

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS RIO VERDE GOIÁS
ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

LETÍCIA DE ALMEIDA RESENDE

**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE DESTILADORES
CLEVENGER**

**RIO VERDE - GO
2022**

LETÍCIA DE ALMEIDA RESENDE

**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE DESTILADORES
CLEVINGER**

Monografia apresentada ao Instituto Federal
Goiano - Campus Rio Verde - GO para a obtenção
do título de Bacharelado em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Coorientador(a): Mr. Daniely Karen Matias Alves
Coorientador: Dr. Wilker Alves Morais

**RIO VERDE-GO
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Rp Resende, Leticia de Almeida
 POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
 DESTILADORES CLEVINGER / Leticia de Almeida Resende;
 orientador Marconi Batista Teixeira; co-orientadora
 Daniely Karen Matias Alves. -- Rio Verde, 2022.
 22 p.

 TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) -Instituto
 Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

 1. Escassez hídrica. 2. Conservação da água. 3.
 Reuso. 4. Práticas conservacionistas. I. Batista
 Teixeira, Marconi, orient. II. Matias Alves, Daniely
 Karen, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 58/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

1 ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 27 dias do mês de abril de 2022, às 19:00 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Marconi Batista Teixeira (orientador), Daniely Karen Matias Alves (coorientadora), Wilker Alves Morais (coorientador), Suiaine Ridan Pires de

Melo (membro) e Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Potencial de aproveitamento de água de destiladores

Clevenger” da estudante Letícia de Almeida Resende, Matrícula nº 2015202200740012 do Curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Marconi Batista Teixeira

Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Daniely Karen Matias Alves

Coorientadora

(Assinado Eletronicamente)

Wilker Alves Morais

Coorientador

(Assinado Eletronicamente)

Suiaine Ridan Pires de Melo

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Frederico Antonio Loureiro Soares

Membro

Observação: o orientador, neste ato, assina em nome da Eng. Ambiental Suiaine Ridan Pires de Melo (Membro externo).

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Wilker Alves Morais, 2017102320140165 - Discente, em 19/07/2022 17:24:27.
- Daniely Káren Matias Alves, 2020202320140010 - Discente, em 19/07/2022 17:21:20.
- Frederico Antonio Loureiro Soares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2022 17:10:23.
- Marconi Batista Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2022 17:07:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 409060

Código de Autenticação: d86679f789



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3620-5600

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE DESTILADORES CLEVINGER

Resumo: Frente ao cenário de escassez hídrica, torna-se clara a importância do desenvolvimento de ações visando a conservação de água. Esta, por sua vez, é atribuída às ações que favorecem a economia da água nos mananciais, nos sistemas públicos de abastecimento de água e nos sistemas prediais. Entre as ações de conservação da água se enquadra o reuso, o qual possibilita reaproveitar para outros fins, a água já utilizada. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento da água de refrigeração de um destilador Clevenger em uso, no Laboratório de Química dos Produtos Naturais do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Para tanto, foram desenvolvidas três etapas principais: (i) medição do volume de água de descarte do destilador, (ii) monitoramento físico-químico do fluxo de água de saída do destilador e (iii) proposição de uma possível instalação padrão para reuso da água descartada do destilador. O valor médio do volume de água descartada foi de 134,09 L/h. Com base nos parâmetros físico-químicos monitorados (temperatura, pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, turbidez e cloro residual), conclui-se que a água de saída do destilador pode ser reutilizada para lavagem de vidraria, limpeza em geral da edificação e rega de plantas. Identificou-se que para possibilitar o reuso da água descartada do destilador estudado, é necessária uma instalação composta basicamente por dois reservatórios (um inferior e outro superior) com capacidade de 500 litros, e um conjunto moto-bomba.

Palavras-Chave: Escassez hídrica. Conservação da água. Reuso. Práticas conservacionistas.

POWER TO USE WATER FROM CLEVINGER DISTILLERS

Abstract: Faced with the water scarcity scenario, the importance of developing actions aimed at water conservation becomes clear. This, in turn, is attributed to actions that favor water savings in springs, public water supply systems and building systems. Among the water conservation actions is the reuse, which makes it possible to reuse, for other purposes, the water already used. In this context, the present work had as general objective to evaluate the potential of use of the cooling water of a Clevenger still in use in the Laboratory of Chemistry of Natural Products of the Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde. Therefore, this work was carried out in three main stages: (i) measurement of the volume of distiller's discharge water, (ii) physical-chemical monitoring of the distiller's exit water flow and (iii) proposal of a possible standard installation for reuse of distiller water. The average value of the volume of water discarded was 134.09 L/h. Based on the physical-chemical parameters monitored (temperature, pH, EC, SDT, turbidity and residual chlorine), it is concluded that the distiller's output water can be reused for washing glassware, general cleaning of the building and watering plants. . It was identified that to enable the reuse of water discarded from the distiller studied, it is necessary to install an installation basically composed of two reservoirs (one lower and one upper) with a capacity of 500 liters, and a motor-pump set.

