

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Diretoria de Educação Aberta e a Distância
Licenciatura em Química

Mônica dos Santos Moreira

**TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUA CINZA PARA REUSO UTILIZANDO
FARINHAS DE MANGIFERA INDICA (MANGA) E SPONDIAS LUTEA (CAJÁ)**

VARZELÂNDIA –MG

2024

Mônica dos Santos Moreira

Tratamento alternativo de água cinza para reuso utilizando farinhas de Mangifera Indica (Manga) e Spondias lutea (Cajá)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química (modalidade a distância) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Química.

Orientador: Everton Luiz de Paula

Data de aprovação 05/12/2024

Prof. Everton Luiz de Paula
Diretoria de Educação Aberta e a Distância - UFVJM
Orientador

Prof. Fernando Armini Ruela
Diretoria de Educação Aberta e a Distância - UFVJM

Técnico Dilton Martins Pimentel
Laboratório Integrado de Pesquisas do Vale do Jequitinhonha

Diamantina

2024



Documento assinado eletronicamente por **Everton Luiz de Paula, Docente**, em 05/12/2024, às 20:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Armini Ruela, Docente**, em 05/12/2024, às 20:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Dilton Martins Pimentel, Servidor (a)**, em 05/12/2024, às 20:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sci/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1609161** e o código CRC **777046A6**.

FIGURAS

Figura 1- Fotos do sistema do reuso.	20
Figura 2 – Esquema do sistema filtração de água de reuso.	21
Figura 3 - Comparação dos resultados de pH em 1 litro de água cinza bruta após período de exposição de 24 horas aos extratos de manga e cajá.	29
Figura 4 - Comparação dos resultados de pH em 1 litro de água cinza bruta após período de exposição a diferentes concentrações de cloro	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais poluentes encontrados nas águas cinzas	18
Quadro 2 – Tipo de aplicação decorrente do tratamento empregado para reuso	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3.	JUSTIFICATIVA	15
4.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	Formas Alternativas de captação de água	16
4.2	Reuso: Necessidade e Aplicações	16
4.3	Águas Cinzas	17
4.4	Sistema de purificação de águas cinzas	18
5	METODOLOGIA	20
5.1	Descrição do sistema de reuso em estudo	20
5.2	Análise da água no estado atual do sistema	21
5.3	Ensaio laboratoriais com farinhas vegetais	21
5.4	Avaliações laboratoriais com resultados obtidos em diferentes cenários	22
5.5	Análise dos dados	22
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6.1	Análise da Água Cinza Bruta utilizada no estudo	23
6.2	Comparações da remoção de cor com adição das farinhas de manga e cajá.	23
6.3	Comparação da remoção de turbidez com uso das diferentes farinhas	26
6.4	Variações de pH ao longo do tempo com uso das farinhas de manga e cajá	29
6.5	Resultados obtidos com uso de cloro	30
7	CONCLUSÕES	32
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	33

RESUMO

TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUA CINZA PARA REUSO UTILIZANDO FARINHAS DE MANGIFERA INDICA (MANGA) E SPONDIAS LUTEA (CAJÁ)

A água é um recurso indispensável para a vida humana. A escassez de água em diversas regiões do mundo tem chamado atenção para a necessidade de reduzir o desperdício e o uso indiscriminado dos recursos hídricos. A reutilização da água é possível em vários setores, especialmente no residencial. No entanto, para um melhor aproveitamento dos sistemas de reuso, é essencial viabilizar a aplicação de técnicas simples de tratamento das águas cinzas, a fim de mitigar problemas como a geração de maus odores. Nesse contexto, surge a possibilidade do uso de farinhas vegetais como uma alternativa para melhorar a qualidade da água de reuso. Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência de extratos vegetais como método alternativo para o tratamento de águas cinzas em sistemas domiciliares de reuso. Para isso, foram realizados ensaios laboratoriais com farinhas vegetais de **Mangifera indica** e **Spondias lutea**, espécies nativas do norte de Minas Gerais. Após a aplicação das farinhas, foram avaliados parâmetros como turbidez, cor, pH e presença de bactérias heterotróficas, a fim de quantificar as alterações na qualidade da água. Os resultados demonstraram que a concentração de 1 g das farinhas apresentou melhor desempenho em comparação à de 5 g. A farinha de manga destacou-se pela maior eficiência na remoção de bactérias heterotróficas. Assim, conclui-se que a adição de farinhas vegetais promoveu a clarificação da água e a redução da carga microbológica, demonstrando seu potencial como alternativa simples e eficaz para o tratamento de águas cinzas.

Palavras-chave: Águas cinza; Farinha vegetal; Qualidade da água.

ABSTRACT

ALTERNATIVE TREATMENT OF GREYWATER FOR REUSE USING FLOURS FROM MANGIFERA INDICA (MANGO) AND SPONDIAS LUTEA (HOG PLUM)

Water is an indispensable resource for human life. Water scarcity in various regions of the world has drawn attention to the need to reduce waste and the indiscriminate use of water resources. Water reuse is possible in several sectors, especially in residential settings. However, for better utilization of reuse systems, it is essential to implement simple treatment techniques for greywater to mitigate issues such as the generation of unpleasant odors. In this context, the use of plant-based flours emerges as a potential alternative to improve the quality of reused water. This study aimed to analyze the efficiency of plant extracts as alternative methods for greywater treatment in household reuse systems. Laboratory tests were conducted using flours from *Mangifera indica* and *Spondias lutea*, native species from northern Minas Gerais, Brazil. After applying the flours, parameters such as turbidity, color, pH, and heterotrophic bacteria were evaluated to quantify the changes in water quality. The results showed that a concentration of 1 g of flour achieved better performance compared to 5 g. Mango flour was particularly effective in removing heterotrophic bacteria. Thus, it is concluded that the addition of plant-based flours promoted water clarification and reduced microbiological load, demonstrating their potential as a simple and effective alternative for greywater treatment.

