

CENTRO DE EXCELÊNCIA DOM JUVÊNIO DE BRITTO

ACENDRA -

Purificação de águas de barreiro à base de biopolímero extraído do quiabo

Canindé de São Francisco, SE

2023



Anne Gabriela de Freitas Almeida
Arthur Jorge Bezerra Sandes
Lucas Adib Nascimento Magalhães

Marisa Gomes Nobre
Lark Soany Santos

**ACENDRA -
Purificação de águas de barreiro à base de biopolímero extraído do quiabo**

Relatório apresentado à 7ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Prof. Lark Soany Santos e
coorientação de Marisa Gomes Nobre.

Canindé de São Francisco, SE

2023



RESUMO

O acesso à água potável pode parecer banal em cidades grandes, mas, segundo o IBGE (2010), 9,8 milhões de domicílios brasileiros ainda não têm acesso à água. Canindé de São Francisco, no sertão sergipano, tem mais de 52% da zona rural sem acesso à água. É crucial aproveitar a água disponível. Assim, surge a pergunta: Como purificar água de barreiro sem coagulantes inorgânicos? O objetivo é criar um método sustentável e acessível para tornar a água imprópria para consumo em potável. A pesquisa é dividida em etapas: pesquisa teórica, preparo da mucilagem do quiabo, otimização da mucilagem, purificação da água de barreiro, medição de turbidez, cor, pH e questionários na comunidade. A adição do polímero na coagulação/floculação gera flocos grandes e eficazes na redução de turbidez e cor, atingindo aproximadamente 99,98% de redução em altas faixas de turbidez e 98,80% em baixas faixas. O lodo biodegradável produzido pode ser usado como adubo. O custo de produção do biopolímero é de R\$0,01 para purificar 1000 mL de água, economizando 99,98% em comparação com o galão de 20L do mercado. A pesquisa mostra que a população aprova o uso da água tratada com o biopolímero, com 97% dispostos a pagar 1 centavo por litro. Este projeto desenvolveu um bioproduto eficiente para purificar água de barreiro, atendendo a uma necessidade regional e mundial de acesso à água potável. Além disso, contribui para 5 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, abordando questões ambientais, sociais, econômicas e científicas.

Palavras-chave: Purificação, barreiro, quiabo.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA	6
3. OBJETIVOS	8
4. METODOLOGIA	9
5. RESULTADOS OBTIDOS	11



1. INTRODUÇÃO

A água é o componente inorgânico mais abundante da superfície da Terra, na qual ocupa 75% do volume. Desse montante, 97% representam os oceanos, mares e lagos salgados. Da parcela de água doce remanescente, 72% encontra-se em manancial subterrâneo, 27% formam as geleiras e o restante é dividido entre a atmosfera (5,5%), cursos d'água (0,5%), umidade do solo (33%), reservatórios (2%) e lagos (59%). (LIBÂNIO, 2008).

O acesso à água potável pode parecer algo banal para quem mora nas médias e grandes cidades, mas, de acordo com dados do IBGE (2010), cerca de 9,8 milhões de domicílios (cerca de 32,34 milhões de habitantes) no Brasil ainda não possuem acesso à rede de distribuição de água, e são abastecidas por outras formas de abastecimento de água (cisternas, poços, carros pipa, entre outras). Dados da OMS (Organização Mundial de Saúde), apontam que 2 bilhões de pessoas no mundo tomam água contaminada com fezes. E 122 milhões coletam a água de locais não tratados, como lagos, lagoas, rios e córregos, o que tem resultado na estimativa de que 25 milhões de pessoas no mundo morrem, por ano, em virtude de doenças transmitidas pela água. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, para o ano base de 2015, mostrou que a região Nordeste, por exemplo, mais escassa do ponto de vista de recursos hídricos disponíveis, cerca de 26,7% da população não tem acesso à água tratada.



2. JUSTIFICATIVA

Situado no alto sertão sergipano, o município de Canindé de São Francisco lida com 16 mil pessoas vivenciando a insegurança hídrica diariamente em suas moradias, além de estar inserido no extremo noroeste do estado de Sergipe, no polígono das secas, logo, devido à localização se mantém grandes períodos de estiagem. Dessa forma, 52% da população da zona rural não tem acesso à água potável em suas residências, dependendo do serviço público de carros pipas, que na maior parte das vezes não é suficiente, uma vez que mais da metade dos habitantes sobrevivem com meio salário mínimo, sendo ele R\$651,00 reais. Tornando-se necessário o aproveitamento de toda a água ali existente, encontrando meios eficientes de tornar a água de barreiro potável.