Keywords: Water scarcity. Water conservation. reuse. Conservation practices

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL	10
2.2 USO RACIONAL DE ÁGUA.....	12
2.2.1 Reuso de água	12
2.3 PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA EM UNIVERSIDADE.....	13
2.4 EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS.....	14
2.4.1 Aproveitamento de água de refrigeração de destiladores autoClevenger.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	17
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	19
3.2.1 Monitoramento do fluxo de água do destilador utilizado no Laboratório de Química dos Produtos Naturais.....	19
3.2.2 Parâmetros físico-químicos para o monitoramento da água de saída dos destiladores.....	19
3.2.3 Proposição de instalação padrão para reuso da água de refrigeração do destilador.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÕES.....	24
6 REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A expansão desordenada da população em conjunto com o amplo desenvolvimento econômico e tecnológico tem gerado pressões sobre as fontes de abastecimento de água existentes, resultando na necessidade de aumentar a disponibilidade hídrica para garantir seus diversos usos. Assim, assuntos relacionados ao consumo de água bem como o desperdício deste recurso, passaram a ser uma preocupação de governantes, ambientalistas técnicos e da sociedade em geral.

A reutilização não é um conceito novo, já que desde a Grécia antiga tem sido relatado para tratar o esgoto e usá-lo para irrigação. Essa é uma prática que vem sendo utilizada mundialmente há muitos anos (CETESB, 2016). O uso de efluentes traz benefícios, pois pode ser utilizado para diversas finalidades. Como essa água de qualidade inferior pode atender a usos menos exigentes, a disponibilidade de água de alta qualidade aumentará (CABRAL, VIEIRA, 2012).

Por esta razão, ações como reuso, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se tornaram práticas conservacionistas, enquadradas nos principais atos em termos de gestão e incentivo da racionalização dos recursos hídricos (ANA, 2005). Segundo a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo /Centro - FIESP/CIESP (2004), o uso racional é uma prática que proporciona melhorias e garantia do uso da água. O uso de forma consciente pode disponibilizar água em quantidade e qualidade para atender as necessidades da população além de possibilitar o desenvolvimento de novas indústrias. Assim, medidas de racionalização do uso da água e de reaproveitamento se compõem como elementos importantes para a iniciativa de conservação desse recurso (MELO, 2010).

Para Corrêa (2014), a principal vantagem do uso da água de reuso é a conservação da água potável, pois pode substituir seu uso por outras águas já utilizadas sem afetar sua destinação. Água de melhor qualidade pode ser reservada para beber. Para Rodrigues (2005), o reuso da água é uma estratégia para reduzir o consumo de água, controlar a demanda e utilizá-la como recurso suplementar.

De acordo com Gonçalves et al. (2006), um programa de conservação de água eficiente compreende ações que busquem não só reduzir a demanda deste recurso, mas também gerir a oferta do mesmo. Trata-se de um programa mais abrangente, pois além do consumo eficiente, propõe a introdução de fontes alternativas, a fim de

auxiliar no processo de racionalização, como através da obtenção de fontes alternativas de água (captação de água de poço, captação e aproveitamento de águas pluviais e tratamento de esgoto e seu reuso) para aumentar o abastecimento de água. (CABRAL, 2012).

O desperdício de água se tornou um fator gerador de alguns problemas que são vivenciados pela população em geral, problemas esses derivados de mal uso e/ou usos abusivos do recurso, além do consumo exagerado no ramo industrial, comercial e agrícola. Para isso, a preservação e o uso racional desse recurso natural tornaram-se alvo tão importante do ponto de vista ambientalista.

É comum se deparar com situações que caracterizam o desperdício de água em grandes edificações, como por exemplo, no Instituto Federal Goiano pertencente ao Campus Rio Verde. Diante disso, objetivou-se estabelecer ações para implementar o sistema de captação de água de resfriamento de destiladores do Laboratório de Química de Produtos Naturais do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, com o intuito de promover a racionalização e reuso da água.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Disponibilidade Hídrica no Brasil