Keywords: Greywater; Plant-based flour; Water quality.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável na vida do homem e este deve ter consciência em preservá-la em razão de ela não ser um bem infinito e inesgotável. A escassez de água em várias regiões do mundo despertou a atenção do homem para o fato de que não se pode mais continuar desperdiçando e usando os recursos hídricos indiscriminadamente.

Muitas pessoas já têm desenvolvido alternativas sustentáveis para o trato com a água; e se era imaginado que tal situação existia apenas fora do Brasil, mais precisamente na Europa e Estados Unidos. No entanto, este pensamento em diferentes países é mais comum do que se pode pensar, já que as pessoas têm mudado sua forma de agir quanto às questões ambientais, e estão agindo como cidadãos conscientes.

Uma das alternativas viáveis para a redução do consumo de água potável é a implantação de um sistema de coleta de água de chuva e de reuso da água cinzas direcionada para limpeza de quintais, molhar plantas e descarga de banheiros.

O sistema de reuso proporciona benefícios financeiros, pela redução do valor da conta de água e um ganho ambiental importante, pois favorece a economia de água, principalmente de regiões que o clima é tropical semiárido, quente e seco a maior parte do ano, com poucas chuvas que ocorrem geralmente entre outubro e março e ajuda a manter, de certa maneira, o volume de água dos reservatórios que abastecem as residências.

O reuso de água é atualmente uma das possibilidades alternativas mais sustentáveis e acessíveis para a população mundial no que tange à redução e aproveitamento da água. Esse sistema prevê o aproveitamento de águas já utilizadas para suprir o abastecimento de atividades de uso não potável de água, o que traz grandes benefícios para a economia dos recursos hídricos disponíveis e também a diminuição da poluição desses recursos, devido ao decréscimo de efluente gerado.

A reutilização pode ser feita nos diversos setores industriais, comerciais, na agricultura e, principalmente, nos residenciais, onde a maioria das atividades realizadas são de uso não potável, o que facilita no momento do controle de reuso, sendo mais comum a reutilização das águas cinzas (água de banho, pia e máquina de lavar) para descarga dos vasos sanitários. Contudo, para melhor aproveitamento desses sistemas, é preciso tornar viável a aplicação de técnicas simples de tratamento para as águas cinzas a fim de reduzir transtornos como geração de maus odores. Nesse contexto, este trabalho objetiva avaliar a utilização de farinhas vegetais de caroço de *Mangifera indica* (manga) e de cascas de *Spondias lutea* (cajá) para melhorar potencialmente a qualidade das águas de reuso.

2. OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral

- Analisar a utilização de farinhas vegetais (extraídas da casca da manga e do caroço do cajá) para melhorar a qualidade de águas cinzas de um sistema de reuso domiciliar alternativo.

2.2 - Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Avaliar a cor, turbidez e pH da água após a adição das farinhas;
- Avaliar a utilização das farinhas em três concentrações diferentes;
- Comparar os resultados obtidos com o uso das farinhas com aqueles obtidos com as mesmas concentrações de cloro.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 FORMAS ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Segundo Silva (2021), há anos, diversos países vêm enfrentando problemas relacionados à escassez de água, em consequência do crescimento populacional, do desenvolvimento desordenado das cidades e da poluição dos recursos hídricos que provoca um aumento na demanda pela água, ocasionando o esgotamento desse recurso.

Mediante isso, buscar o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água potável se torna cada vez mais essencial para a manutenção da sociedade, sendo necessário o aperfeiçoamento de sistemas alternativos de fácil acesso (Zardini, 2014), sendo imprescindível a procura de práticas associadas ao reuso e à minimização da geração de efluentes, na gestão dos recursos hídricos e na redução da poluição.

Segundo Braga *et al.* (2005), as águas de qualidade inferior, como por exemplo, o esgoto principalmente de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem ser consideradas, sempre que possível, como fontes alternativas para utilização para fins menos restritivos.

A origem da reutilização da água se deu a partir da redução da água disponível, fazendo com que a água potável se destinasse às atividades nobres e a água reutilizada suprisse a necessidade das atividades consideradas menos nobres. Por ser uma ferramenta útil, a prática de reuso de água tem por objetivo minimizar os problemas de escassez de água. Entretanto, essa reutilização é algo que deve ser planejado de modo que reduza os riscos relacionados à saúde humana (Braga *et al.*, 2005).

3.2 REUSO: NECESSIDADE E APLICAÇÕES

Com o fenômeno da escassez, o reuso de água se tornou uma necessidade mundial por ser uma técnica sustentável e, de acordo com Philippi Júnior (2003) a implantação de um sistema de aproveitamento de águas cinzas resulta na melhoria da gestão ambiental desse recurso essencial para a humanidade.

No Brasil, a água de reuso vem sendo aplicada em inúmeras atividades não potáveis, como na limpeza urbana, irrigação de jardins, agricultura, e em sanitários. Em 2014, foram levantadas as discussões no Sudeste sobre a utilização da água de reuso devido à crise de abastecimento no Sistema Cantareira em São Paulo, estimulada pela estiagem de chuvas, já que havia a probabilidade de tornar a água de reuso uma alternativa viável para minimizar os impactos da crise de abastecimento (Marengo *et al.*, 2005).

Costa (2010) ressalta que o reuso, em suas várias formas de aplicação, vem se destacando por ser uma técnica segura e confiável que está cada vez mais atraindo investimentos por ser bastante acessível. A reutilização de água é uma técnica muito viável por ser economicamente barata e ser bastante confiável ao ser seguida dentro dos padrões adequados.