Essa qualidade de água, que também é conhecida como água barrenta, consiste em pequenos reservatórios que se acumulam no período chuvoso onde ocorre o processo de erosão intensa do relevo, a qual é aproveitada pelas comunidades agrícolas para irrigação e uso animal durante os períodos de estiagem. Devido à grande quantidade de material em suspensão, ela não se encontra disponível para uso humano, até mesmo para o banho ou lavagem de roupas e utensílios domésticos.

Embora essencial para a vida, a água pode conter substâncias, elementos químicos e microorganismos que devem ser reduzidos em concentração ou eliminados para que não sejam nocivos à saúde humana. Em países em desenvolvimento, por exemplo, diversas doenças provêm do consumo de água de má qualidade.

No geral, o tratamento da água envolve a captação, coagulação/floculação, a decantação, a filtração, a desinfecção, a alcalinização, a fluoretação e por último a sua distribuição, seja à população ou à indústria. Para isso, são convencionalmente empregados coagulantes inorgânicos, de origem química, constituídos por sais de ferro e alumínio, como o sulfato de alumínio, o sulfato férrico e o cloreto férrico, sendo componentes químicos muito eficientes na remoção de uma ampla variedade de impurezas da água, incluindo partículas coloidais e substâncias orgânicas dissolvidas. (CORAL et al., 2009). No entanto, o uso dessas substâncias químicas tem sido discutido devido à geração de resíduos tóxicos no final do processo. Um exemplo disso é o sulfato de alumínio, coagulante bastante utilizado pela DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe, que quando colocado em excesso pode ser absorvido pela pele,



pelos olhos e pelas vias respiratórias, causando irritação local e os aparecimentos de sintomas sistêmicos, além de causar irritação e queimaduras na mucosa oral, esôfago e estômago, à longo prazo causando agravamento em processos alérgenos. Caso seja comprovado o excesso de sulfato de alumínio a preocupação deve-se aumentar, pois pesquisas médicas mostram, de forma cada vez mais contundente, que o alumínio desencadeia doenças autoimunes ou acelera a degeneração do sistema nervoso (Alzheimer).

O uso de polímeros como auxiliares de coagulação e floculação oferece vantagens como o acréscimo de tamanho, a densidade e a resistência da matéria floculada, o que pode elevar a velocidade de decantação dos flocos e aumentar a resistência destes ao efeito de cisalhamento, causado por forças hidrodinâmicas do escoamento através dos interstícios do meio filtrante, aumentando, assim, a vida útil dos filtros. Os polímeros também diminuem o volume de lodo formado e melhoram as condições de desidratação do mesmo. (RICHTER, 2009; LIBÂNIO, 2008). Dessa forma, foi necessário investigar novas alternativas para o tratamento da água que não produzam resíduos tóxicos. Para tanto, foi preciso buscar novas substâncias que fossem capazes de promover ação efetiva no tratamento de águas, visando uma eficiência igualitária ou até mesmo superior àquela obtida pelo uso de coagulantes químicos, trazendo uma observação à pesquisa utilizar um polímero do quiabo como produto principal na primeira etapa purificação de água a fim de reduzir os parâmetros de cor e turbidez tornando limpa de maneira ecológica e financeiramente confortável.



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver um método para a purificação de água de barreiro sem o uso de coagulantes químicos, que resulte em um produto sustentável de alta eficiência e baixo custo, transformando a água imprópria para o consumo humano em potável.

3.2 Objetivos específicos

- Substituir o sulfato de alumínio por um polímero natural extraído do quiabo (*Abelmoschus esculentus*);
- Verificar a ação da mucilagem do quiabo na redução de parâmetros de cor e turbidez;
- Promover a purificação de água de forma sustentável e a baixo custo.



4. METODOLOGIA

A primeira etapa consistiu no estudo da caatinga, que é o bioma da região, a fim de conhecer as plantas nativas da região e as suas propriedades. Então, a espécie escolhida foi o quiabo, hortaliça típica do clima quente e produzida em massa na região.

