

**UTILIZAÇÃO DO FRUTO E SEMENTES DE *COIX LACRYMA-JOBI L.*  
COMO COAGULANTE E AGENTE ANTIMICROBIANO NO TRATAMENTO  
DE ÁGUA DOCE BRUTA CLASSE II**

*USE OF COIX LACRYMA-JOBI L. FRUIT AND SEEDS AS COAGULANT AND  
ANTIMICROBIAL IN THE TREATMENT OF RAW FRESH WATER CLASS II*

Heitor Paloschi<sup>1</sup>

Me. Raquel Bonati Moraes Ibsch<sup>2</sup>

**RESUMO:** A água é uma substância fundamental para a vida, porém nem sempre é encontrada na sua forma potável para o consumo, sendo necessária a realização de um tratamento apropriado. Uma das etapas do processo de tratamento é a coagulação, na qual, majoritariamente, utilizam-se coagulantes sintéticos. Portanto, esse estudo teve como objetivo identificar as características coagulante e antimicrobiana nos frutos e semente da planta *Coix lacryma-jobi L.*, visando encontrar um tratamento alternativo utilizando coagulantes e agentes antimicrobianos naturais, para água doce bruta classe II. Quanto a classificação do estudo, caracterizou-se como pesquisa experimental, através de manipulação direta das variáveis relacionadas ao objeto de estudo. O estudo iniciou-se com uma breve descrição da disponibilidade e qualidade da água, posteriormente, contextualizaram-se as etapas do tratamento de água a serem estudadas e, por fim, foi realizada a apresentação das características da planta em estudo. O resultado da pesquisa apontou valores obtidos a partir da utilização dos coagulantes naturais em comparação com o sulfato de alumínio, bem como informações quanto a atividade antimicrobiana dos mesmos. Mediante os resultados apresentados, revela-se a importância da realização de pesquisas complementares, visando coletar mais informações a respeito do comportamento e propriedades presentes nos frutos e sementes da *Coix*

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Química da UNIFE. *E-mail:* hpaloschi@unifebe.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora. Me. Raquel Bonati Moraes Ibsch. *E-mail:* raquel.moraes@unifebe.edu.br

*lacryma-jobi L.*, para sua possível implementação nos processos de tratamento de água doce bruta classe II.

**Palavras-chave:** Tratamento de água; coagulante natural; atividade antimicrobiana; *Coix lacryma-jobi L.*

**ABSTRACT:** *Water is a fundamental substance for life, but it is not always found in its drinkable form for consumption, requiring proper treatment. One of the stages of the treatment process is coagulation, in which, mostly, synthetic coagulants are used. Therefore, this study aimed to identify the coagulant and antimicrobial characteristics in the fruits and seeds of the Coix lacryma-jobi L. plant, aiming to find an alternative treatment using natural coagulants and antimicrobial agents for class II raw freshwater. As for the classification of the study, it was characterized as experimental research, through direct manipulation of variables related to the object of study. The study began with a brief description of the availability and quality of water, subsequently, the water treatment steps to be studied were contextualized and, finally, the characteristics of the plant under study were presented. The research result showed values obtained from the use of natural coagulants in comparison with aluminum sulfate, as well as information on their antimicrobial activity. Through the results presented, the importance of carrying out further research is revealed, aiming to collect more information about the behavior and properties present in the fruits and seeds of Coix lacryma-jobi L., for possible implementation in the treatment processes of raw fresh water class II.*

**Keywords:** *Water treatment; Natural coagulant; Antimicrobial activity; Coix lacryma-jobi L.*

## 1 INTRODUÇÃO

A água cobre 75% da superfície da Terra. Destes, 97,4% são compostos por água salgada e encontram-se nos mares e oceanos. Deste modo, a água doce não chega a 3%, sendo que 90% correspondem às geleiras e o restante encontra-se em rios, lagos e lençóis freáticos (SANESUL, 2019).

Embora essencial para o corpo humano, a água pode conter certas substâncias, elementos químicos e microrganismos, que devem ser eliminados ou reduzidos a uma concentração inofensiva à saúde humana. A industrialização e o aumento populacional dos centros urbanos têm intensificado a contaminação dos mananciais, tornando indispensável o tratamento da água destinada ao consumo humano, a fim de evitar a transmissão de doenças (DI BERNARDO; DANTAS, A. D. B, 2005; BORGIO, 2017).

Para produzir água potável, um processo de tratamento deve ser selecionado para remover ou reduzir certos componentes da água bruta. Portanto, o principal fator limitante para a seleção do processo unitário da água bruta é a qualidade exigida para a água tratada (RICHTER, 2009).

Dessa forma, o presente estudo é voltado para a análise de coagulação e atividade antimicrobiana na água doce bruta de classe II, a partir da utilização da água de cocção do fruto e da semente da planta *Coix lacryma-jobi L.*, visando a utilização de componentes naturais no processo de tratamento de água. No âmbito social este estudo visa possibilitar uma forma de tratamento de água menos agressivo ao meio ambiente, além de, possivelmente, menos custoso. Já para a formação acadêmica, sua relevância consiste em fornecer dados experimentais a partir de um aporte teórico, contribuindo para um olhar diferenciado quanto ao uso de coagulantes orgânicos no processo de tratamento de água.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste referencial teórico serão descritas, de forma sucinta, a disponibilidade e a qualidade de águas para o consumo humano, os processos que ocorrem nos tratamentos de água destinadas ao abastecimento público, bem como, novas alternativas através da utilização de sementes, aos tratamentos convencionais existentes no mercado.