Segundo Santos (2003) ao pensar em fazer o reuso de água, é preciso definir qual o objetivo pretendido, uma vez que é possível selecionar o processo de tratamento adequado a cada tipo de reuso. Conforme aponta Fiori (2005), para a reutilização da água deve-se primeiramente conhecer sua qualidade, características físicas, químicas e biológicas, para que a água a ser reutilizada atenda os critérios recomendados para o devido fim.

A impureza da água é classificada de acordo com a sua natureza, devendo levar em consideração o uso a que se destina, sendo regulamentada pela Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, o Conselho Nacional do Meio Ambiente. Conforme Mancuso e Brega Filho (2003) afirmam o reuso de água, dependendo dos fins em que é destinada a água e de qual foi sua utilização anterior, pode ser subentendido como uma tecnologia desenvolvida de menor ou maior grau. A reutilização de água se torna um sistema sustentável para os recursos hídricos de maneira a trazer vários benefícios tanto econômicos quanto sociais para a população. Portanto, a qualidade da água varia de acordo ao seu uso proposto, ressaltando que esse recurso natural pode ser reaproveitado de diversas formas por meio de técnicas de tratamento eficazes que reuso.

3.3 ÁGUAS CINZAS

As chamadas águas cinzas caracterizam-se pelas águas residuais provenientes das máquinas de lavar roupa, do chuveiros, pias, tanques e lavatórios. Representam cerca de 70% do esgoto doméstico e têm um grande potencial de reutilização, devido à sua disponibilidade e o seu baixo teor de poluentes, além de apresentar-se como uma das principais fontes alternativas de reaproveitamento, gerando assim uma economia significativa do uso de água potável residencial (Leal *et al.*, 2007 *apud* Souza e Paulo, 2009).

Gonçalves e colaboradores (2006) ressaltam que a produção de águas cinzas está relacionada ao consumo de água nas residências, diferentemente da água de chuva que depende dos fatores climáticos para suprir a demanda. Ainda de acordo com Gonçalves (2006), as águas cinzas apresentam uma alta concentração de sólidos suspensos e turbidez elevada devido aos resíduos de alimentos, cabelos e fibras de tecidos presentes nas águas

cinzas de cozinha, banheiro (chuveiro e lavatório) e lavanderia, o que proporciona um ambiente adequado para proliferação de microrganismos.

Alguns autores desconsideram as águas de cozinha como sendo águas cinzas, devido à quantidade de óleo presente. O Quadro 01 cita alguns poluentes encontrados nas águas cinzas e os riscos associados a eles:

Quadro 01- Principais poluentes encontrados nas águas cinzas

FONTE	POLUENTES TÍPICOS	RISCOS ASSOCIADOS
Banheiros	Contaminação fecal e urina Produtos químicos provenientes de sabões utilizados Cabelo, célula, óleo Produtos farmacêuticos Água quente	Bactérias e vírus que causam doenças podem sobreviver por longo período no meio ambiente. Urina é geralmente estéril a não ser em caso de infecções urinárias. Amônia pode ser benéfica para algumas plantas.
Máquinas de lavar	Detergentes Desinfetantes Contaminação fecal	Detergentes são prejudiciais a plantas e solo, melhor utilizar com baixos níveis de salinidade e alcalinidade e que não aumentem o pH. Desinfetantes que eliminam microrganismos podem acabar com a microflora do solo. Água quente pode matar os microrganismos do solo que são fundamentais para a vida das plantas.
Cozinha	Partículas de alimentos Óleos e graxas Detergentes	As águas de cozinha não devem ser utilizadas no reuso porque detém alta concentração de contaminantes. Gorduras não são digeridas rapidamente pelos microrganismos do solo e repelem a água.

Fonte: Adaptado EPA Victoria (www.epa.vic.gov apud RAPOPORT, 2004)

As águas cinzas representam uma alternativa de reuso viável, porém é preciso avaliar suas características, bem como aplicar técnicas de tratamento eficaz para a reutilização desse recurso.

3.4 SISTEMAS DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS

Conforme Neal (1996) *apud* Gonçalves *et al.* (2006), o tratamento mínimo para as águas cinzas destinadas ao reuso predial deve conter as seguintes etapas: gradeamento grosseiro, aeração, digestão/ floculação natural, sedimentação e desinfecção (caso exista a possibilidade de contato direto durante o reuso). O mesmo autor propõe ainda uma configuração típica para uma estação de tratamento de águas cinzas sendo composta por filtro com a finalidade de reter os sólidos suspensos, tanque de aeração e estocagem para dimensionar a capacidade de água cinza e unidade de desinfecção.

De acordo Lindstrom (2004) *apud* Fiori (2005), uma forma de tratamento de águas cinzas, aplicada nos Estados Unidos, foi a utilização de um tanque séptico de três câmaras, em

que ocorre o tratamento anaeróbico da água e um filtro de areia com proteção geotêxtil, que é aeróbio, e de onde sai a água pronta para ser utilizada na irrigação ou nas descargas sanitárias. O autor ainda ressalta que, caso haja a possibilidade de contato direto com a água, esta deve ser desinfetada com cloro.

Existem também tratamentos alternativos para os efluentes domésticos que utilizam sementes e extratos vegetais como auxiliares na coagulação e floculação. Nogueira e colaboradores (2010) investigaram a eficácia da semente de *Moringa oleifera* como coagulante natural e o extrato do quiabo como auxiliar de floculação em efluentes domésticos e industriais. Depois das análises físico-químicas, foi constatado que a semente de *Moringa oleifera* é eficaz no processo de coagulação/floculação no que se refere a remoção da turbidez.