A etapa de experimentação aconteceu fazendo-se uso da mucilagem que, no sentido botânico, é uma secreção rica em polissacarídeos que são responsáveis pela retenção da água e do seu aumento de volume. Para extrair a mucilagem do quiabo (*Abelmoschus esculentus*), realiza-se uma coleta dos frutos do quiabeiro que foram descartados na feira livre do município, utilizando a qualidade do fruto como critério de escolha. As partes superiores e inferiores dos frutos foram cortadas e descartadas, enquanto o restante, a parte maior, foi fatiado e triturado em um liquidificador.

Para cada 50mL da mucilagem obtida, foram adicionados 100mL de álcool etílico comum. Nesse momento, observa-se a formação de um precipitado de cor verde. Entretanto, a solução foi filtrada em um coador de tecido para eliminar o excesso de água e álcool. Feito isso, transferiu-se a substância restante para um funil de Buchner, onde foi lavado com 50ml de acetona comercial, 7 vezes com a mesma dose inicial (reutilizando), para retirar a clorofila e outras substâncias, no intuito de conseguir um sólido de coloração bege, posto ao sol para evaporar a acetona presente, apenas restando pequenos flocos.

Os ensaios de coagulação e floculação foram realizados em recipientes de plástico incolor, com 1500 mL de volume. Buscando encontrar a quantidade ideal para a purificação de 1 litro foram realizados testes de 5g / 3g / 1g / 0,5g / 0,05g da mucilagem com objetivo de comparar a eficiência do polímero, utilizando os testagens de cor, turbidez e ph acontecem em triplicata, isto é, utilizou-se três vezes, observando o grau de variação de cada teste. Após isso faz o teste em tréplica, ou seja, utilizando três amostras de água provenientes de barreiros próximos, embora com características diferentes. Nesta etapa, foi adicionada a mucilagem, houve uma agitação manual de 3 minutos; descansou por 5 minutos e em seguida agitou novamente por 3 minutos, repetindo o procedimento três vezes, em seguida a etapa de decantação de 4 horas.

Para a etapa seguinte, a filtração, o filtro utilizado é composto por velas de cerâmicas modelo Stéfani - vela de cerâmica esterilizante composta por prata nano prata



coloidal e carvão ativado, buscando se assemelhar ao filtro de barro, comumente encontrado nas residências. Nesse momento para a avaliação da redução dos parâmetros de cor e turbidez foi utilizado um Colorímetro Microprocessado Digital Cor de Água - Modelo Del - Cor, Marca Del Lab e o Medidor Portátil de Turbidez HI 98703 - Marca HANNA instruments, analisando as amostras iniciais e finais. Testagem do pH para analisar se haverá alguma alteração entre as amostras iniciais e finais.

Além da aplicação do questionário ao público, a fim de descobrir o nível de conhecimento da população sobre a água barrenta e a adesão do produto no mercado. O questionário foi aplicado na feira livre do município de Canindé de São Francisco - SE, havendo 25 perguntas abordando, simbologia, precificação, gasto, utilização, saber popular, confiabilidade da água, finitude da água, entre outros.