### 2.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

O planeta Terra possui cerca de 75% de sua superfície coberta por água. Deste total, 97,4% representam água salgada e 2,6% água doce. Apenas 0,26% do total de água do planeta correspondem à água superficial, rios e lagos, que estão diretamente disponíveis para demandas humanas (DOS SANTOS, 2011).

Cada vez mais a disponibilidade de água em todos os continentes tende a diminuir, comprovando a real necessidade de revisão do sistema de consumo e apresentação de novas soluções para o problema de disponibilidade em curto prazo. (DEZOTTI, 2008).

#### 2.1.1 Qualidade da água

Segundo Belo (2017), evidencia-se que o tema sobre a água chama atenção para a qualidade de vida que dependem diretamente das características de tais recursos hídricos. Por estar presente em diversos processos químicos, físicos e biológicos, a água é um recurso essencial para todas as formas de vida (TUNDISI, 2003).

Contudo, este recurso natural tem sido explorado de forma não sustentável. Cerca de dois milhões de toneladas de dejetos, resíduos *in natura* e outros efluentes são lançados diariamente em água superficiais. Além disso, 90% do esgoto e 70% dos efluentes industriais são lançados em corpos hídricos



como rios, lagos e mares. (TUNDISI, 2003; DOS SANTOS, 2011; MACHADO & TORRES, 2013)

Conforme a CESTESB (2009), as fontes de poluentes classificadas em pontuais ou difusas, são as que levam à degradação da qualidade da água. Sendo assim, as fontes pontuais são as que atingem, em um único ponto, o corpo d'água, e são caracterizadas por efluentes domésticos e industriais. As fontes difusas atingem o corpo d'água distribuindo-se ao longo de parte sua extensão e são caracterizadas por resíduos provenientes do escoamento superficial urbano e rural e da agricultura (CETESB, 2009; VON SPERLING, 2005).

As contaminações da água trazem riscos à saúde. Tais riscos estão relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas) e/ou a riscos derivados de poluentes presentes em resíduos e efluentes industriais (D'AGUILA *et al.*, 2000).

## 2.2 TRATAMENTOS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS DE ÁGUA

O tratamento de água corresponde à realização de diferentes etapas, com intuito de fornecer água potável à população. Porém, a constante deterioração dos corpos hídricos, concomitante ao uso de técnicas inadequadas ao tratamento, faz com que esse objetivo esteja cada vez mais longe de ser alcançado (MIODUSKI, 2014).

Nos tratamentos convencionais, a sedimentação de materiais ou matéria orgânica em suspensão, ocorre através do uso de coagulantes. Na sequência, após a coagulação, ocorrem os processos de floculação e decantação. Por essas três etapas serem realizadas em sequência, o desempenho insatisfatório de uma das etapas influencia a qualidade do funcionamento das demais e acaba comprometendo os padrões de potabilidade da água (PEREIRA e FREIRE, 2005).

Existem diferentes coagulantes utilizados no processo convencional de tratamento de água. Tais coagulantes podem ser de natureza inorgânica, como

o sulfato de alumínio e sais de ferro, polímeros sintéticos orgânicos (poliacrilamida) ou coagulantes que ocorrem naturalmente, como a quitosana (BELO, 2017).

Atualmente, têm-se um número significativo de estudos que buscam minimizar a formação de subprodutos tóxicos no processo de tratamento de água, como também diminuam o volume de toxicidade do lodo gerado. Sendo assim, os coagulantes naturais ou alternativos, principalmente os de origem vegetal, são umas das principais alternativas com esse propósito. Dentre as vantagens apresentadas por tais coagulantes podemos citar o baixo custo, a possibilidade de produção em larga escala e a elevada biodegradabilidade (SILVA, 2012; MIODUSKI, 2014).

Sendo assim, algumas sementes têm sido estudadas e utilizadas no tratamento de águas brutas e efluentes, tendo como principais funções a remoção da cor e turbidez, além da remoção de microrganismos (SILVA e MATOS, 2008).

A descoberta do uso de sementes trituradas no processo de tratamento de água, apresentam redução de custo em relação ao tratamento químico convencional, caracterizando-se como uma relevante alternativa de processo. Com relação a remoção de bactérias, alguns estudos na literatura apontam redução da ordem de 90-99% (MUYBI; EVISON, 1995).

### **2.2.1 Turbidez**

A turbidez é responsável pela diminuição da transparência da água, pela presença de partículas em estado coloidal que estão em suspensão de matéria orgânica e inorgânica (DI BERNARDO, 2004; SCURACCHIO, 2010). Pode ocorrer tanto devido a presença de algas e plâncton, quanto por materiais provenientes de despejo doméstico e industrial e, até mesmo, do processo natural de erosão. A presença de tais partículas na água provoca a absorção e a dispersão da luz, originando uma aparência turva, com aparência indesejável e possivelmente perigosa (LEÃO; OLIVEIRA; DEL PINO, 2014).

O instrumento utilizado para medição de turbidez é o turbidímetro, composto por um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez, NTU, do inglês *Nephelometric Turbidity Unit*. O método se dá pela comparação da intensidade de luz que se espalha em uma amostra considerada padrão e a amostra de água em análise. Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior será a turbidez da água (LEÃO; OLIVEIRA; DEL PINO, 2014).