O Quadro 02 mostra o tipo de utilização que se pode dar à água cinza, dependendo do tratamento que foi aplicado:

Quadro 02: Tipo de aplicação decorrente do tratamento empregado para reuso

TRATAMENTO	APLICAÇÃO
Filtração grosseira (sem água de cozinha)	- Irrigação subsolo
Tratamento e desinfecção (padrão 20 mg/L DBO5, 30 mg/L SS, CT30 UFC/ 100 mL)	- Irrigação subsolo - Irrigação superfície
Tratamento e desinfecção (padrão acima sendo 10 UFC CT/ 100 mL)	- Irrigação subsolo - Irrigação superfície - Descargas sanitárias - Uso em lavanderia

Fonte: Adaptado <http://www.health.nsw.gov.au/public-health/ehb/general/wastewater/wastewater.html> (apud RAPOPORT, 2004)

Como pode observar no Quadro 02, o tipo de sistema de tratamento aplicado possui relação direta sobre o reuso de águas cinzas, ressaltando que os contaminantes podem afetar o solo quando lançados inadequadamente.

4. METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE REUSO EM ESTUDO

O local estudado foi uma residência na cidade de Varzelândia, situada no norte de Minas Gerais, onde o proprietário implantou um sistema de captação de água de chuva e de reutilização de água cinza para descarga sanitária.

O sistema de reutilização de água cinza conta com a captação da água utilizada nos banheiros da residência (chuveiros e pias) que é armazenada em um reservatório e reutilizada nos vasos sanitários. Atualmente, a água passa por um processo rústico de filtração e cloração (Figura 1).

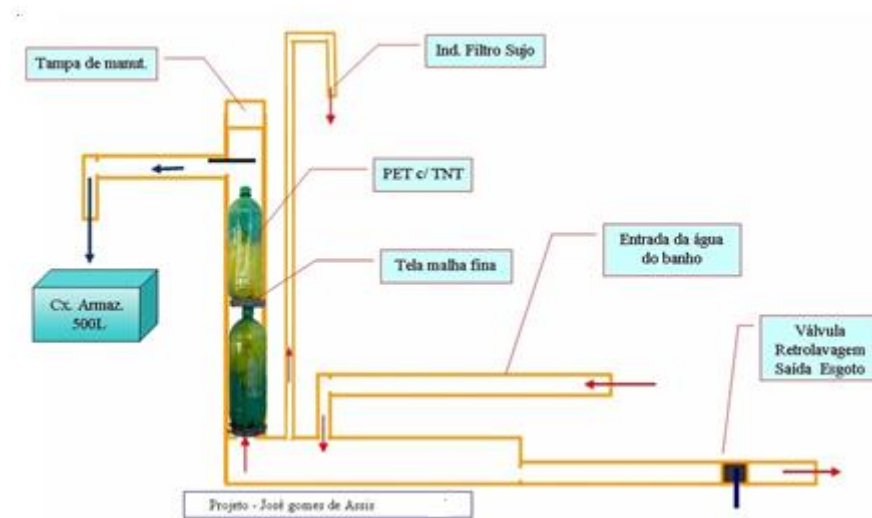
Figura 1: Sistema de reutilização de água cinza.



Fonte: ASSIS, J. G. (2024, não publicado)

A Figura 2 representa o sistema utilizado na residência, onde o filtro utilizado é feito de garrafa PET com TNT o que objetiva um aproveitamento desses materiais.

Figura 02: Esquema do sistema de filtração da água de reuso.



Fonte: ASSIS, J. G. (2011, não publicado)

4.2 ANÁLISES DA ÁGUA NO ESTADO ATUAL DO SISTEMA

Foram feitas coletas em três pontos do sistema, antes do filtro, depois do filtro e no reservatório (caixa de alimentação aos vasos sanitários) para análises laboratoriais.

4.3 ENSAIOS LABORATORIAIS COM FARINHAS VEGETAIS

No laboratório de práticas experimentais da Escola Estadual Deputado Edgar Pereira, como a ajuda dos alunos do ensino médio da referida escola, foram produzidas farinhas em pó, com rejeitos alimentícios de vegetais.

Os rejeitos utilizados foram o caroço da manga (*Mangifera indica*) e casca do cajá (*Spondias lutea*), que durante 24 horas permaneceram na estufa a 35° C. Sendo em seguida, macerados em um almofariz, até virarem um pó bem fino e reservados em recipientes estéreis e fechados, sendo mantidos em local fresco e protegidos da luz.

Após esse procedimento, adicionaram-se as farinhas em béqueres com capacidade para 1L de água cinza, a qual foi adicionada e homogeneizada junto com o coagulante que foram observados nos intervalos de 15 minutos, 12 horas e 24 horas.

4.4 AVALIAÇÕES LABORATORIAIS DOS RESULTADOS OBTIDOS EM DIFERENTES CENÁRIOS

Foi feita a coleta da água bruta (sem adição do cloro) do reservatório do sistema de reuso e no laboratório afim de analisar quatro parâmetros de qualidade da água, a saber: cor, turbidez, e pH.

Segundo Von Sperling (2014) a cor de uma amostra de água está correlacionada à presença de sólidos dissolvidos. E é considerado um parâmetro operacional de controle da qualidade da água bruta.

A turbidez é determinada pela concentração sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas e de detritos orgânicos (PIVELI & KATO, 2005). Já o pH de acordo o mesmo autor, refere-se a basicidade ou acidez da água, segundo a concentração de íons hidrogênio (H^+). A escala de pH varia em uma escala de 0 a 14, cujo os valores menores que 7 indicam soluções ácidas, maiores que 7 indicam soluções básicas, e o valor 7 representa uma solução neutra, como a água pura.

Para medição da turbidez, utilizou-se o turbidímetro; para avaliar a cor utilizou-se o aqua color e para o pH, o potenciômetro.

Com a água bruta, foram feitas as análises citadas anteriormente, porém uma com a utilização das farinhas em três concentrações diferentes (1,0; 2,5; 5,0 gramas) em 1 litro de água bruta e a outra com a utilização do cloro adicionando também três concentrações diferentes (1,0; 2,5; 5,0 mL) em 1 litro de água bruta. A medição do pH só foi realizada apenas nas amostras com 24 horas.