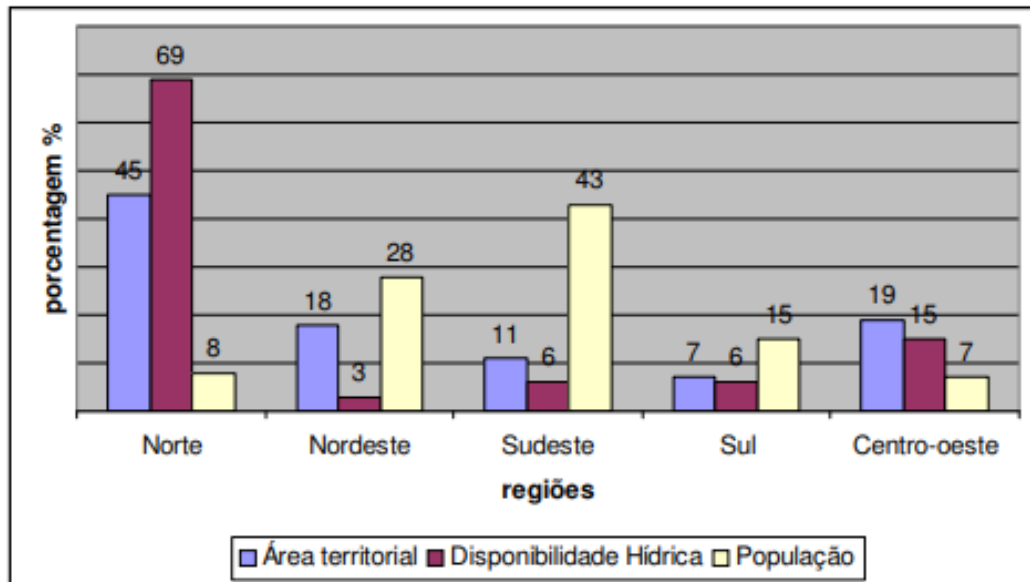
A água é essencial para a sobrevivência de toda a vida na Terra. Seu uso aumentou consideravelmente devido ao rápido crescimento populacional, industrial e agrícola. Com a demanda cada vez maior por água no dia a dia, há escassez de recursos hídricos, principalmente devido à poluição e mau uso dos recursos hídricos.

O Brasil possui uma das maiores reservas hídricas do planeta, possuindo 12% da água doce superficial disponível em todo Planeta Terra. Esses recursos, distribuídos de forma irregular no território brasileiro, estão sob a influência de uma grande variedade de processos climatológicos que regulam a distribuição e a disponibilidade da água, conforme Relatório sobre segurança hídrica da ANA (ANA, 2022).

A disponibilidade hídrica brasileira está concentrada nas regiões menos populosas, como a região Norte que possui 45% da área territorial brasileira, 69% de toda a água disponível e somente 8% da população nacional. Enquanto a região

Sudeste acomoda 43% da população e 6% da água disponível no país, semelhante à região Nordeste que tem 28% da população, mas conta com 3% da água disponível (GHISI, 2004).

Figura 1: Área territorial, disponibilidade hídrica e população por regiões brasileiras



Fonte: GHISI (2004).

De acordo, com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2009), 97,5% é água salgada e se encontra presentes nos oceanos e mares, tornando-a inadequada para e ressaltar que o processo de dessalinização do bem pode ser feito, porém o custo para tornar a água pronta para consumo o consumo humano é bem alto, tornando um processo inviável. Dos 2,5% de água doce disponível, 69% se encontram em geleiras com difícil acesso, 30% estão armazenadas em aquíferos com profundidade de capacidade de difícil acesso ao bem, e 1% está disponível nos leitos dos rios. O Brasil possui cerca de 82 rios que disponibilizam água para os países vizinhos, incluindo bacias importantes como a bacia do Amazonas e a bacia do Prata, além de possuir, em considerável extensão territorial, a presença dos aquíferos Guarani e Amazonas (ANA, 2009).

A procura de água para as atividades sociais e econômicas da humanidade provém de rios e lagos de água doce. Diante desse fato há uma preocupação de especialistas e estudiosos para a crise da água, pois estatisticamente é possível que ocorra uma depleção do volume da água em 30 ou 40 anos, isso devido ao alto crescimento populacional (COSTA, 2010a).

2.2 Uso racional de água

O uso racional de água pode ser definido como um conjunto de práticas tecnológicas que proporcionam a melhoria e a eficácia do seu uso. A eficiência do uso da água é capaz de aumentar a disponibilidade deste bem para os demais usuários, além de atender o aumento populacional e auxiliar na preservação do meio ambiente. Assim, medidas de racionalização do uso e de reuso de água se integram como elementos essenciais em qualquer iniciativa de conservação, e são cruciais para o desenvolvimento econômico e social de uma nação.

Devido ao crescimento desordenado das cidades, a escassez de água se tornou um problema, assim o Programa de Uso Racional de Água (PURA), tem o objetivo de melhorar a forma de utilização desse recurso, visando diminuir a demanda e os desperdícios. Para Gonçalves et al. (2006), o Programa de Conservação de Água (PCA) engloba ações que não só buscam reduzir a demanda do recurso, mas também gerar a oferta do mesmo. Ou seja, é um programa mais abrangente propondo o consumo eficiente bem como introdução de fontes alternativas, a fim de auxiliar no processo de racionalização.

