



Uso da água pluvial e tratamento descentralizado de águas cinzas para reúso na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU).

Maria Luiza Almeida Teixeira – RA: 184224 – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU)

Orientadora: Profa. Dr. Luana Mattos de Oliveira Cruz – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU)

Co-orientadora: Samara Luiza Alves Geraldo

INTRODUÇÃO

Com o crescimento demográfico mundial, há, conseqüentemente, o aumento no consumo de água, e, além desse ser imprudente, a população também polui e não a trata de forma adequada, devido a carência de saneamento básico. Por esses motivos, surgem debates a respeito do uso racional de recursos hídricos, buscando tecnologias que não agravem a questão ambiental. Somado a retirada excessiva de água, a questão da crise hídrica também afeta o Brasil. Esse ponto não é ocasionado apenas pela irregularidade da pluviosidade ou pelas mudanças climatológicas, mas também pela má gestão dos recursos hídricos, pela falta de infraestrutura e pelo consumo sem consciência.

Tendo em vista a problemática, o aproveitamento da água pluvial em edificações e o tratamento de esgoto almejando o reúso são possíveis soluções para amenizar o consumo irracional de água e o estresse hídrico. Essas soluções, além de sustentáveis, geram, a médio prazo, economias aos usuários (SANTOS et al., [s.d.]).

O seguinte trabalho irá focar no aproveitamento e uso da pluvial e na possibilidade de um tratamento descentralizado das águas cinzas para reúso na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) da UNICAMP. Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo verificar se há viabilidade técnica e econômica da implementação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em usos não potáveis na FECFAU. Além disso, será estudado se é viável tecnicamente a proposta de um tratamento de águas cinzas na mesma Instituição de Ensino Superior, almejando o reúso dessa água.

METODOLOGIA

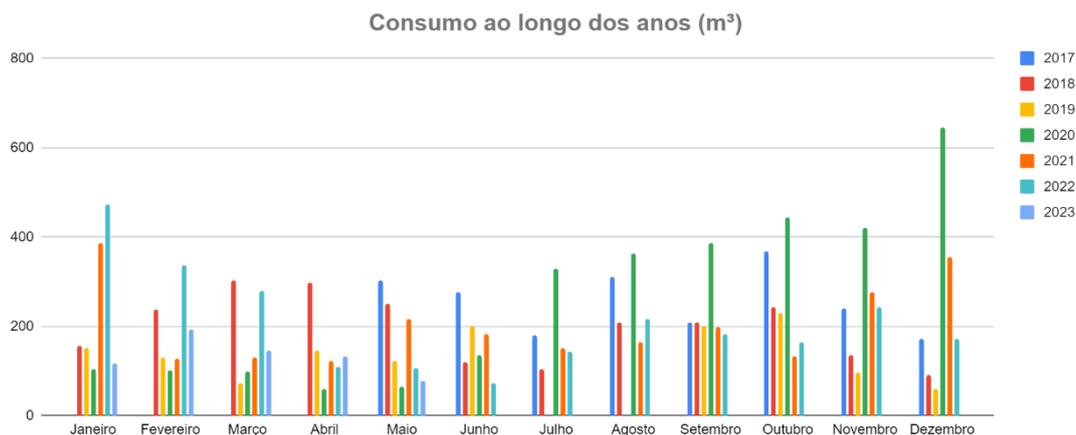
1. Demanda, oferta e área de captação de água pluvial na FECFAU

Uma vez que a presente pesquisa é continuação de pesquisas anteriores (Assis da Silva & Mattos de Oliveira Cruz, 2021), alguns dados para os testes práticos dos dimensionamentos de reservatório foram coletas dessas pesquisas.

A demanda de água potável da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, foi calculada a partir de um formulário enviado aos funcionários (resultados de estudos anteriores), obtendo uma demanda mensal de 107.600 L, ou diária de 19,18 L para cada um dos 255 usuários da FECFAU. Levou-se em consideração assim, o uso de todos os vasos sanitários da instituição para o volume do reservatório.

Além disso, a partir do resultado de pesquisas anteriores, foi possível realizar um gráfico comparativo a respeito do consumo de água no prédio da FECFAU, como representado abaixo pela Figura 01:

Figura 01: Consumo na FECFAU ao longo dos anos



A partir desse gráfico, é possível notar picos elevados de consumo de água principalmente no ano de 2020. Isso porque, mesmo estando em período de pandemia da Covid-19, a Faculdade estava, provavelmente, reformando alguns ambientes. Além disso, pode-se analisar, ainda, o aumento do consumo nos meses iniciais de 2022, quando houve o retorno das aulas presenciais. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao maior incentivo pela higienização, como lavar as mãos com maior frequência.