Para análise da água com adição das farinhas em diferentes concentrações, foram coletadas 13 amostras num intervalo de 15 minutos entre cada uma, 01 amostra com 12 horas e 01 amostra com 24 horas. Já para a análise da água com a adição do cloro em diferentes concentrações, foram coletadas amostras apenas com 24 horas.

4.5 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados foram analisados e apresentados em tabelas e gráficos, em seguida, os resultados foram confrontados com dados de literatura e com as legislações vigentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises da Água Cinza Bruta utilizada no estudo

Realizou-se a análise das amostras de água antes da adição das farinhas de manga e cajá. Obteve-se uma cor de 350 uC, devido a grande quantidade de sólidos dissolvidos, apresentando um aspecto visivelmente branco leitoso. A turbidez analisada encontrava-se elevada o que levou a pressupor que há presença significativa de sólidos suspensos na água.

O pH da água bruta foi alcalino (9,2) o que corresponde à característica dos poluentes presentes principalmente em sabões.

Os resultados das análises da água bruta estão descritos na Tabela 01 a seguir:

Tabela 1 - Resultados das análises da água cinza bruta

PARÂMETRO	RESULTADO
Cor	350 UC
Turbidez	358 NTU
pH	9,2

Fonte: Próprio autor (2024)

5.2 Comparações da remoção de cor com adição das farinhas de manga e cajá.

Ao comparar os resultados da cor com a utilização das farinhas de manga e cajá a uma concentração de 1,0 grama em 1 litro da água cinza que pode ser observado na Tabela 02 que a farinha de manga parece ser mais eficiente no tratamento da cor, devido à farinha de cajá apresentar uma coloração amarela, à água da amostra. Após 15 minutos de observação, o valor com a utilização da farinha de cajá começou a crescer consideravelmente enquanto os da farinha da manga foram decaindo. Logo, para a concentração de 1,0 g/L, analisando o parâmetro de cor, a farinha de cajá apresentou inicialmente resultados mais satisfatórios.

Para a farinha de cajá, o melhor valor obtido para redução da cor encontra-se no tempo de 3 horas, após a adição das farinhas (386 uC), visto que foi o mais baixo, podendo significar que os sólidos dissolvidos se agregaram por um tempo, reduzindo a cor e sendo justificado pela porcentagem de remoção acumulada, em que se obteve 19,8% (Tabela 02). Mesmo comparando com a melhor porcentagem de remoção acumulada em que a farinha de manga obteve nessa concentração, que foi de 0,6% no tempo de 1h45min (Tabela 03), a farinha de cajá demonstrou um melhor resultado.

Embora a cor pouco influencie nos aspectos de qualidade da água, a análise se justificou por esta representar um padrão estético de aceitação da água para uso.

Tabela 2 - Percentual de remoção da cor (uC) após adição de 1 grama de farinhas de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	469 uC			481 uC		
19:15	484 uC	-3,2	-3,2	473 uC	1,7	1,7
19:30	473 uC	2,3	-0,9	457 uC	3,4	5,0
19:45	472 uC	0,2	-0,6	456 uC	0,2	5,2
20:00	471 uC	0,2	-0,4	451 uC	1,1	6,2
20:15	469 uC	0,4	0,0	419 uC	7,1	12,9
20:30	467 uC	0,4	0,4	404 uC	3,6	16,0
20:45	466 uC	0,2	0,6	399 uC	1,2	17,0
21:00	473 uC	-1,5	-0,9	396 uC	0,8	17,7
21:15	481 uC	-1,7	-2,6	399 uC	-0,8	17,0
21:30	476 uC	1,0	-1,5	394 uC	1,3	18,1
21:45	479 uC	-0,6	-2,1	392 uC	0,5	18,5
22:00	477 uC	0,4	-1,7	386 uC	1,5	19,8
12H	481 uC	-0,8	-2,6	427 uC	-10,6	11,2
24H	510 uC	-6,0	-8,7	409 uC	4,2	15,0

Fonte: Próprio autor (2024)

A Tabela 3 mostra a comparação do resultado de cor com a utilização das farinhas de manga e cajá com a concentração de 2,5 gramas em 1 litro de água bruta. Embora os valores da farinha de cajá relacionados com o tempo apresentem, de modo geral, uma queda gradativa, visualmente com a concentração de 2,5 gramas a amostra estava mais escura, o amarelado mais intenso.

Comparando o melhor resultado (386 uC) da concentração de 1,0 grama com o melhor resultado de 2,5 gramas de farinha de cajá, que foi de 281 uC em 24 horas e obteve-se 13,3% de remoção acumulada (Tabela 03), na concentração de 1,0 grama de farinha de cajá teve uma melhor eficiência.

Tabela 3 - Percentual de remoção da cor (uC) após adição de 2,5 gramas as farinhas de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	1019 uC	-	-	324 uC	-	-
19:15	957 uC	6,1	6,1	315 uC	2,8	2,8
19:30	567 uC	40,8	44,4	303 uC	3,8	6,5
19:45	564 uC	0,5	44,7	300 uC	1,0	7,4
20:00	565 uC	-0,2	44,6	302 uC	-0,7	6,8
20:15	566 uC	-0,2	44,5	296 uC	2,0	8,6
20:30	568 uC	-0,4	44,3	294 uC	0,7	9,3
20:45	338 uC	40,5	66,8	302 uC	-2,7	6,8
21:00	334 uC	1,2	67,2	300 uC	0,7	7,4
21:15	320 uC	4,2	68,6	305 uC	-1,7	5,9
21:30	299 uC	6,6	70,7	302 uC	1,0	6,8
21:45	268 uC	10,4	73,7	297 uC	1,7	8,3
22:00	255 uC	4,9	75,0	301 uC	-1,3	7,1
12H	957 uC	-275,3	6,1	289 uC	4,0	10,8
24H	957 uC	0,0	6,1	281 uC	2,8	13,3

Fonte: Próprio autor (2024)

Na Tabela 4 mostra-se a comparação do resultado de cor com a utilização de farinhas de manga e cajá com a concentração de 5,0 gramas em 1 litro de água bruta. Quanto ao resultado de cor da farinha do cajá com a concentração de 5,0 gramas comparado com o de concentração de 2,5 gramas, houve um aumento, sendo o menor valor 367 uC no tempo de 24 horas e 12,2% de remoção acumulada (Tabela 04), situação que deixou insatisfatória a utilização da farinha nessa proporção de 5,0 gramas para redução da cor.