### 2.2.2 Clarificação da água

Conforme Santos *et al.* (2011), no processo de clarificação, por meio de sedimentação, são retirados os sólidos em suspensão. Para que isso aconteça, é necessário neutralizar as cargas das partículas para que ocorra a aglutinação das mesmas, possibilitando o aumento da sedimentação de forma significativa. Durante esta etapa, os parâmetros de cor da água e turbidez são reduzidos pela remoção das partículas que se encontram em suspensão, coloidais e/ou dissolvidas. Nos corpos hídricos, tais características acontecem devido a presença de areia e argila, devido ao escoamento da água pela superfície do solo. Em razão do maior tamanho granulométrico, a areia sedimenta-se mais facilmente (HELLER; DE PÁDUA, 2006; ASRAFUZZAMAN e FAKHRUDDIN; HOSSAIN, 2011).

### 2.2.3 Coagulação e Floculação

A coagulação é o processo em que se adiciona o agente coagulante na água, para diminuir as interações que tendem a manter separadas as partículas em suspensão. Já a floculação corresponde a aglomeração dessas partículas de modo que se tornem maiores e mais pesadas, fazendo com que sejam sedimentadas. Entretanto, os termos coagulação e floculação significam o processo integral de aglomeração de partículas (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 2003; CARDOSO *et al.*, 2008).

Conforme Moura (2013), ao longo da história, a coagulação tem sido usada no processo de tratamento de água com intuito de diminuir a turvação, cor

e eliminar agentes patogênicos. Na etapa de coagulação, neutralizam-se e aglutinam-se as partículas coloidais em partículas com maior dimensão através da adição de algum coagulante que elimina da superfície das partículas as cargas eletrostáticas negativas, resultando na diminuição da repulsão entre si (GOLÇALVES; PIOTTO; RESENDE, 1997; SENGUPTA *et al.*, 2012).

À adição de coagulantes inorgânicos, chama-se coagulação química. Tais coagulantes, que podem ser sais de alumínio ou de ferro, fazem com que ocorra a formação de flocos, por meio da precipitação conjunta entre hidróxidos de metálicos e as impurezas presentes na água (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 2003; MARTINS; DE OLIVEIRA; GUARDA, 2014).

De acordo com Moura (2013), os coagulantes naturais têm apresentado algumas vantagens na sua utilização, como por exemplo sua biodegradabilidade, baixo índice de produção de lodo residual e a baixa toxicidade. Sementes têm sido estudadas para serem utilizadas como agentes de coagulação, floculação e sedimentação em processos depurativos de água, devido seu baixo custo, menor impacto sobre o meio ambiente e características não tóxicas (HAMID *et al.*, 2016).

A floculação é considerada a etapa de formação de partículas sedimentáveis, ou seja, o processo de aglomeração das partículas coaguladas e desestabilizadas, do qual resultam flocos densos o bastante para realizar a separação por unidades de sedimentação, filtração ou flotação. Esse processo é influenciado pela concentração do coagulante, pH, alcalinidade, temperatura e concentração de íons no meio líquido (MCCONNACHIE *et al.*, 1999).

Essa etapa proporciona a colisão entre as partículas que estão desestabilizadas eletricamente, auxiliando o seu agrupamento em flocos de maiores dimensões que, pela gravidade, acabam sedimentando. Deve-se fazer com que a mistura favoreça o contato entre as partículas, por meio de agitação. O tempo dessa etapa varia entre 15 a 45 minutos (DI BERNARDO, 2004; DI BERNARDO; BRANDÃO; HELLER, 1999).



### 2.3 LEGISLAÇÃO QUANTO A CLASSIFICAÇÃO E AO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

De acordo com a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, as águas doces de classe II são as aquelas que podem ser destinadas para o abastecimento do consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca. Sendo essa última a classificação em que se enquadra o Rio Itajaí Mirim.

Quanto ao padrão de potabilidade, de acordo com a Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021, nada consta quanto a valores mínimos ou máximos de coagulantes utilizados no tratamento, apenas evidencia-se que a água destinada ao consumo humano obedeça aos padrões de potabilidade estabelecidos nesta portaria.

### 2.4 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA *COIX LACRYMA-JOBI L.* COMO FONTE DE COAGULANTES NATURAIS

A planta *Coix lacryma-jobi L.* (Figura 1A) é uma planta perene, da família Poacea, originária da Ásia tropical e naturalizada em quase todo o Brasil. É popularmente conhecida como capim-rosário ou lágrima-de-nossa-senhora (LORENZI e MATOS, 2008).

Segundo Lorenzi e Matos (2008), a *Coix lacryma-jobi L.* é uma herbácea cespitosa, anual, medindo de 1,0 a 1,8m de altura. Suas folhas são cartáceas, glabras e com margens serrado-epinescentes, de 10 a 20 cm de comprimento. Os frutos (Figura 1B) são do tipo cariopse (seco, indeiscente e com uma semente fusionada ao pericarpo), com formato ovalado e de coloração branco-acizentado-azulado. As sementes, frutos, folhas e colmos são as partes utilizadas desta planta (HORTO DIDÁTICO, 2020).

Utilização Do Fruto E Sementes De *Coix Lacryma-Jobi L.* Como Coagulante E Agente Antimicrobiano No Tratamento De Água Doce Bruta Classe Ii

Há vários séculos, bem como na atualidade, sua utilização ainda se baseia na tradição popular, no qual seus grãos são usados como analgésico, anti-inflamatório, antitérmico, anti-espasmódico, antimicrobiano, contra pedras nos rins e até mesmo combate a diabetes e para consumo humano. A tintura das sementes é diurética, anti-reumática, emoliente e útil nas afecções catarrais (MICHALAK, E., IRMÃ, 1997; LORENZI; MATOS, 2008; CHEN *et al.*, 2011; KUTSCHERA; KRASAEKOOPT, 2012; MANOSROI *et al.*, 2016; HORTO DIDÁTICO, 2020).