5. RESULTADOS OBTIDOS

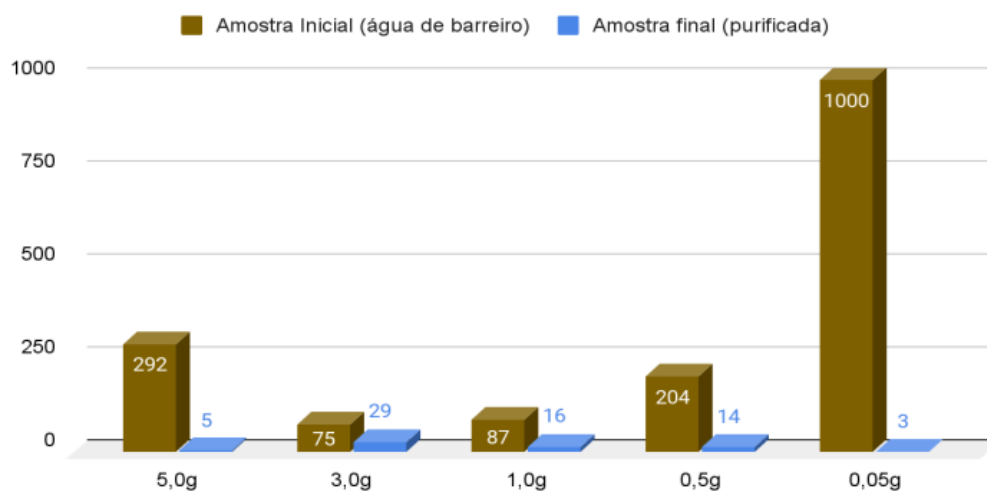
O quiabo (*Abelmoschus esculentus*), maduro, rejeitado pelo consumidor deste fruto, é estável, sendo produto apropriado para uso em tratamento de água e de efluentes, pois é polímero aniônico (contendo carga negativa), assim atrai as partículas maiores com carga positiva. No processo de floculação, foram observadas a formação e as características dos flocos gerados. Com o emprego do sulfato de alumínio, sem o uso dos polímeros, ocorre a formação de flocos pequenos, mas em grande número. Com a decorrer do tempo de mistura lenta, os flocos se agregam e ficam maiores. Com a adição do polímero do quiabo como agente de coagulação/floculação, percebe-se que, além de aumentar a remoção de turbidez da água bruta, pôde-se observar a formação, em menor número, de flocos grandes e filamentosos agregados e densos. Quando é comparada a eficiência entre eles, verifica-se que a mucilagem do quiabo apresenta alto poder de coagulação, atestado pela grande quantidade de flocos formados. Quanto aos métodos de filtragem empregados, a efetividade do filtro com velas de cerâmica para os parâmetros de cor e turbidez, com expressivos resultados obtidos, mostrados a seguir.

5.1 Turbidez

A turbidez refere-se à matéria suspensa presente na água, de qualquer natureza, com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS) estabelece que a água de abastecimento público apresente, em qualquer ponto do sistema de distribuição, turbidez abaixo de 5 UNT. Para as amostras que passaram pelo filtro os ensaios de 1000ml realizados pelas quantidades de 5g / 3g / 1g / 0,5g / 0,05g obtiveram os valores de turbidez igual/abaixo dos padrões permitidos pelo MS nas seguintes condições a seguir:



Testes de Turbidez

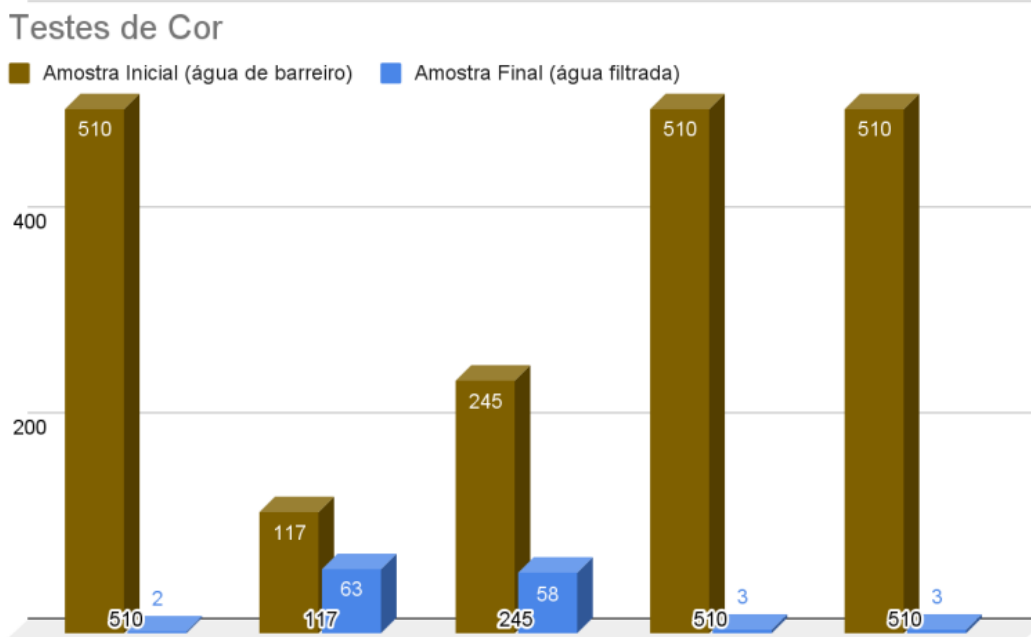


Fonte: autoria própria (2023)