Tabela 04 - Percentual de remoção da cor (uC) após adição de 5 gramas de farinha de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	957 uC			418 uC		
19:15	957 uC	0,0	0,0	404 uC	3,3	3,3
19:30	957 uC	0,0	0,0	406 uC	-0,5	2,9
19:45	957 uC	0,0	0,0	392 uC	3,4	6,2
20:00	957 uC	0,0	0,0	392 uC	0,0	6,2
20:15	957 uC	0,0	0,0	392 uC	0,0	6,2
20:30	957 uC	0,0	0,0	392 uC	0,0	6,2
20:45	957 uC	0,0	0,0	392 uC	0,0	6,2
21:00	957 uC	0,0	0,0	391 uC	0,3	6,5
21:15	957 uC	0,0	0,0	392 uC	-0,3	6,2
21:30	957 uC	0,0	0,0	391 uC	0,3	6,5
21:45	568 uC	40,6	40,6	388 uC	0,8	7,2
22:00	564 uC	0,7	41,1	387 uC	0,3	7,4
12H	791 uC	-40,2	17,3	382 uC	1,3	8,6
24H	481 uC	39,2	49,7	367 uC	3,9	12,2

Fonte: Próprio autor (2024)

Comparando os resultados das demais concentrações, tanto a farinha de cajá quanto o de manga, ficou perceptível que na concentração de 2,5 gramas da farinha de manga foi o melhor para redução de cor, visto que obteve 255 uC em 3 horas, após adição do extrato, tendo 75% de remoção acumulada.

5.3 Comparações da remoção de turbidez com uso das diferentes farinhas

Ao utilizar a farinha de manga, houve uma considerável redução da turbidez entre os horários semelhantes aos apresentados na cor, sendo que, após 24 horas, verificou-se maior eficiência da utilização da farinha de manga para redução dos níveis deste parâmetro, tendo 35,4% de remoção acumulada (Tabela 5).

Com a farinha de cajá, os valores obtidos para turbidez foram melhores do que os da farinha de manga. Assim, acredita-se que, para esta concentração, a farinha de cajá remove mais facilmente os sólidos suspensos. Neste caso, observa-se um declínio significativo da turbidez com uso de farinha de cajá, sendo a remoção após tempo de contato de 3 horas igual a 76,8% e final de 24 horas, igual a 78,4% (Tabela 5).

Tabela 5 - Percentual de remoção da turbidez (UNT) após adição de 1grama de farinhas de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	333 uC	-	-	1015 uC	-	-
19:15	356 uC	-6,9	-	507 uC	50,0	-
19:30	267 uC	25,0	19,8	490 uC	3,4	51,7
19:45	263 uC	1,5	21,0	394 uC	19,6	61,2
20:00	252 uC	4,2	24,3	390 uC	1,0	61,6
20:15	247 uC	2,0	25,8	333 uC	14,6	67,2
20:30	246 uC	0,4	26,1	281 uC	15,6	72,3
20:45	245 uC	0,4	26,4	256 uC	8,9	74,8
21:00	250 uC	-2,0	24,9	249 uC	2,7	75,5
21:15	251 uC	-0,4	24,6	242 uC	2,8	76,2
21:30	249 uC	0,8	25,2	236 uC	2,5	76,7
21:45	248 uC	0,4	25,5	236 uC	0,0	76,7
22:00	248 uC	0,0	25,5	235 uC	0,4	76,8
12H	381 uC	-53,6	-14,4	340 uC	-44,7	66,5
24H	215 uC	43,6	35,4	219 uC	35,6	78,4

Fonte: Próprio autor (2024)

Com a farinha de manga, a turbidez foi diminuindo à medida que aumentou a concentração de farinha para 2,5 gramas. A turbidez com melhor valor para esta concentração foi obtida após 12 horas da adição da farinha tendo um percentual de remoção acumulada de 56,5 (Tabela 6). Para a farinha de cajá a remoção acumulada apresentou um percentual de remoção final de 46,5% (Tabela 6). Comparando os resultados encontrados, percebe-se que a farinha de manga demonstrou ser mais eficaz que a de cajá.

Tabela 6 - Percentual de remoção da turbidez (UNT) após adição de 2,5 gramas de farinhas de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	434 uC			258 uC		
19:15	395 uC	9,0	9,0	248 uC	3,9	3,9
19:30	322 uC	18,5	25,8	221 uC	10,9	14,3
19:45	278 uC	13,7	35,9	201 uC	9,0	22,1
20:00	272 uC	2,2	37,3	186 uC	7,5	27,9
20:15	274 uC	-0,7	36,9	184 uC	1,1	28,7
20:30	269 uC	1,8	38,0	193 uC	-4,9	25,2
20:45	262 uC	2,6	39,6	195 uC	-1,0	24,4
21:00	247 uC	5,7	43,1	174 uC	10,8	32,6
21:15	246 uC	0,4	43,3	178 uC	-2,3	31,0
21:30	253 uC	-2,8	41,7	180 uC	-1,1	30,2
21:45	249 uC	1,6	42,6	183 uC	-1,7	29,1
22:00	236 uC	5,2	45,6	176 uC	3,8	31,8
12H	189 uC	19,9	56,5	138 uC	21,6	46,5
24H	170 uC	10,1	60,8	108 uC	21,7	58,1

Fonte: Próprio autor (2024).