A composição química da *Coix lacryma-jobi L.* se dá por ácidos graxos como o ácido mirístico, e por alpha e beta sitosterol, arginina, beta-caroteno, coixol, coixans A e B, coixenólido, leucina, histidina, lisina, proteínas, sais minerais (fósforo, ferro, cálcio), riboflavina, niacina e tirosina. Na parte interna dos grãos, há uma reserva amilácea rica em proteínas, vitaminas e sais minerais e, quando moída, torna-se uma farinha de alto valor nutritivo (HORTO DIDÁTICO, 2020).

Alguns estudos com a *Coix lacryma-jobi L.*, comprovam cientificamente sua ação contra diferentes doenças, devido seus inúmeros componentes biologicamente ativos com diferentes atividades farmacológicas. Possui também atividade antimicrobiana de extratos metanólicos frente a fungos e bactérias (KUO *et al.*, 2002; CHEN *et al.*, 2011; MANOSROI *et al.*, 2016; DAS, *et al.*, 2017).

Figura 1 - Planta *Coix lacryma-jobi L.* (A), frutos e sementes (B).



Fonte: O Autor (2021)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

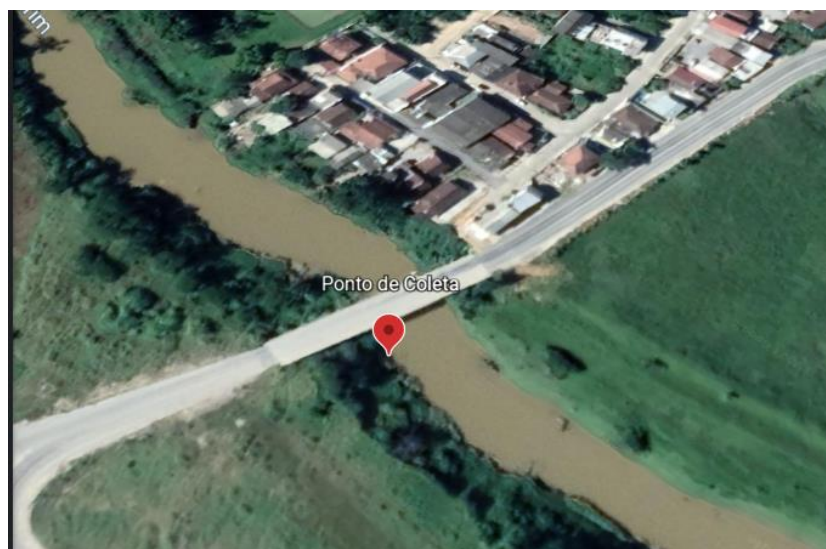
#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa do presente estudo é classificada como experimental, de natureza aplicada, utilizando uma abordagem exploratória, tanto quali quanto quantitativa. Também, deve-se ressaltar à pesquisa bibliográfica em teses, dissertações, artigos e revistas científicas, para apresentação da revisão de literatura e a busca por metodologias experimentais.

#### 3.2 COLETA E PREPARAÇÃO DO MATERIAL

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Química do Centro Universitário de Brusque (UNIFEBE). Os frutos e sementes do capim-sorócio (*Coix lacryma-jobi L.*) foram coletados no bairro Lageado Alto, em Botuverá, Santa Catarina, e a água para análise foi coletada no Rio Itajaí Mirim, no bairro Limoeiro, em Itajaí (Figura 2), nas coordenadas, latitude  $-27,03313^{\circ}$  e longitude  $-48,86107^{\circ}$ , também Santa Catarina.

Figura 2 - Georeferenciação do ponto de coleta da água bruta.

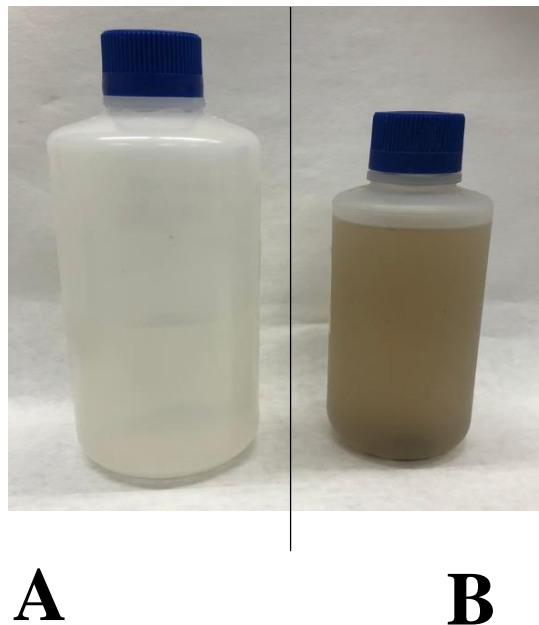


Fonte: O Autor (2021)

Utilização Do Fruto E Sementes De *Coix Lacryma-Jobi L.* Como Coagulante E Agente Antimicrobiano No Tratamento De Água Doce Bruta Classe Ii

Para a realização dos experimentos foram utilizadas duas metodologias. Uma consistiu em usar água de cocção com os frutos/sementes inteiras (Figura 2A) e a outra em utilizar água de cocção com os frutos/sementes triturados (Figura 2B) como alternativa aos coagulantes utilizados no tratamento de água doce bruta classe II.

