

TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA APROVEITAMENTO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

Thayná Maria Fagundes Machado – thayfmachado@gmail.com

Universidade Luterana do Brasil, Engenharia Ambiental e Sanitária
Av. Farroupilha, 8001
92425900 – Canoas – RS

Nádia Teresinha Schröder – nadia.schroder@gmail.com

Universidade Luterana do Brasil, Engenharia Ambiental e Sanitária

Renata Farias Oliveira – renata@rebambiental.com.br

Universidade Luterana do Brasil, Engenharia Ambiental e Sanitária

Resumo: O aumento do consumo de água potável pela demanda populacional e industrial técnicas de tratamento, aproveitamento e reuso. A água da chuva é uma alternativa para reduzir essa necessidade, porém se faz necessário caracterizar seus parâmetros para identificar a qualidade e o volume a ser utilizado. Este estudo visou avaliar a qualidade da água da chuva e calcular o volume captado do telhado de uma indústria química, em Estância Velha/RS, bem como propor um sistema de tratamento para aproveitamento no processo produtivo, visando o aprimoramento da relação entre a disponibilidade da água da chuva e a sua demanda no processo. As análises dos parâmetros foram realizadas antes e após o sistema de tratamento de água. O sistema foi composto por filtro de areia e carvão ativado seguido de desinfecção com adição de cloro. O volume de água da chuva captada atende a demanda do processo produtivo. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, para a água bruta, os parâmetros físico-químicos foram satisfatórios e as microbiológicas não se enquadraram nos padrões exigidos. Os resultados após filtração indicaram que o material filtrante causou interferência nos valores de turbidez e sólidos, no entanto tais parâmetros não apresentaram interferência no resultado da amostra de produto químico produzido com a água tratada. As análises microbiológicas pós-tratamento indicaram valores aceitáveis para os padrões de qualidade da indústria. Mesmo com alteração de turbidez e sólidos é viável a utilização do sistema de tratamento de água para aproveitamento no processo produtivo da indústria química.

Palavras-chave: Água da chuva. Reuso. Qualidade da água.

RAINWATER TREATMENT FOR USE IN THE PRODUCTION PROCESS OF A CHEMICAL INDUSTRY

Abstract: The increase in drinking water consumption due to population and industrial demand for treatment, use and reuse techniques. Rainwater is an alternative to reduce this need, but it is necessary to characterize its parameters to identify the quality and volume to be used. This study aimed to evaluate the quality of rainwater and calculate the volume captured from the roof of a chemical industry, in Estância Velha/RS, as well as to propose a treatment system for use in the production process, aiming to improve the relationship between the availability of rainwater and its demand in the process. Parameter analyzes were carried out before and after the water treatment system. The



system consisted of a sand filter and activated carbon followed by disinfection with the addition of chlorine. The volume of rainwater captured meets the demand of the production process. Physicochemical and microbiological analyzes were carried out for the raw water, the physicochemical parameters were satisfactory and the microbiological ones did not meet the required standards. The results after filtration indicated that the filter material caused interference in the turbidity and solids values, however these parameters did not interfere in the result of the chemical product sample produced with the treated water. Post-treatment microbiological analyzes indicated acceptable values for industry quality standards. Even with changes in turbidity and solids, it is viable to use the water treatment system for use in the production process of the chemical industry.

Keywords: Rain water. Reuse. Water quality.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por água potável vem crescendo cada vez mais devido a diversas atividades humanas que são dependentes desse recurso. Mesmo sendo um elemento renovável, a sua utilização vem tornando-se maior do que o disponível, sendo cada vez mais perceptível a sua escassez (CETESB, 2021). Para reduzir o consumo de água potável e minimizar os impactos ambientais devido a degradação desse recurso, a água da chuva pode ser aproveitada em diversas atividades, tanto no setor industrial, residencial e agrícola. No setor industrial pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, entre outros. Nas residências, pode-se utilizar a água para descargas em vasos sanitários, lavagem de automóveis, pisos e irrigação de jardins. Na agricultura é muito utilizada na irrigação de plantações (MAY, 2004).