A Tabela 7 mostra a comparação do resultado de turbidez com a utilização dos extratos de manga e cajá com a concentração de 5,0 gramas em 1 litro de água bruta. Para o extrato de manga, a turbidez com melhor valor para esta concentração foi obtida após 12 horas da adição do extrato tendo um percentual de remoção acumulada de 55,6 (Tabela 7). Para o extrato de cajá, houve uma queda significativa, com percentual de remoção final chegando a 55,6% (Tabela 7).

Comparando os resultados encontrados, percebe-se que se obteve o mesmo valor no percentual de remoção acumulada (55,6%), porém o valor de turbidez do cajá, 115 UNT, foi menor que o de manga, 154 UNT.

Tabela 07 - Percentual de remoção da turbidez (UNT) após adição de 5 gramas das farinhas de manga e cajá ao longo do tempo de exposição

HORÁRIO	MANGA	% remoção	% remoção acumulada	CAJÁ	% remoção	% remoção acumulada
19:00	347 uC			259 uC		
19:15	306 uC	11,8	11,8	243 uC	6,2	6,2
19:30	305 uC	0,3	12,1	215 uC	11,5	17,0
19:45	261 uC	14,4	24,8	193 uC	10,2	25,5
20:00	265 uC	-1,5	23,6	187 uC	3,1	27,8
20:15	215 uC	18,9	38,0	169 uC	9,6	34,7
20:30	210 uC	2,3	39,5	165 uC	2,4	36,3
20:45	207 uC	1,4	40,3	165 uC	0,0	36,3
21:00	195 uC	5,8	43,8	165 uC	0,0	36,3
21:15	180 uC	7,7	48,1	155 uC	6,1	40,2
21:30	184 uC	-2,2	47,0	157 uC	-1,3	39,4
21:45	177 uC	3,8	49,0	158 uC	-0,6	39,0
22:00	173 uC	2,3	50,1	156 uC	1,3	39,8
12H	154 uC	11,0	55,6	124 uC	20,5	52,1
24H	221 uC	-43,5	36,3	115 uC	7,3	55,6

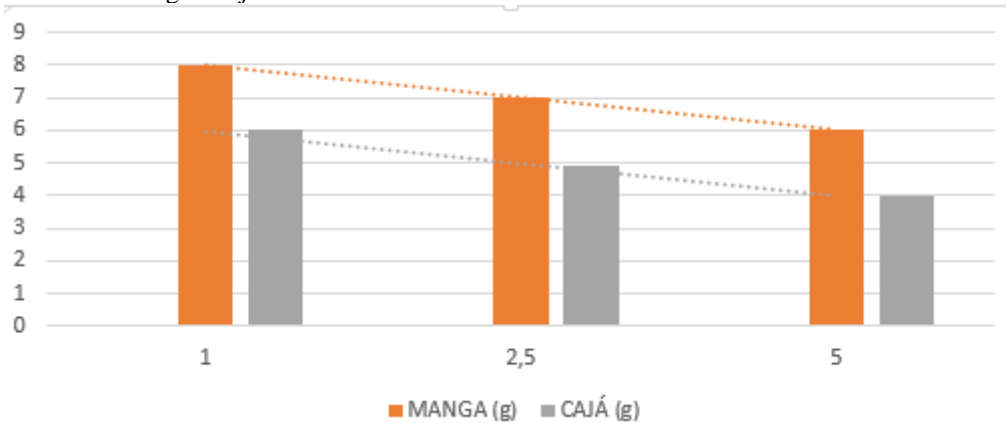
Fonte: Próprio autor (2024)

Com relação à porcentagem de remoção acumulada, e comparada os resultados de ambos as farinhas utilizadas para turbidez, a de cajá com concentração de 1,0 grama teve um melhor resultado de 78,4% em 24 horas.

5.4 Variações de pH ao longo do tempo com uso das farinhas de manga e cajá

O pH foi medido uma única vez após 24 horas de exposição a farinha. Pode-se notar pela Figura 3 que o pH foi diminuindo de acordo com o aumento da concentração de farinha, tanto da manga quanto do cajá. E com a concentração de 5,0 gramas, a farinha de manga e o de cajá deixaram a amostra ácida.

Figura 3 - Comparação dos resultados de pH em 1 litro de água cinza bruta após período de exposição de 24 horas aos extratos de manga e cajá.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O valor do pH está relacionado indiretamente com a degradação da matéria orgânica, quanto menor o valor do pH (ácido) maior a degradação da matéria orgânica. Comparado os resultados obtidos, a amostra com a farinha de cajá desde a concentração de 1,0 grama já se encontrava ácido e com o aumento da concentração do extrato intensificou a acidez, já com a farinha de manga com a concentração de 1,0 e 2,5 gramas permaneceu na neutralidade e com 5,0 gramas tornou-se ácida.

5.5 Resultados obtidos com uso de cloro

Foram feitas as análises da água bruta com adição do cloro em diferentes concentrações, sendo verificadas a cor, turbidez e pH. Em sequência, estão dispostos e discutidos os resultados encontrados. A Tabela 08 mostra o percentual de remoção dos resultados obtidos para cor e turbidez após a adição de diferentes concentrações de cloro.