Figura 2 - água de cocção frutos/sementes inteiras (A), água de cocção frutos/sementes trituradas (B)



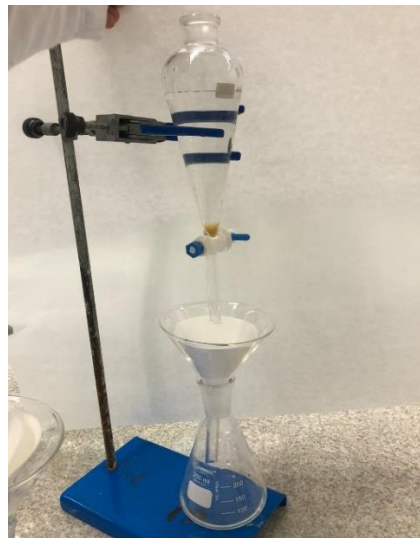
Fonte: O Autor (2021) Para o preparo da água de cocção com sementes inteiras, 20 g de semente foram lavadas em água corrente para remoção das impurezas e colocadas em um béquer com 500 ml de água, sendo posteriormente levadas a estufa por 1 hora a 100 °C.

Já para os testes de coagulação, encheram-se 4 béqueres de 600 ml com 100 gramas da água coletada (esta permaneceu em repouso por 2 dias antes da utilização, para a sedimentação dos sólidos insolúveis em suspensão). Foram adicionados 0,3 g, 0,5 g e 0,7 g, de água de cocção em cada cubeta, respectivamente, e, na última cubeta, adicionou-se 0,5 g de sulfato de alumínio a 1% para comparação. No *jar test*, as amostras ficaram submetidas a 180 rpm por 1 minuto, 60 rpm por 10 minutos e 25 rpm por 20 minutos, respectivamente, para que ocorresse o choque das partículas em suspensão e, então, fossem formados flocos maiores e estes sedimentassem.

Utilização Do Fruto E Sementes De *Coix Lacryma-Jobi L.* Como Coagulante E Agente Antimicrobiano No Tratamento De Água Doce Bruta Classe Ii

As amostras foram despejadas em funis de separação e deixadas em repouso por 1 hora. O lodo decantado foi separado do restante da água com auxílio de papel filtro, previamente seco em estufa a 110 °C por 3 horas e pesado para determinar seu peso seco (Figura 3). Posteriormente, foi levado à estufa a 110 °C, por 3 horas, para secagem do lodo. Na sequência, pesou-se novamente o papel filtro mais o lodo e determinou-se o teor de lodo decantado em cada amostra. Estes procedimentos foram realizados em triplicata.

Figura 3 - Funil de separação e papel filtro.



Fonte: O Autor (2021)

O preparo da água de cocção com os frutos/sementes trituradas se deu pela lavagem das sementes para remoção de impurezas, secas com auxílio de papel toalha, e trituradas em um moedor de grãos manual. Posteriormente, foram pesados 20 g do triturado (Figura 4). Em um béquer, foram adicionados 500 g de água destilada, bem como o triturado pesado. A mistura acondicionada no béquer foi levada à estufa a 100 °C, por 1 hora.

Figura 4 - 20g dos frutos/sementes triturados



Fonte: O Autor (2021)

Já para os testes de coagulação, encheram-se 4 béqueres de 600 ml com 100 gramas da água coletada (esta permaneceu em repouso por 2 dias antes da utilização, para a sedimentação dos sólidos insolúveis em suspensão). Foram adicionados 0,3 g, 0,5 g e 0,7 g de água de cocção em cada cubeta, respectivamente, e, na última cubeta, adicionou-se 0,5 g de sulfato de alumínio a 1% para comparação. No *jar test*, as amostras ficaram submetidas a 180 rpm por 1 minuto, 60 rpm por 10 minutos e 25 rpm por 20 minutos, respectivamente, para que ocorresse o choque das partículas em suspensão e, então, fossem formados flocos maiores e estes sedimentassem.

As amostras foram despejadas em funis de separação e deixadas em repouso por 1 hora. O lodo decantado foi separado do restante da água com auxílio de papel filtro, previamente seco em estufa a 110 °C, por 3 horas, e pesado para determinar seu peso seco. Posteriormente, o lodo foi levado à estufa a 110 °C, por 3 horas, para secagem. Na sequência, pesou-se novamente o papel filtro mais o lodo e determinou-se o teor de lodo decantado em cada amostra. Estes procedimentos foram realizados em triplicata.

Quanto aos testes para verificação de atividade antimicrobiana das águas de cocção, foi definido adicionar 2,5 g das águas de cocção para 500 g de água bruta. Dessa forma, realizaram-se todas as etapas dos testes de

coagulação, desde a adição dos coagulantes, os tempos e rotações determinados. Porém o tempo de sedimentação de 1 hora foi realizado nos próprios béqueres, visto que ser mais fácil a imersão dos *colipapers* (Alfakit).

Posteriormente foram utilizados *colipapers*, os quais foram imersos nas águas a serem testadas, água doce bruta sem adição de água de cocção, água doce bruta com adição da água de cocção de frutos/sementes inteiras e água de cocção de frutos/sementes triturados.