Para a oferta de água pluvial, analisou-se os dados fornecidos pelo CEPAGRI, representados abaixo na Tabela 01:

Tabela 01: Média de precipitação em mm

Meses	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média de precipitação (mm)	269,90	192,70	159,40	63,00	60,50	42,30	40,40	30,80	59,60	112,20	158,10	202,80

A área de precipitação para todos os métodos foi a de 2.183,40 m², sendo essa a área de telhado do prédio da sala de aula e administração da FECFAU. O coeficiente de escoamento superficial C é 0,80 para os métodos, uma vez que a telha é do tipo metálica sanduíche. Já o coeficiente de eficiência utilizado foi o de 0,85.

2. Métodos para dimensionamento

A partir da revisão bibliográfica, alguns métodos para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial para o reuso em edifícios foram selecionados.

2.1 Método Rippl

Esse método é o mais utilizado quando se trata de dimensionamento de reservatório, uma vez que utiliza dados e contas simples de serem realizadas (MARCÓRIO; RIBEIRO, 2009).

O reservatório é calculado considerando que haja o armazenamento de água suficiente para os períodos de seca. Isso é feito a partir da diferença positiva entre

demanda de água e volume aproveitável de chuva $Q_{(t)}$, respectivamente, sendo essa o volume de água no reservatório $S_{(t)}$.

O método leva em consideração a precipitação da região, a demanda $D_{(t)}$ a partir de um certo período, sendo essa mensal para o presente estudo, a área de captação e o coeficiente de escoamento.

No entanto, alguns pesquisadores apresentam críticas ao método. Por ser uma metodologia desenvolvida para grandes reservatórios, em casos de escalas menores, há superdimensionamento. Além disso, não há uma definição apropriada para qual o período das precipitações que deve ser considerado no método (SILVA; MAIA, 2021).

2.2 Método Azevedo Neto

O método Azevedo Neto consiste no cálculo do volume do reservatório a partir da precipitação média anual (P) da região de interesse, da área de captação (A) e do período de seca (T), considerando a porcentagem que os dias sem chuva representam para o mês.

Essa metodologia é elogiada por pesquisadores uma vez que apresenta valor reduzido para o reservatório, além de levar em consideração os valores relativos do período de seca (GIACCHINI, [s.d.]). No entanto, esse método não considera a demanda pela água pluvial que deve ser suprida.

2.3 Netuno

O software Netuno é responsável por apresentar uma simulação de sistemas de abastecimento de água pluvial, podendo desde dimensionar o reservatório a ser usado em um edifício, até analisar economicamente a viabilidade de tal obra.

Nessa metodologia, para a oferta de chuva da região da FECFAU, não pode-se considerar as precipitações médias anuais, já que o software exige a chuva diária em um determinado período de estudo, o qual para essa pesquisa foi o ano de 2022. Desse modo, obteve-se por meio do CEPAGRI, dos 365 dias do ano, os valores de precipitação em mm. Além disso, o descarte de escoamento inicial (lavagem do telhado) foi tomado como 2 mm na pesquisa, a partir de dados da bibliografia.

2.4 Método Norma ABNT NBR 15527:2019

A norma NBR 15527:2019 propõe uma metodologia a ser utilizada no dimensionamento de um reservatório de água pluvial. Nessa, considera-se a precipitação média anual (P), a área de captação (A), o coeficiente de escoamento superficial (C) e a eficiência da captação (n).

3. Análise qualitativa da amostra de água pluvial

Para analisar a qualidade da água pluvial, coletou-se a água pluvial das calhas do prédio da maquetaria. Esse edifício se localiza na frente do prédio das salas de aula e possui o telhado revestido com o mesmo material que o prédio (telha metálica sanduíche)

A partir norma ABNT NBR 15527:2019, as variáveis escolhidas para caracterização qualitativa da água pluvial foram: pH, E. Coli, Turbidez, matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e Condutividade Elétrica. Todas as coletas e análises foram realizadas baseando-se no Standard Methods for the Examination (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Resultados dos métodos de dimensionamento

Os valores de dimensionamento obtidos para cada um dos métodos são representados na Tabela 02 abaixo.

Tabela 02: Cálculo do volume do reservatório por todos os métodos descritos

Método	Rippl	Azevedo Neto	Netuno	NBR 15527:2019
Volume reservatório (m ³)	130,0±22,6	94,2±78,8	99,0	172,2±78,8

Os resultados encontrados, como pode-se observar, foram muito semelhantes, o que era esperado. Assim, almejando concluir qual seria o melhor volume de reservatório para a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU), foi realizada uma média entre os resultados. Desse modo, tem-se a média representada na Tabela 03 abaixo:

Tabela 03: Média dos volumes do reservatório

Volume reservatório (m ³)	124±27
---------------------------------------	--------

2. Resultado das coletas de água pluvial

Foram realizadas 6 coletas de água a partir das calhas da maquetaria, como mostrado na Tabela 04.