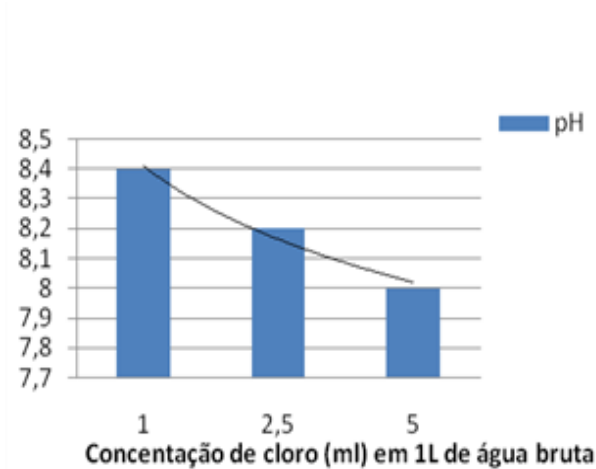
Tabela 8 - Percentual de remoção de turbidez, cor e bactérias heterotróficas após adição diferentes concentrações de cloro por 24 horas de exposição

Concentração	1	2,5	5
turbidez (NTU)	185	244	289
% remoção		-31,9	-18,4
% remoção acumulada		-31,9	-56,2
cor (UC)	274	305	321
% remoção		-11,3	-5,2
% remoção acumulada		-11,3	-17,2

Fonte: Próprio autor (2024)

Agora em relação ao pH da água com a adição de cloro, nota-se na Figura 4 que a amostra manteve se neutralizada, sendo mais perceptível na concentração de 5,0 ml por litro de água.

Figura 4 - Comparação dos resultados de pH em 1 litro de água cinza bruta após período de exposição a diferentes concentrações de cloro



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Portanto, verifica-se que a utilização do cloro, conforme esperado, ocorre a remoção total das bactérias, reduzindo também cor, turbidez e o pH da água o que comprova a sua eficiência. Contudo, já é de conhecimento, segundo dados de literatura, que o uso de cloro em águas ricas em matéria orgânica leva à formação de compostos organoclorados, o que leva a repensar sua utilização em alguns casos.

7. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, observou-se que, para a clarificação, a melhor farinha foi o da Manga, pois obteve-se o melhor resultado para redução de cor e turbidez. Além disso, a farinha de Manga apresentou resultados satisfatórios na redução da carga microbiológica.

Ressalta-se que as duas espécies vegetais utilizadas para fabricação das farinhas são da mesma família e que a diferença dos resultados obtidos pode ser pelo fato de ter utilizado o caroço de uma e a casca do outro, o que sugere pesquisas futuras.

E por fim, essa pesquisa foi realizada apenas para descobrir a melhor concentração para redução de cor e turbidez o melhor tempo, sendo feita de forma bruta, em que não foi feito teste de toxicidade e nem avaliação do princípio ativo, o que de certa forma também pode interferir nos resultados.

Concluindo-se que as águas cinzas é uma fonte alternativa de armazenamento de água em períodos de escassez, sendo necessário a realização de tratamento adequado para que o reuso seja realizado de forma segura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUM, J. R. C. **Critérios e padrões de qualidade de água** in MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. S. (editores) *et al.* **Reuso de Água**. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. p. 125-174

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 73-123

COSTA, R. P. **Água: matéria-prima primordial à vida** in TELLES, D. D; COSTA, R. P. (coordenadores) *et al.* **Reuso da Água: conceitos, teorias e práticas**. 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2010. p. 1-11

FIORI, S. **Avaliação qualitativa e quantitativa do potencial de reuso de água cinza em edifícios residenciais multifamiliares**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2005.

GONÇALVES, R. F. *et al.* **Gerenciamento de águas cinzas** in GONÇALVES, R. F. (coordenador) *et al.* **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p.153-222

KOBIYAMA, M; CHECCHIA, T; SILVA, R. V. **Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas**. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2005. 110 p.(Apostila para Curso de Especialização em gestão de Recursos Hídricos)

LEMOS WED. **Monitoramento e gestão da qualidade da água em reservatórios incorporando processos hidrodinâmicos e climáticos de regiões tropicais semiáridas**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 164 p. 2011

LINDSTROM, C. **Greywater: what is...how to treat it...how to use it**. Disponível em: <<http://www.greywater.com>>

MANCUSO, P. C. S; BRAGA FILHO, D. **Conceito de reuso de água** in MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. S. (editores) *et al.* **Reuso de Água**. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. p. 20-36

MARENGO, J.A; NOBRE, C.A.; SELUCHI, M.E.; CUARTAS, A.; ALVES, L.M.; MENDIONDO, E.M.; OBRÉGON, G.; SAMPAIO, G. (2005) **A seca e a crise hídrica 2014-2015** em São Paulo. *Revista USP*, n. 106, p. 31-44. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>

MOTA, S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos**. 3ª ed. , atualizada e revisada. Rio de Janeiro: ABES, 2008. p. 64-67

NOGUEIRA, F. C. B. *et al.* **Sementes de Moringa oleifera e extrato de quiabo no tratamento de efluentes urbanos e industriais**. UNIFENAS. II Encontro Nacional de Moringa. Aracaju-SE, 2010.

PIVELI, R. P. & KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico Químicos**. São Paulo: ABES. 2005.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Reuso de água**: uma tendência que se firma *in* MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. S. (editores) *et al.* Reuso de Água. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. p. XIII-XVII

RAPOPORT, B. **Águas cinzas: Caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial**. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2004.
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

SANTOS, H. F. **Custos dos sistemas de reuso de água** *in* MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. S. (editores) *et al.* Reuso de Água. Barueri, São Paulo: Manole, 2003. p. 433-468

SILVA JÚNIOR, ANTONIO HENRIQUE DA. **Sistemas de Captação Alternativos e Aproveitamento de Águas pluviais** / Antonio Henrique da Silva Júnior. - 2021. 35 f. : il.

SOUZA, H. H. S; PAULO, P. L. **Avaliação da Desinfecção Solar (SODIS) de água cinza**. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. X Encontro de iniciação científica da UFMS, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.

ZARDINI, C. de S. **Aproveitamento de água de chuva - estudo da viabilidade em diferentes capitais brasileiras**. Artigo. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS GOIÂNIA – 2014.