Após imergir os *colipapers* nas águas a serem testadas, os mesmos foram colocados nos seus respectivos pacotes plásticos e levados à mini estufa microbiológica da Alfakit por 15 horas. Depois, foram retirados e comparados entre si a semelhança ou diferença de colônias de bactérias presentes nas águas.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 TESTES DE COAGULAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO

Para os testes de coagulação com a utilização da água de cocção com frutos/sementes inteiras, realizados em triplicata, obtiveram-se os teores de lodo sedimentado. A partir dos resultados obtidos, realizou-se a média das quantidades de lodo sedimentadas para comparação com o sulfato de alumínio. Sendo assim, obtiveram-se os resultados, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média das quantidades de lodo sedimentadas utilizando água de cocção com frutos/sementes inteiras

Média dos Resultados				
Coagulante	Água de cocção			Sulfato de Alumínio
Quantidade de coagulante (g)	0,3	0,5	0,7	0,5
Lodo (g)	0,019 ± 0,009	0,022 ± 0,010	0,015 ± 0,001	0,023 ± 0,004

Valores médios ± desvio padrão.

Fonte: O Autor (2021)

Utilização Do Fruto E Sementes De *Coix Lacryma-Jobi L.* Como Coagulante E Agente Antimicrobiano No Tratamento De Água Doce Bruta Classe Ii

Já para os testes de coagulação com a utilização da água de cocção com frutos/sementes trituradas, realizados em triplicata, obtiveram-se os teores de lodo sedimentado. A partir dos resultados obtidos, realizou-se a média das quantidades de lodo sedimentadas para comparação com o sulfato de alumínio. Sendo assim, obtiveram-se os resultados, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Média das quantidades de lodo sedimentadas utilizando água de cocção com frutos/sementes trituradas

Média dos Resultados				
Coagulante	Água de cocção			Sulfato de Alumínio
Quantidade de coagulante (g)	0,3	0,5	0,7	0,5
Lodo (g)	0,024 ± 0,008	0,029 ± 0,014	0,013 ± 0,007	0,024 ± 0,015

Valores médios ± desvio padrão.

Fonte: O Autor (2021)

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar que os frutos/sementes da *Coix lacryma-jobi L.* possuem características coagulantes, obtendo teor de lodo sedimentado de 0,001 g a menos, para água de cocção com frutos/sementes inteiras quando comparada ao sulfato de alumínio. E para água de cocção com frutos/sementes triturados um teor de 0,005 g de lodo sedimentado a mais que o sulfato de alumínio.

Notou-se também que a quantidade utilizada das águas de cocção foi um fator importante para os resultados obtidos. Com a menor quantidade utilizada não se obteve o melhor resultado, assim como a maior quantidade utilizada possa ter saturado a solução não se obtendo resultados satisfatórios. Deste modo, concluiu-se ser a utilização de quantidade intermediária da água de cocção a responsável pelos melhores resultados de sedimentação de lodo.

Percebeu-se também que a utilização de ambas as águas de cocção, com frutos/sementes inteiras e frutos/sementes trituradas, apresentaram um aumento de pH na água em que eram adicionadas.



## 4.2 TESTE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Para os testes de verificação de atividade antimicrobiana dos frutos e sementes utilizaram-se de 2,5 g das águas de cocção com frutos/sementes inteiras e trituradas para 500 g de água bruta. Após a realização dos procedimentos metodológicos anteriormente citados obtiveram-se os resultados conforme as Figuras 5, 6 e 7, nas quais os pontos vermelhos, colocados com auxílio computacional devido à dificuldade de observação das colônias de bactérias através das imagens, representam as colônias observadas nos *colipapers*, descritos na Tabela 3. De acordo com as instruções da Alfakit, a fabricante do kit das análises microbiológicas, os pontos da cor rósea a vermelho representam colônias de coliformes totais.

Tabela 3 - Resultado do experimento de atividade antimicrobiana

<b>Experimento Atividade Antimicrobiana</b>			
<b>Amostra</b>	Água Bruta (Figura 5)	Frutos/Sementes Inteiras (Figura 6)	Frutos/Sementes Trituradas (Figura 7)
<b>nº colônias</b>	10 colônias	9 colônias	2 colônias
<b>Porcentagem (%)</b>	100	90	20

Fonte: O Autor (2021)

Verifica-se assim que a água de cocção com fruto/sementes inteiras não ocasionou diminuição significativa de colônias de bactérias presentes na água bruta, ou seja, não possui atividade antimicrobiana. Por outro lado, a água de cocção com frutos/sementes trituradas reduziu significativamente a quantidade de colônias presentes na água. De 10 colônias presentes na água bruta, foi possível visualizar apenas 2 após a utilização da água de cocção com frutos/sementes trituradas.

Desta forma, pode-se constatar que a água de cocção com frutos/sementes trituradas possui atividade antimicrobiana, quando adicionada em água doce bruta classe II.

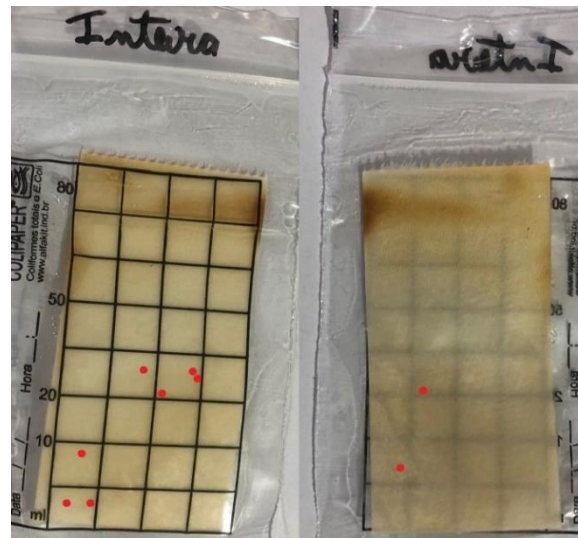
Utilização Do Fruto E Sementes De *Coix Lacryma-Jobi L.* Como Coagulante E Agente Antimicrobiano No Tratamento De Água Doce Bruta Classe Ii

