em litros (l), P é a precipitação média anual em mm, A é a área de coleta em projeção por m², e, T representa o número de meses de pouca chuva ou seca.

Aplicada a equação, as dimensões do projeto temos que:

$$V = 0,042 \times 1570,62 \text{ mm (P)} \times 800 \text{ m}^2 \text{ (A)} \times 3 \text{ (T = junho, julho e agosto)}$$

$$V = 158.318,496 \text{ l}$$

Dessa forma, optou-se pela construção de um reservatório com capacidade de 160 m³ (160.000 litros de água), atendendo às especificações mínimas da norma técnica. Esclareça-se que, não obstante o reservatório ser direcionado para uso exclusivo no combate a incêndio, para sua implementação foi ainda considerado o cálculo da reserva técnica de incêndio - RTI, que estabelece a duração da reserva de água por categoria de risco, ou seja a demanda de água necessária para efetivamente combater um incêndio.

A norma técnica 2-03 de 2019 do CBMERJ, ao dispor sobre os requisitos gerais do sistema de chuveiros automáticos, apresenta a fórmula para cálculo da

RTI, qual seja: $RTI = Q \times t$; onde a RTI é calculada em litros, Q é a vazão em litros por minuto, e t é o tempo de duração da reserva de água em minutos.

Assim, considerando ser a edificação uma ocupação de risco médio D-1, a qual segundo a NBR 10897/90 corresponde à ocupação de risco de incêndio leve, temos que o cálculo da reserva técnica de incêndio deverá ser efetuado para um t constante cuja duração é de 30 minutos. E considerando ainda a vazão do sistema sprinklers de 1500 l/min, média apontada pelo sistema hidráulico já instalado na edificação, percebe-se que:

$$RTI = 1500 \text{ l/min (Q)} \times 30 \text{ min (t)}$$

$$RTI = 45.000 \text{ l}$$

O reservatório previsto no subsolo do prédio, com acesso restrito, abertura por mecanismo manual, o que facilita a limpeza, conforme determina a NBR 10844 (ABNT, 1990). A coleta e a distribuição de água, foram instaladas de forma automática, e independentes.

Para o reservatório propriamente dito foi utilizado um modelo bicompartimentalizado: um superior, diretamente ligado à alimentação do sistema de incêndio, e um inferior, cuja reserva é bombeada para o reservatório superior quando esse atinge um limite mínimo. Esse sistema auxilia, ainda, nos meses em que há baixa pluviosidade, criando um mecanismo de retenção que permite que o reservatório possua sempre um volume mínimo necessário para a alimentação do sistema sprinklers.

Dessa maneira, o reservatório de 160m³ atende a demanda necessária, e ainda mantém um volume provisionado para reabastecimento do sistema, aumentando a efetividade do aparelhamento de combate à incêndios. Determinadas as condições do reservatório, passou-se para a escolha e identificação dos melhores sistemas de captação, filtragem e distribuição da água captada.

Assim, os resultados são determinados pelo modelo hidráulico em rede de sprinklers com sistema autônomo e automático de combate à incêndios, já existente no edifício, que utilizava um complexo público de fornecimento de água, sendo abastecido apenas, e tão somente, pela rede pública. O desafio foi a implantação de um sistema privativo de abastecimento e fornecimento de água, cuja captação seria exclusivamente pluviométrica. Para tanto, seria necessário, ainda, a viabilidade do modelo de captação de água da chuva.

Para compor o sistema de captação, utilizamos os seguintes itens (LORENZETE, 2011):

- . Separadores de fluxo: para realizar a dispensa das primeiras precipitações, diminuindo a quantidade de impurezas na água coletada;
- . Calhas de PVC rígido;
- . Condutores verticais;
- . Caixa coletora de água pluvial: para deter a areia que faz a ligação entre coletores, limpa e desobstrui as canalizações.

A superfície do telhado é plana, e possui uma área de 800 m², de forma que foram construídos dois telhados com duas águas, com inclinações para o centro, e caimento para o lado oposto ao da fachada do prédio.

A água da chuva, seguindo a dinâmica desenhada, cai na superfície dos telhados, escorre para o centro das duas águas, e flui para a parte posterior do edifício até desaguar em um dos dois separadores de fluxos. Após a separação das impurezas trazidas pelas primeiras precipitações, o fluxo verte diretamente para a calha, com inclinação próxima à 45°, onde é escoada por dois tubos condutores em seus extremos.