A indústria química transformou-se em um dos maiores e mais globalizados setores da economia mundial. No entanto, a diversidade de produtos químicos e a influência na sua utilização deve ser avaliada devido ao elevado consumo de água, energia e dos seus impactos negativos sobre o meio ambiente (BICUDO *et al.*, 2010). Devido a este cenário, pode-se levar em consideração a necessidade de novas técnicas de captação, tratamento e reaproveitamento da água, com o objetivo de reduzir o consumo de água potável. Tais técnicas podem possibilitar que a qualidade da água atenda devidamente o processo produtivo. O reuso direto planejado de água da chuva é uma prática simples, acessível e de fácil manutenção, além disso pode trazer diversos benefícios, como na preservação do meio ambiente diminuindo a utilização de água potável, na redução do volume que será destinada ao escoamento superficial auxiliando no combate às enchentes, bem como no baixo custo para o empreendimento. Ainda pode ser apresentado como responsabilidade socioambiental visando a produção sustentável.

A água de consumo industrial é a quantidade que não retorna ao corpo hídrico ou ao tratamento de efluentes por ter sido incorporada no produto, evaporada ou não disponibilizada do seu ambiente para reuso (ANA, 2017a). Os processos industriais demandam uma grande quantidade de água, tendo em vista que pode ser utilizado em inúmeras atividades, podendo ser nas matérias primas do processo produtivo, nos sistemas de utilidades (torres de resfriamento, caldeiras), limpeza de áreas e para fins sanitários (CNI, 2013). Na avaliação nacional dos usos da água, a indústria representa o terceiro maior uso, atrás somente do abastecimento urbano e da agricultura irrigada. Onde os setores industriais que mais consomem água são: setores alimentares, produtores de papeis ou derivados, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis metalúrgica e de produtos químicos (ANA, 2017b).

A força do setor industrial ligada à sua abundância nos municípios contribui para conflitos pelo uso da água, principalmente em áreas urbanas com industrialização estável. Podendo levar em consideração a concorrência da demanda hídrica industrial com os usos para abastecimento humano. No entanto a demanda hídrica não necessariamente encontra-se áreas que possuem maior disponibilidade hídrica, pelo fato de que as indústrias e atividades iniciam suas operações por diversos e diferentes fatores, sendo eles, demanda local, questões econômicas, geográficas, sociais e logísticas (ANA, 2017a).



De acordo com a Agência Nacional de Água (ANA, 2017a) ainda que exista uma variedade de indústrias que necessitam de uma grande demanda de água, além disso estão associadas ao impacto devido o lançamento de efluentes, os dados referentes a utilização de água são recentes no Brasil, sendo um problema para a caracterização e quantificação da demanda hídrica em termos de captação, consumo, reuso e geração de efluentes.

Após a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos como um instrumento de gestão, devido a demanda crescente por água procedeu-se uma maior atenção e busca pelos sistemas de aproveitamento planejado de água. É de fundamental importância que os procedimentos do sistema sejam previamente avaliados, tendo em vista que podem existir alterações significativas conforme a quantidade e a qualidade da água que será coletada, armazenada e posteriormente tratada (TORRES *et al.*, 2018).

Considerando o aproveitamento de água da chuva, é fundamental conhecer as suas características qualitativas e quantitativas, que podem ser diferenciadas conforme a superfície em que se encontram, podendo variar conforme alguns fatores, como os elementos presentes na atmosfera, a vegetação do entorno, estação do ano, entre outros (ANNECCHINI, 2005). Para realizar o aproveitamento de água da chuva, a mesma deve ser submetida a técnicas de captação e tratamento visando a sua utilização final. Em um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva, o dimensionamento do reservatório de armazenamento é de fundamental importância, visando projetar o sistema mais adequado para seu uso. Dependendo do índice pluviométrico da região e da área de captação o sistema pode não suprir a necessidade da quantidade de água demandada, sendo necessário a utilização de água do abastecimento municipal, portanto, a aplicação desse sistema deve ser baseada na avaliação da demanda de água do processo (BEZERRA *et al.*, 2010). Independente da técnica utilizada para o aproveitamento de água da chuva, os principais componentes dessa atividade são: a área de captação (telhado ou piso), telas ou filtros para retirada dos materiais mais grosseiros (folhas e galhos) e a tubulação para a condução da água até o armazenamento de água bruta (ANNECCHINI, 2005).

A qualidade da água captada também pode ser alterada quando passa pela área de captação, podendo encontrar alguns contaminantes provenientes de fezes de animais, poeiras, folhas de árvores, revestimento de telhados, entre outros. Visto isso, sabendo que ao longo da precipitação ocorre a melhoria da qualidade da água, é recomendado que os primeiros milímetros da chuva sejam desprezados para evitar grandes contaminações (KRÜTZMANN, 2015). Mesmo que desprezando-a para remover os poluentes, ainda há a possibilidade de contaminação. Para adequar a qualidade da água visando a atividade na qual será aproveitada, é necessário realizar análises de alguns parâmetros químicos, físicos e biológicos, como por exemplo: temperatura, sólidos, pH, alcalinidade, dureza, coliformes totais e termotolerantes (HAGEMANN, 2009).