2.2.1 Reuso de água

Medidas sustentáveis vêm sendo adotadas a fim estabelecer melhorias na distribuição de água a nível mundial, mantendo o controle ambiental e conseqüentemente vantagens socioeconômicas, embora no Brasil estas medidas estejam sendo lentamente implantadas (COSTA, 2010c). O uso racional da água compreende o reuso da água, o controle de desperdícios, a diminuição de efluentes produzidos e redução do consumo de água (CETESB, 2013).

A água de reuso pode ser utilizada para atender demandas menos exigentes como rega de jardins, descargas de privada, limpezas de piso entre outros, que são atividades que não necessitam de água que atenda aos padrões de potabilidade. Sendo assim, o reuso pode contribuir para a diminuição de captação de água em mananciais que se destinam ao abastecimento público, contribuindo para elevar a eficiência das estações de tratamento de água e minimizar os riscos e custos associados à procura por novos mananciais.

A água de reuso pode ocorrer de forma direta ou indireta, através de ações planejadas ou não planejadas (CETESB, 2013):

Reuso indireto não planejado da água: ocorre quando a água usada por alguma ação humana é lançada no meio ambiente e depois é novamente utilizada a jusante, na sua forma diluída.

Reuso indireto planejado da água: acontece quando os efluentes tratados são descarregados de forma planejada nas águas superficiais ou subterrâneas, para ser utilizada a jusante, de modo controlado, para suprir algum uso benéfico.

Reuso direto planejado das águas: é quando os efluentes tratados são direcionados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, sem serem descarregados no meio ambiente.

Em geral, o processo de reuso da água pode ser importante para complementar a disponibilidade de água existente. Em virtude da crise hídrica ocorrida nos últimos anos, foi desencadeada a necessidade de implantação de programas construtivos e eficientes que permitam fazer o uso racional da água com a consequente conservação dos recursos hídricos. Diversas iniciativas foram implantadas com sucesso em instituições de ensino, visando a minimização do desperdício e aplicação do recurso. As fontes hídricas e o desperdício passaram a ser foco de estudos entrelaçando a missão de conscientização das instituições com o grande problema atual (FERNANDES et al., 2014; ABREU et al., 2016).

2.3 Programa de uso racional de água em Universidade

A conscientização sobre as medidas para conservação da água tem alavancado inúmeras pesquisas em universidades públicas e particulares com o intuito de desenvolver novas técnicas e processos de tratamento e racionalização do uso da água. Para este fim, o Programa de Uso Racional da Água (PURA), tem sido implantado em algumas universidades.

Segundo Oliveira (1999), o PURA apresenta:

Ações para a redução da água utilizada e dos desperdícios, que são ações econômicas, por meio de incentivos e desincentivos econômicos, como a redução ou aumento das tarifas de água; ações sociais, que consistem em desenvolver campanhas educativas e de conscientização da população incentivando a redução de consumo e, ações tecnológicas, com a substituição de sistemas por outros que permitem reduzir o consumo de água.

O programa PURA busca trazer técnicas cujo o objetivo é o consumo consciente a fim de minimizar os impactos da escassez de água, garantindo que as próximas gerações também usufruirão deste bem tão precioso, enfatizando também

infraestrutura e gestão de qualidade. O PURA (Programa de Uso Racional da Água) tem como objetivo promover economia de água em prédios públicos por meio da conscientização e troca de infraestrutura ineficiente.

2.4 Extração de óleos essenciais

Óleos essenciais são compostos orgânicos voláteis caracterizados principalmente devido ao seu forte sabor e intenso aroma. A composição química destes óleos depende de vários fatores, sobretudo da origem da planta, à vista disso, cada óleo essencial apresenta composições químicas peculiares. Assim sendo, estes compostos podem conter centenas de componentes químicos diferentes, o que o torna um produto muito valorizado (SILVA, OLIVEIRA e SOUZA, 2011).

No processo de extração de óleos essenciais, os aparelhos necessitam de uma quantidade abundante de água para o processo de resfriamento do aparelho destilador Clevenger, assim o aproveitamento da água descartada durante esse processo se faz necessário, tornando-se uma técnica capaz de atender os objetivos do projeto PURA.

A extração de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais por destilação, tornou-se uma prática tecnológica para diversas indústrias ligadas a esse ramo. A obtenção do óleo é feita por dispositivos que operam sobre amostras reduzidas da planta, a fim de obter resultados como rendimento do óleo e sua composição química. Entre os dispositivos mais utilizados para esse processo estão os aparelhos de Clevenger (Figura 2) e o de likens-nickerson (Figura 3).