Das amostras para teste, destaca-se a de 0,05g estando dentro do parâmetro de potabilidade, enquanto as de 5,0g/0,5g estão na margem da portaria, elas atingiram a potabilidade devido às faixas de turbidez altas em suas amostras iniciais, em comparativo com as amostras 3,0g e 1,0g que apresentaram valores de turbidez inválidos para a portaria. Atestando que, quanto maior for a faixa de turbidez melhor será a eficiência do polímero, sendo 0,05g a menor quantidade para a purificação de 1 litro de água de barreiro, é perceptível que os valores não atingidos (3,0g e 1,0g) são devidos as suas amostras iniciais com baixos níveis de turbidez.

5.2 Cor

De forma geral, a cor nas águas pode resultar dos processos de decomposição da matéria orgânica, da presença de íons metálicos naturais como o ferro e o manganês, bem como do lançamento de diversos tipos de despejos industriais. Na análise desse parâmetro, verificamos que a ação do polímero se mostra mais eficiente em amostras com faixas altas (nesse caso x uC) fazendo a observação no seguinte comparativo:

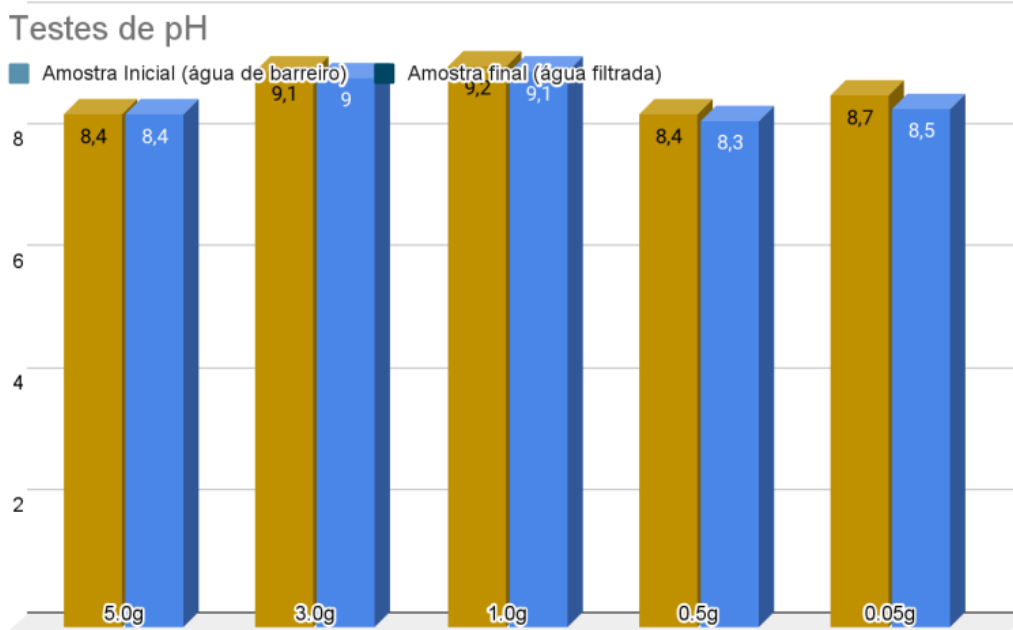


Fonte: autoria própria (2023)

Quando analisados os resultados desse parâmetro é possível ver a eficácia, nos dados apresentados com >510 uC, máximo registrado pelo turbidímetro do laboratório onde foi realizado os testes, sendo assim, as amostras com faixas mais altas experimentadas por 5g/ 0,5g e 0,05g da mucilagem, apresentaram valores inferiores permitidos por lei, de 15 Uc, embora a cor, na determinação da potabilidade, seja um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, assim o coagulante orgânico apresenta o resultado esperado.

5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH mede a concentração do íon hidrogênio ou a atividade desse, sendo um parâmetro relevante e medido frequentemente e periodicamente na coagulação, floculação, desinfecção e no controle de corrosão (RICHTER, NETTO, 2003, p. 28). Nesse sentido, o padrão de potabilidade nacional estabelece um intervalo de 6 - 9,5 para o pH de água tratada, objetivando minimizar possíveis corrosões ou incrustações.