Em áreas urbanizadas, devido principalmente a atividades industriais e fluxo de veículos, podem ser encontrados poluentes como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) ou chumbo, zinco, material particulado, entre outros. Ácidos que diminuem o pH podem estar presentes devido a mistura desses gases com a água da chuva, podendo encontrar água destilada, sendo o pH de 5,6 (KRÜTZMANN, 2015). Desta forma, o uso da água vai depender da qualidade dela. A água da chuva apresenta baixos valores para a dureza, o que significa que essa água tem uma grande potencialidade para lavagem de roupas, processos industriais, entre outros (PHILIPPI *et al.*, 2006). Neste contexto, este estudo objetivou analisar o volume e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água da chuva captada em uma indústria química e propor um sistema de tratamento dessa água para aproveitamento no processo produtivo dessa indústria, bem como a sua utilização na produção de seus produtos químicos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a viabilidade de implantação do sistema aproveitamento da água da chuva, foi necessário caracterizar a área de estudo com a sua respectiva descrição, dados da pluviosidade do município de



Estância Velha/RS, consumo diário de água para o processo produtivo do empreendimento em estudo.

O empreendimento em estudo está inserido em uma gleba urbanizada do município de Estância Velha, que pertence à mesorregião metropolitana de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul (RS). Ele possui em seu entorno uma grande quantidade de vegetação de sucessão secundária. De acordo com o seu Plano Diretor, a indústria em questão fica localizada na Zona 1 (PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTÂNCIA VELHA, 2012). No município a mata nativa tem composição e estruturas diferentes, onde caracteriza-se por apresentar indivíduos de alto porte e grande quantidade de espécies (FETTER, 2016). Na Figura 1 é possível visualizar o entorno do empreendimento.

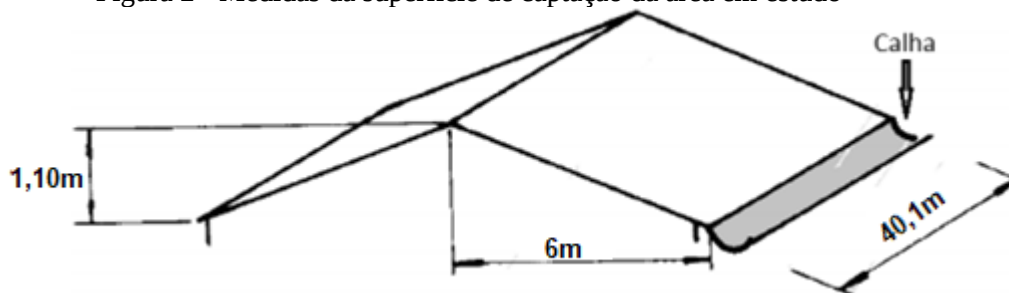
Figura 1 - Entorno do empreendimento em estudo



Fonte: GOOGLE MAPS (2023)

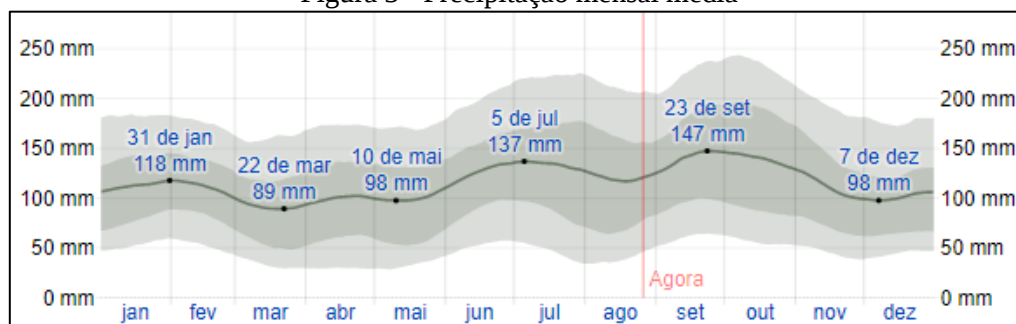
O empreendimento em estudo é uma indústria de fabricação de produtos químicos que possui sua edificação com área útil de aproximadamente 500 m². O telhado é inclinado de duas águas (Figura 2) e de aço galvanizado, o contorno da superfície de captação é uma platibanda. Para a verificação das medidas, foi desconsiderado 20 cm de calha para cada uma das duas águas.