Optou-se por separar o telhado em duas partes, com duas águas, aumentando o fluxo de água captado, razão pela qual, os separadores de fluxo foram instalados antes dos fluxos se juntarem na calha principal, diminuindo o risco de entupimento de calha e condutores.

Os tubos condutores desembocam diretamente no reservatório, para armazenagem. Para o sistema de distribuição, optou-se por manter o já existente, apenas adaptando a alimentação, antes oriunda de repositório público, agora proveniente do reservatório privado.

A partir da implantação prática do projeto passou-se para a análise do custo-benefício relacionado ao novo sistema de armazenagem de água para utilização no sistema de combate a incêndio.

DISCUSSÃO

A idealização de uma solução sustentável para o problema do desperdício de água potável nos centros urbanos surgiu da necessidade de resolver dois problemas: a escassez hídrica e a falta de recursos econômicos em disponibilidade.

Assim, a problemática do presente estudo foi pensada sobre os vieses sustentáveis e econômicos, de forma que o projeto fosse desenvolvido com custo reduzido e no menor tempo possível.

Conforme Herrmann e Schmida (1999), existem quatro principais sistemas de captação de água da chuva para reuso: o sistema de fluxo total, no qual o volume total do escoamento é armazenado no reservatório, passando por um filtro ou tela, extravasando somente o excesso para a rede de drenagem; o sistema com derivação, em que uma derivação é instalada na tubulação vertical após a calha, sendo a parcela coletada é separada do fluxo total e o excesso enviado para a rede de drenagem antes de chegar ao reservatório; o sistema com volume de retenção, no qual os excessos são armazenados em um volume adicional do reservatório; e o sistema com infiltração, que direciona o excesso a infiltração local e não a rede de drenagem. No presente estudo foi utilizado o sistema de fluxo total.

Quanto ao sistema predial de prevenção e combate a incêndios, cumpre-nos observar que dentre os principais encontram-se os de proteção por extintores de incêndio, regulado pela NT 2-01 (CBMERJ,2020) o sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio, conforme NT 2-02 (CBMERJ, 2019), e o sistema de chuveiro automático/sprinklers, em atenção as NT's 2-03 e 2-04 (CBMERJ, 2019). Entretanto, no caso em apreço o sistema por rede de sprinklers já se encontrava instalado e em operação.

Nota-se que o projeto não poderia ser desenvolvido como uma rede doméstica de reuso, e tampouco nos níveis de uma rede industrial. Por se tratar de uma adaptação a uma construção em operação, o referido projeto precisava ser idealizado e implementado dentro das condições permitidas pela edificação, de forma que todos os cálculos efetuados e as adaptações levaram em consideração o bom estado de conservação do prédio, e as dimensões necessárias para a instalação do sistema.

CONCLUSÃO

O presente projeto trouxe para discussão a viabilidade da reestruturação de um edifício urbano localizado no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, a fim de implantar um novo sistema de armazenamento e distribuição de água para utilização, exclusivamente, no sistema de combate a incêndio.

Utilizou-se, para a comprovação da tese, um edifício comercial, com área suficiente a implantação do sistema, e cujo projeto estrutural se compatibilizava com a proposta do presente estudo. O princípio que norteou o presente estudo foi a sustentabilidade. A ideia surgiu da necessidade de poupar-se um recurso natural não renovável, aliada à possibilidade de aproveitamento da água de outras formas.

Considera-se, assim, que, os objetivos iniciais deste estudo de caso foram atingidos, através da apresentação e implementação de um sistema de reuso de água pluvial. Analisadas as condições técnicas do edifício, onde foram constatadas circunstâncias favoráveis a implantação do sistema, como superfície de captação, local para a construção de reservatório etc., passou-se para o estudo climatohidrológico da região para a análise da eficácia do sistema implantado.

A análise dos dados climatológicos da Cidade do Rio de Janeiro foi fundamental para o cálculo do volume do reservatório e da demanda de água para o sistema de combate a incêndio. Para tanto foram efetuados os cálculos pelas fórmulas estabelecidas pela normatização vigente, em atendimento à capacidade do reservatório, a superfície de captação e a demanda de água do sistema já instalado.

A captação de água da chuva como técnica de reaproveitamento de água não potável mostrou-se a solução mais viável, como se pôde observar na conclusão do projeto. A partir da implantação prática da proposta o processo de reutilização de água da chuva possibilitou maior economia e crescimento suportável.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, dez. 1989.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, jun. 2020.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos**. Rio de Janeiro, abril. 2019.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Aproveitamento de águas de chuvas para abastecimento**. Rio de Janeiro: 1991. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – Revista Bio. Rio de Janeiro, ano III, número 2, abr/jun.