Tabela 04: Resultados da análise da água pluvial coletada

Parâmetro	pH	Turbidez (UT)	Condutividade elétrica (S/cm)	<i>E. Coli</i> (NMP/100mL)	Demanda Química de Oxigênio (mgO ₂ /L)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO ₂ /L)
NBR 15527:2019	6-9	5	3200	200	-	20
Amostra 1	7	1,4	64,9	1	0,004	NA
Amostra 2	6,6	1,1	34,3	NA	NA	NA
Amostra 3	6,2	3,4	14,88	NA	ND	NA
Amostra 4	8,5	0,3	9,91	NA	88	NA
Amostra 5	6,13	2,05	30,70	NA	ND	NA
Amostra 6	5,4	0,72	22,8	NA	0	NA
Amostra 7	6,8	0,7	44,5	NA	0,003	NA

Legenda:

NA: Não analisado;

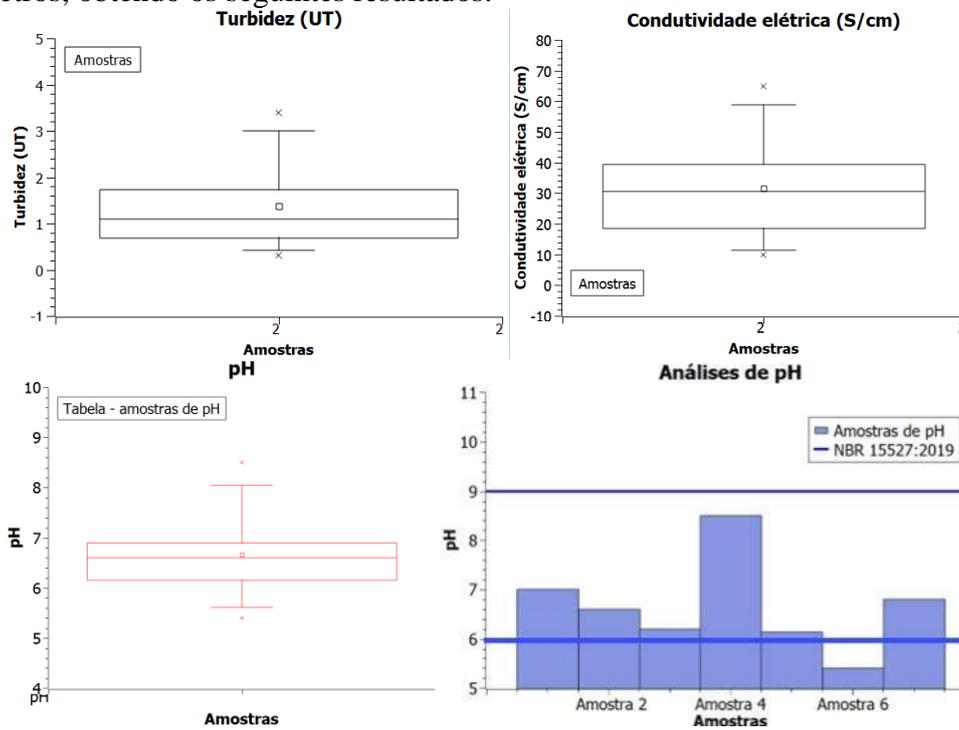
ND: Não detectado, abaixo do limite de detecção;

Para o cálculo da DBO, previamente é realizada a análise de matéria orgânica em termos de DQO. Posteriormente, se o resultado encontrado para DQO é ínfimo, não se realiza a análise de DBO. Desta maneira, muitos resultados apresentados estão como NA (Não Analisados) para a DBO das amostras.

A partir da norma ABNT NBR 15527:2019, os valores obtidos estão de acordo com o esperado, não precisando de tratamento dessa água para ser utilizada em destinos não potáveis, como nos vasos sanitários. O único valor que saiu do esperado foi o pH da amostra 6, mas esse único resultado ainda não é suficiente para propor um tratamento.

2.1 Gráficos comparativos

Para que fosse possível ser feita uma melhor análise dos resultados acima, os resultados apresentados na Tabela 04 foram dispostos em gráficos para cada um dos parâmetros, obtendo os seguintes resultados:



Para os dados de DQO, não havia sentido em realizar um gráfico como os acima, uma vez que os resultados encontrados foram tão pequenos que não houve necessidade de calcular a DBO, valor que era importante por norma.

Referências Bibliográficas

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

Assis da Silva, I., & Mattos de Oliveira Cruz, L. (2021). Estudo sobre a viabilidade quantitativa do aproveitamento de água de chuva em campus universitário. *Revista DAE*, 69(233), 119–129. <https://doi.org/10.36659/dae.2021.081>

GIACCHINI, Margolaine. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS. [S. l.], [s.d.].

MARCÓRIO, Isabela Araújo; RIBEIRO, Rafael Zanelati. ESTUDO DE METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA. [S. l.], 2009.

SILVA, Mislainy Mayana Moura Araújo; MAIA, Adelena Gonçalves. Equation for rainwater tank efficiency: Considering demand, roof area, tank size and pluvial regime. *Environmental Challenges*, [S. l.], v. 3, p. 100044, 2021. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100044.