Figura 2 - Medidas da superfície de captação da área em estudo



O Rio Grande do Sul apresenta uma distribuição equilibrada de precipitação ao longo do ano, devido as massas de ar oceânicas que chegam. As chuvas no sul são significativamente menores que no norte do Estado (ATLAS, 2020). Em Estância Velha, as condições meteorológicas indicam que o máximo de chuva anual ocorre aproximadamente no mês de setembro com uma acumulação total média de 147 mm. O mínimo ocorre aproximadamente no mês de março, com acumulação total média de 89 mm (Figura 3) perfazendo uma média mensal de 115 mm (WEATHER SPARK, 2016).

Figura 3 - Precipitação mensal média



Fonte: WEATHER SPARK (2016).

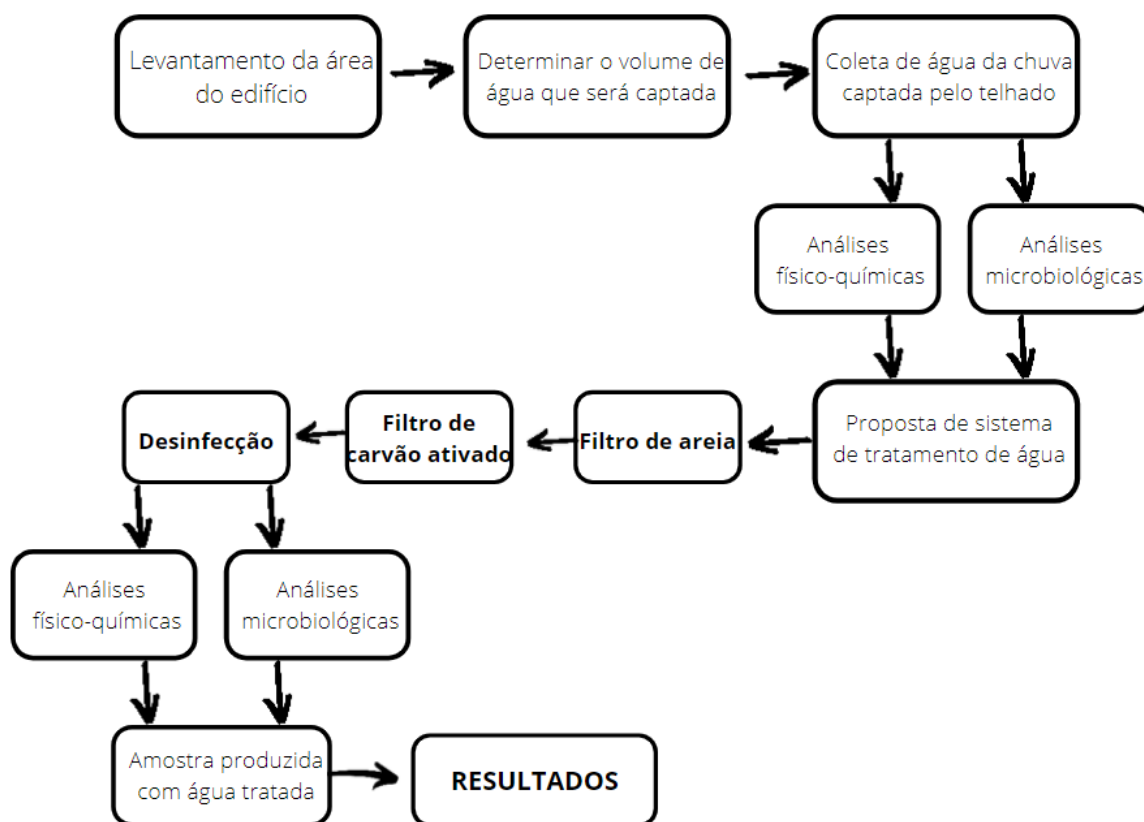
A indústria em estudo é especializada em produtos à base de água e tem como objetivo produzir para os setores de matrizaria, injeção, metalização, corte e dobra de metais e limpeza de maquinário. Os produtos a base de água são benéficos em diversos aspectos por não utilizarem derivados do petróleo, não causam impactos significativos ao meio ambiente. Além disso, não oferecem grandes riscos à saúde e à segurança para quem manuseia devido o mesmo não ser inflamável. Os produtos à base de água, que apresentam concentrações entre 15-80%, são produzidos na planta da empresa e a água utilizada é retirada da rede pública. Antes da utilização de água no processo produtivo é realizada análise do pH (entre 5 e 7,5) e após a produção do produto são realizadas novas análises (pH, sólidos e densidade) para verificar se está de acordo com os padrões de qualidade.