Figura 2: Aparelho Destilador Clevenger



Fonte: Resende/2021

Figura 3: Aparelho Destilador Likens-Nickerson



Fonte: Costa/2010

O processo para obtenção de óleo essencial, denominado hidrodestilação, possui a água como principal agente. Na hidrodestilação utilizando Clevenger, o material vegetal é imerso em água destilada, submetido ao aquecimento até a fervura,

resultando na formação de componentes voláteis, os quais, após condensação, separam-se da fase aquosa por decantação (SOUZA JÚNIOR et al., 2009).

Durante o processo de extração do óleo, o aparelho atinge temperaturas elevadas, promovendo o arraste das partículas de água e partículas voláteis através do tubo condensador. Durante esse processo de refrigeração pode-se visualizar no interior do tubo separador, a separação das gotículas de água do óleo essencial. O ciclo se repete de forma contínua até que a operação atinja um tempo de 240 minutos, para que o sistema seja desligado.

2.4.1 Aproveitamento de água de refrigeração de destiladores autoClevenger

A técnica de reuso pode ser definida como reaproveitamento da água que foi destinada para outros usos, a fim de suprir as necessidades da população em geral, como por exemplo, a recirculação de água de enxague de máquinas de lavar roupas. Segundo a NBR 13.969/ 97, o reuso consiste em sistemas de reserva e distribuição, dependendo do seu tipo de uso, sejam eles para fins potáveis ou não potáveis.

Marisco e Fernandes (2008) apresentam a visão de que a reutilização da água descartada de destiladores tem grande fundamento socioeconômico e ambiental, uma vez que a economia e condição do meio ambiente necessitam de conscientização e aplicação de projetos de êxito na conservação dos recursos hídricos. A adoção de prática do uso racional de água em laboratórios é relevante já que, a produção de óleo essencial utiliza quantidades relativamente altas de água durante o processo de extração.

Para utilizar a água de forma sustentável em laboratórios torna-se indispensável a implantação de sistemas de reaproveitamento de água, o que poderá contribuir tanto para a conservação de água como na redução de custos, (MARSARO e GUIMARÃES, 2007; SILVA, 2004). A NBR 13969/97 e ABNT,2007 estabelecem padrões de qualidade da água de reuso para que a mesma possa ser reutilizada para fins não potáveis.

Tabela 1 – padrões de qualidade da água de reuso para que a mesma possa ser reutilizada para fins não potáveis

Classe	Uso Previsto	Parâmetros de qualidade da água de reuso	
		Turbidez	<5 NTU

Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes **Nível de tratamento sugerido: tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e cloração.	Coliformes fecais	<200 NPM/100 mL
		Sólidos dissolvidos totais	< 200 mg/L
		pH	6 a 8
		Cloro residual	0,5 a 1,5 mg/L
		Turbidez	< 5 NTU
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes. ** Nível de tratamento sugerido: tratamento biológico aeróbico (filtro aeróbico submerso ou LAB) seguido por filtração de areia e desinfecção	Turbidez	< 5 NTU
		Coliformes fecais	<500 NPM/100 mL
		Cloro residual	0,5 mg/LL
Classe 3	Reuso em descargas de bacias sanitárias – normalmente efluentes de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem apenas a cloração. **Nível de tratamento sugerido: tratamento aeróbio seguido por filtração e desinfecção	Turbidez	< 10 NTU
		Coliformes fecais	<500 NPM/100 mL
Classe 4	Reuso nos pomares cereais, forragens, pastos para fado e outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual. **As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita	Coliformes fecais	<500 NPM/100 mL
		Oxigênio dissolvido	>2,0 mg/L

Fonte: Adaptada, NBR 13969/97.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Química dos Produtos Naturais (Figura 4), localizado no Prédio da Agroquímica do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde -GO.

Figura (4): Laboratório de Química dos Produtos Naturais Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde -GO



Fonte: Resende/2021

O Laboratório de Química dos Produtos Naturais é um dos laboratórios de apoio ao ensino de conteúdos profissionalizantes. Entre os equipamentos utilizados no Laboratório de Química dos Produtos Naturais, está o destilador Clevenger, da marca Marte, modelo MB 1005, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Destilador Clevenger, da marca Marte



Fonte: Costa/2010

3.2 Desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas principais:

- (i) medição do volume de água de refrigeração dos destiladores,
- (ii) análise de água e comparação com a NBR – 13969/97 obrigatória para reuso de água direto e,
- (iii) proposição de uma possível instalação padrão para reuso de água de refrigeração dos destiladores.

3.2.1 Monitoramento do fluxo de água do destilador utilizado no Laboratório de Química dos Produtos Naturais

Primeiramente quantificou-se o volume de água gerado durante o processo de resfriamentos dos aparelhos destiladores. Para cada processo de extração é utilizado no mínimo três aparelhos Clevenger, que trabalham por três horas contínuas, onde os mesmos são conectados por apenas uma tubulação para entrada de água e saída do efluente.