CARLON, M. R. **Percepção dos atores sociais quanto às alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville – SC**. 2005. 203p. Dissertação (Mestrado), UNIVILLE, Itajaí-SC, 2005.

CBMERJ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **NT 1-04: Classificação das edificações e áreas de risco quanto ao risco de incêndio**. Rio de Janeiro, set. 2019.

CBMERJ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **NT 2-01: Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio**. Rio de Janeiro, set. 2020.

CBMERJ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **NT 2-02: Sistema de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a incêndio**. Rio de Janeiro, set. 2019.

CBMERJ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **NT 2-03: Sistema de Chuveiros Automáticos/Sprinklers – Parte 1 – Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, set. 2019.

CBMERJ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. **NT 2-04: Sistema de Chuveiros Automáticos/Sprinklers – Parte 2 – Áreas de Armazenamento**. Rio de Janeiro, set. 2019.

COSCARELLI, A. P. F. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em uma atividade industrial: estudo de caso de uma edificação a ser construída**, Rio de Janeiro, RJ. Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), 2010.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia** – 5ª edição, Saraiva. Rio de Janeiro, 2006.

FENDRICH, R. **Detenção Distribuída e Utilização das Águas Pluviais**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 11, 2009. Anais... Curitiba-PR: SISPREL (UFPR - UTFPR), 2009.

GEO BRASIL. **Recursos Hídricos. Componente da série de relatórios sobre o Estado e perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Jan. 2007. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20H%C3%ADricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

GEO MUNDI. **Fontes de energia e poluição**. Disponível em: <http://geomundi.cjb.net/>. Acesso em: 11 dez. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social** – 7ª edição, Atlas. São Paulo, 2002.

HERRMANN, T; SCHMIDA, U. **Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects.** *Urban water*, v. 1, n. 4, p. 307-316, 1999.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH*, Porto Alegre, ed. comemorativa, v.7, n.4, p.75-97, dez. 2002.

HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos.** *Estud. av.* [online]. vol.22, n.63, pp.131-158, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200009. Acesso em: 8 abr. 2021.

LORENZETE, Helber Henrique de Oliveira. **Estudo de vantagens da captação de água de chuva para uso doméstico.** 2011. Disponível em: <https://rmai.com.br/v4/Read/657/estudo-de-vantagens-da-captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domestico.aspx>. Acesso em: 20 mar. 2021.

OBSERVATÓRIO ECO – DIREITO AMBIENTAL. **Brasil detém 12% da água do planeta, mas distribuição é desigual.** 2012. Disponível em: <https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/3141500/brasil-detem-12-da-agua-do-planeta-mas-distribuicao-e-desigual>. Acesso em: 20 fev. 2021.

OENNING JUNIOR, A. PAWLOWSKY, U. **Avaliação de Tecnologias avançadas para o Reuso de água em indústria metal-mecânica.** *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, v.13, nº 3, p. 305-316, jul/set. 2007. Disponível em: http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n03/042_07.pdf. Acesso em: 20 mar. 2021.

OLIVEIRA, Frederico Moyle Baeta de. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto.** Ouro Preto, Minas Gerais. [manuscrito] - 2008.

PMSB – MAP. **Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro – Manejo de Águas Pluviais.** Baseado e Adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro - Fundação RIO-ÁGUAS e Consórcio Hidrostudio - FCTH (Hidrostudio Engenharia Ltda – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica). Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162116/pmsb_drenagem_e_manejo_de_aguas_pluviais.pdf. Acesso em: 25 mai. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 42, de 17 de dezembro de 2018. Lex: **regulamenta o código de segurança contra incêndio e pânico.** Rio de Janeiro, RJ. 2018.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto nº 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Lex: **torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que**

permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Rio de Janeiro, RJ. 2004.

SOBRAL, Bruno Serrafini, et al. **Variabilidade espaço-temporal e interanual da chuva no estado do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14. Vol. 22. Jan/Jun -2018. ISSN: 2237-8642.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva.** São Paulo: Navegar. 2010.

UNICEF. **1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS.** Jun. 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em: 20 mar. 2021.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. **Política nacional de recursos hídricos: governança água e cidadania ambiental.** Revista Sequência, Florianópolis, v. 34, n. 67. Dez. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-70552013000200007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 08 abr. 2021.