3.METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso com análises da água da chuva captada pela superfície do telhado da indústria química em estudo. Para propor o sistema de tratamento de água foi necessário realizar uma pequena demonstração do tratamento no Centro de Pesquisa em Produtos e Desenvolvimento (CEPPED) na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) Campus Canoas. Na Figura 4, verifica-se o fluxograma das etapas propostas para atender os objetivos do trabalho.



Figura 4 - Fluxograma da sequência metodológica



Após o levantamento quantitativo de água, em litros (L), que é utilizada em cada produto a base de água, foi necessário fazer uma média de seis meses de consumo de água no processo produtivo. Baseado na Equação 1 e 2 é possível definir que a área e o volume de captação de uma água do telhado da indústria. Para o escoamento superficial deste telhado foi considerado $C=0,8$, pois de acordo com Ogrodnik (2018), a eficiência do sistema de captação é estabelecida na prática em 0,85. Para o cálculo da área em superfície inclinada temos a Equação 1.

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot b$$

Equação 1

Onde:

A= área da superfície inclinada (m^2);

a= cateto do triângulo (m);

h= altura do triângulo (m);

b= largura do telhado (m).

Sabendo a área de captação, a quantidade de chuva precipitada e o coeficiente de escoamento superficial da cobertura é possível conhecer o volume de água que será escoada para o reservatório de armazenamento. De acordo com a ABNT NBR 15527 é possível calcular o volume utilizando-se a Equação 2.

$$V = P \times A \times C \times n_{\text{fator de captação}}$$

Equação 2

Onde:

V= Volume anual, mensal ou diário de água da chuva aproveitável (L);

P= Precipitação média anual, mensal ou diária (mm);



A= Área de coleta (m²);

C= Coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$n_{\text{fator de captação}}$ = Eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

A coleta da amostra foi realizada diretamente do cano de PVC que transporta a água da chuva oriunda da calha do telhado. Para essa coleta foi utilizado um recipiente de vidro previamente esterilizado de 690mL.

Para a caracterização qualitativa da água da chuva coletada do telhado foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, com o objetivo de avaliar o funcionamento do sistema de tratamento proposto. Os parâmetros analisados foram: pH, temperatura, turbidez, dureza, cloretos, sólidos, coliformes totais e *Escherichia coli*. As análises físico-químicas foram realizadas no Centro de Pesquisa em Produtos e Desenvolvimento (CEPPED) e as análises microbiológicas das amostras de água bruta e tratada foram encaminhadas em temperatura adequada ao Laboratório de Bacteriologia e Micologia do Hospital Veterinário da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Os parâmetros analisados e métodos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros analisados e técnicas utilizadas

Parâmetros	Método analítico	Unidade
pH	Potencionométrico (pHmetro Digimed)	-
Turbidez	Nefelométrico (Turbidímetro Digimed)	UNT
Dureza	Titulométrico (EDTA)	mg.L ⁻¹
Cloretos	Titulométrico (AgNO ₃)	g/L
Sólidos Totais	Standart Methods	mg.L ⁻¹
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	Standart Methods	NMP/100ml

O tratamento experimental estabelecido para o estudo constituiu-se de um filtro elaborado em uma garrafa PET de 500ml cortada ao meio. Para não ocorrer a mistura dos materiais, entre eles foram inseridas camadas de algodão. Pode-se verificar que a água passou primeiramente por pedras para remover os sólidos maiores. Após passou pelo filtro de areia para retirada de sólidos em suspensão e finalmente encontrou o carvão ativado granular para retirada do restante dos poluentes, seguindo para a desinfecção, com a finalidade de remover os agentes microbiológicos. Com base na Portaria GM/MS Nº 888 de 2021, foi adicionado uma quantidade proporcional de tricloro, na água que passou pelo filtro e então sendo agitado para sua diluição.