A quantificação do volume de efluente gerado pelos equipamentos foi realizada com o emprego de um recipiente de capacidade conhecida. A medição foi realizada durante o período de três horas contínuas, onde a cada hora realizou-se uma mensuração do volume de água descartada. Com base na quantidade total de efluente, obteve uma média aritmética dos efluentes gerados.

3.2.2 Parâmetros físico-químicos para o monitoramento da água de saída dos destiladores

Para a realização de análises físico-químicas, foram coletadas amostras de água no fluxo ligado aos três destiladores. Foram analisados os parâmetros de pH, Turbidez, Coliformes Fecais, Temperatura e Cloro Residual presentes nas três amostras de água descartada durante o processo de extração.

As amostras de água foram encaminhadas para o laboratório de águas Germinar Agroanálises e Ambiental, onde foram realizadas análises de SDT e CF especificamente. Os ensaios foram realizados de acordo com as técnicas recomendadas pelo Standard Methods for the examination of the water and

wastewater - AWWA, 23nd, 2017, e os resultados interpretados como sendo representação de parâmetros de qualidade de parte da amostra no momento da coleta. Os resultados obtidos foram comparados com os seguintes padrões:

- Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 e Portaria Nº 888 de 07 de maio de 2021 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

- Resolução CONAMA 357/05 – Refere-se aos padrões ambientais ou os padrões microbiológicos para o lançamento de efluentes nos corpos d'água do Brasil, ou às águas brutas destinadas a diversos usos.

- Portaria 128/06–SSMA (Secretaria da Saúde e Meio Ambiente) - estabelece os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras, existentes ou a serem implantadas, que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do RS.

- NBR-13969/97- Dispõe da Classificação e parâmetros para reuso de água no Brasil.

3.2.3 Proposição de instalação padrão para reuso da água de refrigeração do destilador

Foi proposta uma concepção simplificada de uma instalação para reuso da água de refrigeração do destilador, identificando os componentes básicos como: reservatórios de água, tubulações, conexões e conjunto moto-bomba.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento do volume de água liberada no processo de resfriamento do aparelho destilador Clevenger resultou em média 134 L/h de efluente passível de aproveitamento (Tabela 1).

Tabela 2 –Vazão de água de refrigeração do destilador Clevenger

Monitoramento	Tempo de Coleta	Volume Produzido L/h
nº coletas		

1	1 coleta	133,1
2	2 coleta	135,08
3	3 coleta	134,1

fonte: Dados da Pesquisa, 2020.

A partir do monitoramento da vazão de água de saída do destilador Clevenger (água descartada) observaram-se valores entre 133,1 e 135,08 L/h, cujo valor médio foi de 134,09 L/h. Este valor é superior ao consumo de água (80 L/h) especificado tanto no Catálogo (MARTE, s.d. a) quanto no manual do usuário (MARTE, s.d. b) do equipamento analisado.

Na Tabela 3 estão descritos os parâmetros pH, temperatura e turbidez, do efluente coletado dos três destiladores.

Tabela 3 – pH, temperatura e turbidez da água de saída no destilador Clevenger.

Monitoramento		NBR 139699/97		Dados da Pesquisa		
Data	n° amostras	pH	Turbidez	pH	Turbidez	Temperatura °C
28/09/2020	1	6-8	<5 NTU	7,9	4,3 NTU	31,2
28/09/2020	2	6-8	<5 NTU	8,3	4,7 NTU	31,1
28/09/2020	3	6-8	<5 NTU	7,7	4,5NTU	30,9
		Média		7,96	4,5	31,06

Fonte: Dados de Pesquisa, 2020.

Quanto à temperatura do fluxo de água monitorado, foi observado valor médio de 31,06°C para a água de saída do destilador Clevenger. Considerando a possibilidade de reuso da água descartada, cabe mencionar que a mesma se encontra em temperatura ambiente, ou seja 25° C, possibilitando sua utilização imediatamente após seu descarte pelo destilador.

Com relação aos valores de pH, foi verificado o valor médio de 7,96 para o fluxo de saída do destilador Clevenger. A NBR 13.969/97 dispõe sobre os parâmetros de reuso, com objetivo oferecer alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico, dentro do sistema de tanque séptico para o tratamento local de esgotos. Com relação a valores de pH, a referida normativa

recomenda que para o esgoto ser enquadrado em classe 1 (lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto com o usuário), o pH deve ser mantido na faixa de 6,0 a 8,0. Dessa forma, observa-se que os valores verificados de pH para o fluxo de água estudado estiveram dentro da faixa mencionada pela NBR 13.969/97.