Figura 5 - Teste microbiológico água bruta



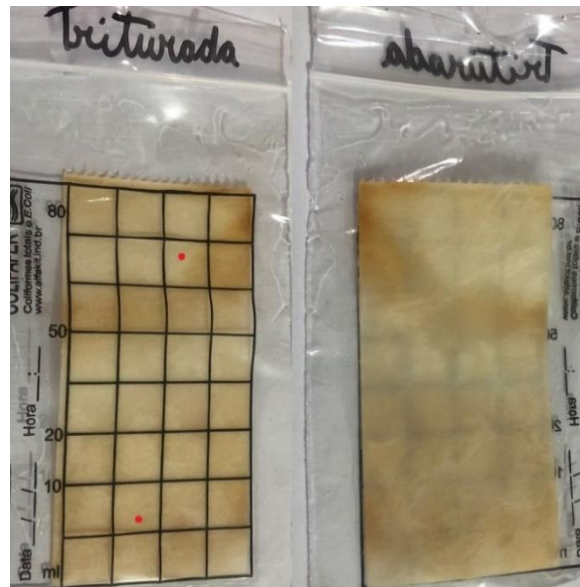
Fonte: O Autor (2021)

Figura 6 - Teste microbiológico água bruta + água de cocção com fruto/sementes inteiras



Fonte: O Autor (2021)

Figura 7 - Teste microbiológico água bruta + água de cocção com fruto/sementes trituradas



Fonte: O Autor (2021)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por coagulantes naturais para uso no tratamento de água passou a se intensificar, devido à preocupação com o meio ambiente. Vale ressaltar que a utilização de coagulante naturais minimiza a formação de subprodutos tóxicos, como também diminui o volume de toxicidade do lodo gerado no processo de tratamento de água, favorece o baixo custo de fabricação e possibilita elevado índice de biodegradabilidade.

Sabe-se que nem sempre os coagulantes naturais terão efetividade igual aos coagulantes sintéticos, justamente por serem naturais, mas podem reduzir significativamente a utilização dos mesmos, bem como minimizar impactos ambientais negativos recorrentes destes processos.

A partir dos testes realizados, foi possível compreender que a água de cocção com frutos/sementes inteiras da *Coix lacryma-jobi L.* possui característica coagulante similar, ao do sulfato de alumínio. Já a água de cocção com frutos/sementes triturados da *Coix lacryma-jobi L.* possui característica

coagulante promissora, pois não houve diferença estatística, e muito similar ao do sulfato de alumínio, mesmo sendo este um coagulante sintético muito utilizado nas estações de tratamento de água doce bruta classe II.

Compreende-se também que a água de cocção dos frutos/sementes triturados da *Coix lacryma-jobi L.* possui características antimicrobianas significativas mesmo que a remoção bacteriana não tenha sido igual a 100%.

Desse modo, este estudo propõe a realização de mais pesquisas a respeito dos frutos/sementes da *Coix lacryma-jobi L.* associadas ao tratamento de água doce bruta classe II. Desde a caracterização das águas de cocção para identificar quais os componentes liberados na água através da cocção, testes de coagulação com correção de pH, para delimitação da faixa de pH ótimo de trabalho, até testes de coagulação com combinação das águas de cocção com o sulfato de alumínio para verificar o comportamento desta mistura em um mesmo processo de tratamento de água.

## REFERÊNCIAS

ASRAFUZZAMAN, M.; FAKHRUDDIN, A. N. M.; HOSSAIN, M. A. Reduction of turbidity of water using locally available natural coagulantes. **ISRN microbiology**, v. 2011, 2011.

BELO, L. **Caracterização química das sementes de *Moringa oleífera* e sua utilização na potabilização da água.** 2017. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res>

\_conama\_357\_2005\_classificacao\_corpos\_agua\_rtfcdaltrd\_res\_393\_2007\_397\_2008\_410\_2009\_430\_2011.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM/MS 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. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 19 set. 2021.

BORGIO, C. *Et al.* **Tratamento de água com semente de Moringa oleífera**. V semana de engenharia química UFES. Blucher: Alegre/ES. 2017.

CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleífera Lam-DOI: 10.4025/actascitechnol.v30i2.5493. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 2, p.193-198, 2008.

CHEN, H. H.; CHIANG, W.; CHANG, J. Y.; CHIEN, Y. L.; LEE, C. K.; LIU, K. J.; CHENG, Y. T.; CHEN, T. F.; KUO, Y. H.; KUO, C. C. Antimutagenic constituents of adlay (*Coix lachryma-jobi L. var. ma-yuen Stapf*) with potential cancer chemopreventive activity. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 12, p. 6444- 6452, 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Variáveis de qualidade de água. **CETESB**: São Paulo, p. 1 - 43, 2009. (Série Publicações/Relatórios).

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Quality assessment of the public water supply in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DAS, L. S.; AKHTER, R.; KHANDAKER, S.; HUQUE, S.; DAS, P.; ANWAR, M. R.; TAN-NI, K. A.; SHABNAZ, S.; SHAHRIAR, M. Phytochemical screening, antibacterial and anthelmintic activities of leaf and seed extracts of *Coix lacryma-jobi*. **Journal of Coastal Life Medicine**, v. 5, n. 8, p. 360-364, 2017.

DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

DI BERNARDO, A. S. **Desempenho de sistemas de dupla filtração no tratamento de água com turbidez elevada**. 2004. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C. C. S.; HELLER, L. **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. 2011. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. São Carlos: RiMa, v. 1, p. 792, 2005.

DOS SANTOS, G. R. **Estudo de clarificação de água de abastecimento público e otimização da estação de tratamento de água**. 2011. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

GONÇALVES, R. F.; PIOTTO, Z. C.; REZENDE, M. B. de. Influência dos mecanismos de coagulação da água bruta na reciclagem de coagulantes em lodos de estações de tratamento de água. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, **Anais...**1997.



HAMID, S. H. A.; LANANAN, F.; KHATOON, H.; JUSOH, A.; ENDUT, A. A study of coagulating protein of *Moringa oleifera* in microalgae bio-flocculation. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 113, p. 310-317, 2016.

HELLER, L.; DE PADUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. [s.1.] Editora UFMG, 2006.

HORTO DIDÁTICO. **Lágrima-de-nossa-senhora**. Horto didático de plantas medicinais do HU/CCS. Florianópolis, 2020.

KUO, C. C.; CHIANG, W.; LIU, G. P.; CHIEN, Y. L.; CHANG, J. Y.; LEE, C. K.; LO, J. M.; HUANG, S. L.; SHIH, M. C.; KUO, Y. H. 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radicals-scavenging active components from adlay (*Coix lacryma-jobi* L. var. ma-yuen Sta-pf) hulls. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5850-5855, 2002.

KUTSCHERA, M.; KRASAEKOOPT, W. The use of job's tear (*Coix lacryma-jobi* L.) flour to substitute cake flour in butter cake. **Assumption University Journal of Technology**, v. 15, n. 4, p. 233-238, 2012.

LEÃO, M.F.; OLIVEIRA, E. C.; DEL PINO, J. C. Análises de água: um estudo sobre os métodos e parâmetros que garantem a potabilidade dessa substância fundamental para a vida. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 6, n. 4, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 544, 2008.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MANOSROI, A.; SAINAKHAM, M.; CHANKHAMPAN, C.; MANOSROI, W.; MANOSROI, J. *In vitro* anti-cancer activities of Job's tears (*Coix lachryma-jobi*

Linn.) extracts on human colon adenocarcinoma. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, p. 248-256, 2016.

MARTINS, A. A.; DE OLIVEIRA, R. M. S.; GUARDA, E. A. Potencial de uso de compostos orgânicos como coagulantes, floculantes e adsorventes no tratamento de água e efluentes. **Periódico Eletrônicos Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 12, 2014.

MCCONNACHIE, G. L.; FOLKARD, G. K.; MTAWALI, M. A.; SUTHERLAND, J. P. Field trials of appropriate hydraulic flocculation processes. **Water reserach**, v. 33, n. 6, p. 1425-1434, 1999.

MICHALAK, E. Irmã. “**Apontamentos fitoterápicos da Irmã Eva Michalak.**” Florianópolis: Epagri, 1997.

MIODUSKI, J. **Avaliação da toxicidade de extratos da semente de moringa oleífera lam. Frente aos organismos daphnia magna straus. e artemia salina lench.** 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

MOURA, K. S. de. **Cinética de coagulação da lectina de sementes de moringa oleífera (wsmol) em presença de carboidratos de carboidratos e íons.** 2013. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. *Moringa oleifera* seeds for softening hardwater. **Water Research**, v.29, n.12, p.1099-1104, 1995.

PEREIRA, M. F.; FREIRE, R. S. Ferro zero: uma nova abordagem para o tratamento de águas contaminadas com compostos orgânicos poluentes. **Química Nova**, v. 28, n.1, p. 130-136, 2005.



RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento.** São Paulo: Blucher, 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de. Tratamento de água: tecnologia atualizada. In: **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** [s.1.] Edgard Blucher, 2003.

ROSENBERGER, M. G.; AMATUZI, J. C.; ROSENBERGER, A. G.; ZONETTI, C.; PAULERT, R. Atividade antimicrobiana de extrato de *Coix Lacryma-jobi* sobre *Xanthomonas axonopodis* PV. *Manihotis* e *Fusarium graminearum*. **Revista Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n.1, p.135-148, 2020.

SANESUL. **Importância do tratamento de água.** Mato Grosso do Sul, 2019. Disponível em <<http://www.sanesul.ms.gov.br/importancia-do-tratamento-de-agua>>; acesso em 29/08/2021.

SANTOS, W. R. dos; MATOS, D. B. de; OLIVEIRA, B. M. de; SANTANA, T. M.; SANTANA, M. M. de; SILVA, G. F. da; Estudo do Tratamento e Clarificação de Água com Torta de Sementes de Moringa oleífera Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 3, p. 295-299, 2011.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP.** 2010.

SENGUPTA, M. E.; KERAITA, B.; OLSEN, A.; BOATENG, O. K.; THAMSBORG, S. M.; PÁLSDÓTTIR, G. R.; DALSGAARD, A. Use os Moringa oleifera seed extracts to reduce helminth egg number and turbidity in irrigation water. **Water research**, v. 46, n. 11, p. 3646-3656, 2012.

SILVA, F. J. A.; MATOS, J. E. X. **Sobre dispersões de Moringa oleífera para tratamento de água.** Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 29, n. 2, p. 157-163, dez. 2008. Universidade de Fortaleza, CE.

SILVA, B. C. da. **Usos potenciais de moringa oleífera lam., uma matriz para produção de biodiesel e tratamento de água no semiárido nordestino.** 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 1 ed. São Carlos: Rima, IIE, 2003.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias** - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