A amostra de produto produzida com a água tratada foi de um dos produtos que mais contém água na sua formulação, de 500mL de amostra de produto elaborado, 396mL foram de água tratada. O material é vendido para indústrias de usinagem, que tem o objetivo de lubrificação, refrigeração e proteção do equipamento que é utilizado no seu processo produtivo.

A produção do experimento foi realizada no laboratório da indústria química em estudo com o acompanhamento do técnico químico responsável. Primeiramente foi necessário identificar a ordem de produção que contém os procedimentos com o passo a passo do processo produtivo do produto. Foi utilizado uma balança analítica de bancada, um misturador de amostras à 17Hz e um Becker para inserir as matérias primas, que são identificadas ocultamente pela sigla M seguida de um número.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os resultados obtidos no decorrer do presente trabalho, como o volume de água captada pelo telhado e a variação após o tratamento da água referente os seguintes parâmetros: pH, turbidez, dureza, cloretos, sólidos e organismos microbiológicos. Além disso, foi avaliado a amostra do produto químico produzido utilizando a água posteriormente tratada.



O volume de água consumido para a produção dos produtos químicos é de aproximadamente 10.088,3L ou 10m³ por mês. Com base nas ABNTs NBRs 10844 e 15527, o telhado de duas águas possui a área de captação de uma delas de aproximadamente 262,6m². Como será utilizada toda a superfície, então este valor será multiplicado por 2, resultando em 525,3 m². A partir do cálculo efetuado tem-se um volume de captação mensal de aproximadamente 41.078L, ou 41m³ ao mês. Assim sendo, a disponibilidade da água da chuva atende além da demanda de utilização da produção. Tendo em vista que há períodos de menor precipitação local, considera-se importante a instalação de um reservatório de armazenamento. Além disso, se considerar que o volume de água captada possa exceder o utilizado pela demanda da produção, recomenda-se estudo para o uso da água nas bacias sanitárias, na irrigação de áreas verdes da indústria, e na lavagem do pátio e de equipamentos.

A caracterização da água da chuva em estudo se deu com a determinação dos principais parâmetros para atender a qualidade necessária exigida pela indústria química em estudo. Considerando que a indústria utiliza na sua produção a água de abastecimento público fornecido pela companhia do município, foi utilizado como critério a Portaria GM/MS Nº 888 de 2021 (BRASIL, 2021).

A análise do pH da água foi de fundamental importância, tendo em vista que, conforme documento interno da empresa elaborado no ano de 2021, qualquer valor inferior a 5 e superior a 7,5 pode alterar a composição do produto químico produzido. Caso o produto fique fora da especificação, ele necessita de ajuste para atender os parâmetros do controle de qualidade. O pH da água coletada, após a passagem pelos telhados, apresentou resultado levemente ácido (6,55). Após o tratamento da água foi observada um aumento do pH para neutro (7), não sendo relevante para a produção do produto.

Comparando os resultados obtidos das análises da água coletada do telhado com a água pós-tratamento, foi possível observar o grande aumento de sólidos suspensos e consequentemente o aumento da turbidez. Para sólidos foi obtido o resultado de 24,4 mg/L na água coletada do telhado e após tratamento resultou em 220mg/L.

A turbidez da água coletada apresentou 3,14 NTU. O valor baixo de turbidez é esperado levando em consideração que com o passar do tempo, o telhado vai sendo lavado pela água da chuva e então, a água coletada da indústria vai ficando mais limpa (BOTEAGA, 2007 apud PEREIRA, 2014). O resultado da turbidez após o tratamento foi de 13,2 NTU. A areia utilizada como meio filtrante foi responsável pelo aumento da turbidez e dos sólidos da amostra, devido à presença de finos, de difícil remoção, aderidos ao grão (SOUZA, 2011). Apesar dos valores de sólidos acima do esperado, não foi ultrapassado o limite estabelecido pela Portaria GM/MS Nº888/2021, que estabelece o limite máximo de 500mg/L. Visto que houve o aumento desses parâmetros é possível considerar a importância do armazenamento posterior ao tratamento, proporcionando a separação das fases sólido e líquido, ocorrendo a sedimentação dos sólidos presentes na água e ainda melhorando a qualidade dessas características físicas. Além disso, considera-se estudar o uso de outros tipos de meios filtrantes para a construção do filtro.