A turbidez está relacionada com a medida da quantidade de materiais em suspensão, agindo na transparência do meio (COSTA, 2010b). No estudo, a água descartada pelo destilador apresentou um valor médio de 4,5 NTU. Assim como a cor, a turbidez não representa risco direto à saúde, porém é esteticamente desagradável. Este parâmetro pode ser expresso em termos de unidades nefelométricas de turbidez (NTU), quando medido através de turbidímetro, ou unidades de atenuação da formazinha (FAU), quando medido por espectrofotômetro (JORDÃO E PESSÔA, 2011). Observa-se que o valor verificado de turbidez atendeu aos limites máximos exigidos pela normativa (< 5 NTU).

Na Tabela 4 observa-se os resultados de Coliformes Fecais, Sólidos Dissolvidos Totais e cloro residual da água proveniente dos destiladores.

Tabela 4 - Sólidos dissolvidos totais (SDT), Coliformes Fecais (CF) e cloro residual da água de saída do destilador Clevenger.

Monitoramento		NBR 13969/97			Dados da Pesquisa		
Data	n° amostras	CF	SDT (mg/L)	CR (mg/L)	CF	SDT	CR
28/09/20	1	Ausencia	< 200	0,5-0,15	Presença	136,8	ND
28/09/20	2	Ausencia	< 200	0,5-0,15	Presença	137,2	ND
28/09/20	3	Ausencia	< 200	0,5-0,15	Presença	137,1	ND
				Média	Presença	137,03	ND

Fonte: Dados de Pesquisa, 2020.

Notas: *CF- Coliformes Fecais; SDT- Sólido Dissolvidos Totais; CR- Cloro Residual; ND- Não Determinado.

Quanto à concentração de SDT, o padrão de potabilidade especificado pela normativa 5/2017 se refere a um valor máximo permitido de 200 mg/L. Assim, observa-se na Tabela 3, que o referido valor de SDT não foi ultrapassado em nenhuma das medições realizadas nas três amostras de água do destilador Clevenger estudado.

Para possibilitar o reuso da água descartada do destilador Clevenger utilizado no Laboratório de Química dos Produtos Naturais, identificou-se a necessidade de

uma instalação composta basicamente por dois reservatórios e um conjunto moto-bomba.

A Figura 6 representa a ilustração da vista frontal e lateral. O reservatório superior faz-se necessário para armazenamento da água de saída do destilador simultaneamente à sua geração. A água fluirá para o reservatório inferior por ação da gravidade e ficará disponível para o reuso. Este reservatório foi projetado para um volume útil de 500 litros.

Figura 6: Reservatório, vista frontal e lateral



Fonte: Costa/2010

O fluxo de água seguirá do superior para o inferior por gravidade. Este conjunto será acionado manualmente, de acordo com a geração de água de saída do destilador e reuso da mesma. Sugere-se o uso de uma bomba centrífuga acionada por motor elétrico, que segundo Creder (2006, p. 51), é normalmente utilizada para recalque de água em edifícios ou outras instalações. O reservatório superior tem duas funções básicas, o aumento da capacidade de reserva do sistema e a elevação da pressão da água. Para este reservatório, sugeriu-se um modelo disponível no mercado, construído em polietileno, com capacidade de 500 litros e cujo diâmetro permite que o mesmo seja adequadamente instalado sobre a estrutura proposta.

Assim, é necessário que a instalação proposta para reuso de água de destilador seja complementada com projeto hidráulico utilizando como referência a NBR 5626, de modo a proporcionar o bom funcionamento de uma peça de utilização prevista na concepção do projeto.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados das análises de PH, turbidez coliforme fecais e temperatura obtidos e comparados com a NBR 13969/97, o destilador Clevenger em uso no Laboratório de Química dos Produtos Naturais, o que representa alternativa para o enfrentamento do problema de descarte.

A água captada do destilador Clevenger permitiu reduzir o desperdício de água juntamente com os gastos para o tratamento desta, proporcionando não somente um retorno financeiro como também ambiental.

Este estudo deixa evidente a importância de desenvolver um sistema de aproveitamento da água de refrigeração de um destilador, representando uma contribuição de forma sustentável com o meio ambiente, além de uma alternativa para redução do desperdício de água.

6 REFERÊNCIAS

ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. Conservação e reuso da água em edificações. São Paulo: 2005.

ANDREU, Vicente. (Diretor-presidente da Agência Nacional de Águas) Água para as cidades brasileiras.S.l.:s.d..Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/artigos/20120430_%C3%81gua%20para%20as%20cidades%20brasileiras_Vers%C3%A3o%20enviada%20para%20o%20Trigueiro%20\(2\).doc](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/artigos/20120430_%C3%81gua%20para%20as%20cidades%20brasileiras_Vers%C3%A3o%20enviada%20para%20o%20Trigueiro%20(2).doc)> Acesso em: 26 jun. 2021

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. VIABILIDADE ECONÔMICA X VIABILIDADE AMBIENTAL DO USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO CASO BRASILEIRO: UMA ABORDAGEM NO PERÍODO RECENTE. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia, GO. 2012.