É necessário a utilização do titulante EDTA para avaliação da dureza, que resultou em um valor de dureza da água bruta de 7,26mg/L. A água da chuva pode ser classificada como mole (<50mg/L) indicando que pode ser utilizada sem restrições (BASTOS, 2007). A água tratada teve um resultado de dureza de 12,1mg/L. A dureza consiste na presença de concentrações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na água, é possível verificar a baixa concentração desses sais na água. Pode-se constatar que o aumento deste parâmetro foi devido a algum composto que pode ter no meio filtrante (areia) (SOUZA, 2011). A indústria química em estudo utiliza água da rede de abastecimento pública, e portanto, os parâmetros são regidos pela Portaria GM/MG Nº888/2021, que estabelece para dureza o teor de 300 mg/L como valor máximo permitido. Os valores da dureza registrados neste estudo estão abaixo do estabelecido por instrumento legal e, portanto, não deverá alterar a composição ou qualidade do produto.

A amostra de água bruta apresentou 17,16g/L de cloretos e a amostra de água tratada com 65,19g/L. Tendo em vista a técnica de tratamento que foi utilizada, o aumento de cloretos era esperado devido a adição de cloro na etapa de desinfecção. A Portaria GM/MG Nº888/2021 estabelece o limite máximo de 250mg/L para cloretos. Neste contexto, ao analisar os resultados, observa-se que tal parâmetro não causará interferência na produção dos produtos químicos da indústria.



Nas análises microbiológicas foi possível constatar que houve a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* da amostra coletada do telhado da indústria. Segundo Pereira (2014), esse resultado é observado devido a água passar pela superfície de captação que pode conter limo e bactérias. O baixo atendimento de processos de desinfecção da água pode comprometer na sua qualidade, principalmente microbiológica (SILVA, 2006). Na água após o tratamento, não se identificou a presença desses organismos. Tal resultado é esperado, tendo em vista que o filtro auxilia na remoção de algumas bactérias. Além disso, houve a etapa de desinfecção com cloro, removendo o restante dos microrganismos.

Após a elaboração de amostra do produto que contém aproximadamente 80% de água tratada na sua formulação, este foi armazenado para posterior avaliação de teste de qualidade. O teste de qualidade foi realizado pela técnica química do controle de qualidade da indústria em estudo, o mesmo foi aprovado, pois estava nos padrões de qualidade exigidos para a sua atividade fim. Portanto, poderia seguir para comercialização.

5. CONCLUSÕES

O estudo em questão procurou avaliar a viabilidade da instalação de um sistema de captação e tratamento de água da chuva para aproveitamento no processo produtivo de uma indústria química, juntamente com a caracterização da água bruta e tratada para verificar a sua qualidade. Tendo em vista o aumento significativo do consumo de água, causando diversos impactos no ecossistema, a alternativa para aproveitamento da água da chuva para uso industrial é de extrema importância, visto que a indústria química em geral utiliza grande quantidade de água na sua produção.

Constatou-se que o volume mensal de água captada pelo telhado atende o consumido pela indústria. Portanto, quanto ao volume de água é viável a instalação de um sistema de captação e tratamento de água da chuva, visto que atende a necessidade industrial.

As análises realizadas com a água bruta demonstraram resultados muito satisfatórios, visto que todos os parâmetros físico-químicos avaliados atenderam os limites estabelecidos na Portaria GM/MG N°888/2021. Os parâmetros microbiológicos não atenderam o requerido para amostra bruta. Neste contexto, não é recomendado a utilização da água da chuva sem tratamento prévio, visto que os organismos microbiológicos podem alterar a qualidade do produto químico produzido na indústria.

Verificou-se, também, que o filtro de areia e carvão ativado é eficiente para a remoção de sólidos de maiores dimensões, pois comporta granulometria até 5 µm. Por isso foi compreensível o aumento da turbidez e dos sólidos. Dessa forma, o sistema de tratamento necessita de futuros estudos com relação a qualidade e a granulometria do meio filtrante.

Conclui-se que instalação do sistema de coleta e tratamento de água da chuva se torna viável para a indústria em estudo, uma vez que o volume coletado atenderá a demanda de água necessária no processo. Além disso, dado que a amostra de produto produzida com a água pós-tratamento passou no teste de qualidade, é possível sugerir o uso na produção dos produtos químicos.

6. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água na Indústria: Uso e coeficientes técnicos**. Brasília, 2017a. 37p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf> Acesso em: 26 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Estudo da Agência Nacional de Águas aborda o uso da água no setor industrial**. Brasília: Ana, 2017b. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/estudo-da-agencia-nacional-de-aguas-aborda-uso-da-agua-no-setor-industrial>> Acesso em 13 set. de 2023.



ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

ATLAS, Socioeconômico. **Clima temperatura e precipitação do Rio Grande do Sul**. 2020. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>> Acesso em: 24 ago. 2023.

BASTOS, F. P. **Tratamento de água da chuva através de filtração lenta e desinfecção UV**. 2007. 135f. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1933/1/Dissertacao%20Fernanda%20Bastos.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2023.

BEZERRA, S.N.C.; CHRISTIAN, P.; TEIXEIRA, C.A.; FARAHBAKHS, K. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.10, n4, p. 219-231, 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/13020/10609>>. Acesso em: 10 nov 2023.

BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Abc, 2010. 204p. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6820.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021**. Brasília, 07 maio 2021. Seção 1, p. 1-127. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 30 out. 2023.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **O problema da escassez da água no mundo**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/> Acesso em: 13 set. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Uso da Água no setor industrial brasileiro**. Brasília, 2013. 36 p. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf Acesso em: 03 ago. 2023.

FETTER, S. I. **Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta estacional em área degradada por mineração**. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Avaliação de Impactos Ambientais, Centro Universitário La Salle – Unilasalle, Canoas, 2016. Disponível em: <http://svr-net20.unilasalle.edu.br/handle/11690/733>. Acesso em: 10 out. 2023.



GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-29.6611899,-51.176369,18z>> Acesso em: 10 out. 2023.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7715/HAGEMANN,%20SABRINA%20ELICKER.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

KRÜTZMANN, U. E. **Captação da água das chuvas com a reutilização em bacias sanitárias**. 2015. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS, 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/33ce1b0b-7d5c-4e9b-95d3-ffb7bb81d2e0/content>> . Acesso em: 26 set. 2023

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água da chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simonemay.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2023.

OGRODNIK, B. Dimensionamento de um sistema de captação e reaproveitamento de águas pluviais na escola estadual de educação básica Dom Orlando Dotti. **Ignis**, Caçador, v.7, n.1, p. 97-114, jan./abr. 2018. Acesso em: 10 ago. 2023.

PEREIRA, Alini Patricia. **Avaliação da qualidade da água da chuva**. 2014. 28f. (Curso Técnico) – Curso técnico em Química, Centro de Educação Profissional – CEP, Lajeado, 2014. Disponível em: <<https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/Alini.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2023.

PHILIPPI, L. S. *et al.* **Aproveitamento da Água de Chuva**. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006, v.5. 352p. (Projeto PROSAB, Edital 4). Título original: Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTÂNCIA VELHA (Município). **Lei nº 1821, de 15 de outubro de 2012**. Altera, atualiza e consolida a legislação que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Estância Velha e dá outras providências. Estância Velha, RS, 15 out. 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/e/estancia-velha/lei-ordinaria/2012/183/1821/lei-ordinaria-n-1821-2012-altera-atualiza-e-consolida-a-legislacao-que-dispoe-sobre-o-plano-diretor-do-municipio-de-estancia-velha-e-da-outras-providencias-2013-09-26-versao-consolidada>. Acesso em: 11 nov. 2023.

SILVA, C. V. **Qualidade da água da chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí, MG**. 2006. 136f. Dissertação (Pós-Graduação) – Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ENGD-6SWQL5/1/carolinaventura277.pdf>> Acesso em 14 nov. 2023.

SOUZA, V. C. **Avaliação Da Qualidade Da Água De Chuva Em Maceió/Al Coletada Em Telhados: Tratamento Através De Filtração Lenta e Possíveis Utilizações**. 2011. 104f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia – CTEC, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, 2011. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/SITE_ANTIGO/VictorCantalice_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 14 nov. 2023.





12º Simpósio
Internacional de
Qualidade
Ambiental

Data do Evento:
04, 05 e 06/11/2024

TEMA:
Desafios e soluções
ambientais na
adequação aos
critérios ESG

TORRES, T. L. *et al.* Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reúso e recuperação. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 3-17, abr. 2018. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/04/GEST%C3%83O-DO-USO-DA-%C3%81GUA-NA-IND%C3%9ASTRIA-APLICA%C3%87%C3%83O-DO-RE%C3%9ASO-E-RECUPERA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas de Estância Velha**. 2016. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29702/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Est%C3%A2ncia-Velha-Brasil-durante-o-ano>> Acesso em 20 ago. 2023.

Realização



ABES-RS

PUCRS



abes-rs@abes-rs.org.br

(51) 999330700

www.abes-rs.org.br