CETESB – Companhia de Ambiental do Estado de São Paulo. Reuso de Água. Disponível em:<<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/>> 2016.Acesso em: 10 janeiro 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Águas superficiais. Reuso de água. CETESB, 2013. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso-de-%C3%81gua>>. Acesso em 25 jun. 2021

CORRÊA, J.C.S. Reuso de água. Uberlândia. 29f. Monografia de graduação do curso de Engenharia Química - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

COSTA, R. H. P. G. Água: matéria-prima primordial à vida. In: TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. (Coord.). Reuso da água: conceitos, teorias e práticas. 2. ed. São Paulo: Blucher, 38 2010. Cap. 1, p. 1- 11. (COSTA, 2010a)

COSTA, R. H. P. G. Reuso. In: TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. (Coord.). Reuso da água: conceitos, teorias e práticas. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. Cap. 7, p. 153 - 207. (COSTA, 2010c).

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

FIESP/CIESP (Deferação e Centro das Industrias do Estado de São Paulo). Conservação e reuso da água - manual de orientações para o setor industrial> conservação e Reusos de água, volume 1, São Paulo, (Julho / 2004). GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso Racional da água em edificações. Ed. Rio de Janeiro: Prosab/Abes, 2006.

GONÇALVES, O. M.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H. et al.. Conservação e Reuso de água em edificações. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, SindusCon-SP, FIESP, São Paulo, SP, Prol Editora Gráfica, 2006.

LUNARDI, D. G.; VARELLA, F. K. de O. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; LUNARDI, V. de O.; CARNEIRO, B. T. S.; ALMEIDA, N. R. A. de. Plano de gestão de logística sustentável da UFERSA. Mossoró, 2013. Disponível em: . Acesso em: 15 dez. 2021.

MARTE. Marte Balanças e Aparelhos de Precisão LTDA. Catálogo Marte. 8. ed. S.1., s.d. Disponível em: . Acesso em 12 Jan. 2014. (MARTE, s.d. a).

MARSARO, C. S. G.; GUIMARÃES, P. C. Avaliação da viabilidade de reutilização da água de refrigeração dos destiladores para lavagem de pipetas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, I. Anais... Cuiabá, 2007. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste46.pdf>. Acesso em 25 jun. 2021.

MELO, G.K.R.M.M. O reuso de água como instrumento de gestão dos recursos hídricos: necessidade de regulamentação do reuso para fins agrícolas. Revista Educação Agrícola Superior: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Campina Grande, v. 25, n. 2, p.93-98, 2010. Semestral

MENDES, C. F. Estudo exploratório de programas de uso racional de água em instituições de ensino superior e a pré-implantação ao anel viário do campus do vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006. Disponível em: . Acesso em: 04 jan. 2021

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA);

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: MMA; ANA, 2007.

NUNES, S.; ILHA, M.; CELSO, G. B. L.; ROGGER JR, A. Avaliação do potencial de reuso de água em equipamento de análises clínicas. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XI. Anais... Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://www.escience.unicamp.br/lepis/admin/publicacoes/documentos/publicacao_572_ENTAC2006_341_2_3419.pdf>. Acesso em: 25jun. 2021.

OLIVEIRA, L. H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. 1999. 344p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

RODRIGUES, R.S. As Dimensões Legais e Institucionais de Reuso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil. São Paulo. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 2005

SILVA, T.C.; OLIVEIRA, J.R.; SOUZA, S.J.O. Extração de Eugenol a partir do Cravo da Índia e Produção de Sabonetes Aromatizados. Revista Crase.edu: Goiás, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2011.

SOUZA JÚNIOR, I.T.; SALES, N.L.P.; MARTINS, E.R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. Revista Biotemas. 2009, vol. 22, n.3, p. 77-83. ISSN 0103 –1643.

ANEXO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 118/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO



Repositório Institucional do IF Goiano - Sistema Integrado de

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

2 IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |

Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Leticia de Almeida Resende

Matrícula: 2015202200740012

Título do Trabalho: Potencial de aproveitamento de água de destiladores Clevenger

3 RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique: Parte do trabalho será submetido para publicação em periódicos

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 22/08/2022

O documento está sujeito a registro de patente?

Sim Não O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

Rio Verde, 19/07/2022.

Assinado eletronicamente

Letícia de Almeida Resende

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinado eletronicamente

Assinatura do orientador

Marconi Batista Teixeira

Documento assinado eletronicamente por:

- **Letícia de Almeida Resende**, 2015202200740012 - Discente, em 19/07/2022 17:41:33.
- **Marconi Batista Teixeira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2022 17:04:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 409058

Código de Autenticação: 1d168c2483



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3620-5600