Fonte: autoria própria (2023)

A alcalinidade total da água tratada, resultante do experimento com adição do polímero, também se manteve próxima daquela determinada na água de barreiro, indicando pouca variação desse parâmetro com o uso da mucilagem.

4.4 Armazenamento e conservação

Ao produzir o coagulante foi observado durante o armazenamento seu tempo de validade, dado a iniciativa do projeto em novembro de 2022 e em janeiro a primeira fabricação com sucesso do polímero, o método utilizado de armazenamento era em potes de plástico (vedado). Com os testes bem sucedidos, é idealizado um produto 100% sustentável, dessa forma torna-se necessário um meio de armazenamento ecologicamente correto, a hipótese seria um bioplástico da própria mucilagem, que dissolve com a quantidade ideal do coagulante, mas durante a fase de experimentação o bioplástico foi descartado da pesquisa, devido a sua alteração na turbidez e pH da água. Abrindo caminho para uma nova janela, *cápsulas de gelatina biodegradáveis*. Assim, encapsulada a mucilagem o polímero com 0,30g (purificação para 6 litros), na utilização da cápsula, o usuário pode abri-la e despejar o produto, ou apenas esperar a gelatina dissolver para liberar o produto. Dessa forma consegue-se garantir uma longevidade da conservação da mucilagem.



4.5 Custo de produção

Com relação ao custo de produção da mucilagem, para purificar 1000 mL de água de barreiro tem o gasto de R\$0,01 centavo, apresentando um rendimento de 10% da massa inicial. Se comparado ao custo de um galão de 20L, que é utilizado como uma alternativa de ter acesso à água potável que o preço do mercado é R\$8,00, há uma economia de 99,98%. Vale ressaltar que esse valor pode ser reduzido cada vez mais, visto que para a precificação é utilizado o preço de venda do quiabo, e não o quiabo descartado onde foi esse utilizado para toda a produção do projeto, sem custos, fazendo total consumo sustentável do quiabo.

4.6 Adesão do Coagulante

Atingindo os padrões de potabilidade, eficiência e baixo custo do método de purificação, busca-se em um questionário ouvir as críticas, investigar problemas relacionados à água e coletar dados na feira municipal, momento de união entre produtores de quiabo e consumidores. Havendo a colaboração de 100 pessoas, dentre elas 47% homens e 53% mulheres, de idades distintas de 14 à 75 anos. Durante a abordagem foram relatadas queixas de processos alérgicos tendo registros de 44 pessoas, as quais afirmaram a desconfiança total da água que consomem, fazendo o percentual de 38% (que possuem insegurança), onde seus médicos orientaram a fonte do problema com alergias ser a água destinada para suas residências. Dos participantes, só 11% conheciam a etapa de coagulação/floculação no processo de tratamento de água, e 49% queixaram-se do preço inacessível dela, assim anunciando a proposta do método de purificação, 93% das pessoas aceitam beber a água de barreiro e seu percentual aumenta quando são informados do preço do produto para 97%. Assim registrando a alta aceitabilidade do produto.

4.7 Aplicação na Comunidade

Neste momento o projeto se encontra na fase de aplicação, fazendo o estudo geográfico da área de implantação da estação de tratamento, sendo apresentado e debatido à



comunidade rural Curitiba, a melhor forma para a construção do protótipo, fazendo uma parceria entre o ambiente escolar e a coletividade, pela maneira que se dispuseram em ajudar no planejamento e na fabricação das estruturas das caixas d'água com madeiras utilizadas na construção de suas casas. Além de fazer uma coleta da água que consomem e verificar os parâmetros de potabilidade.

Ao analisar os resultados apresentados, conclui-se que o processo de coagulação/floculação/sedimentação é de grande importância para a remoção de cor e turbidez no tratamento da água. Além disso, é possível inferir que o polímero extraído possui aplicação viável como agente de coagulação e floculação, apresentando boa eficiência em termos de remoção de turbidez da água de barreiro.

Já no parâmetro cor, percebe-se que a apresentação de uma elevada quantidade de uC presente na amostra. Em relação às características físico-químicas da água clarificada, pH e alcalinidade total, o uso do polímero não causou variação significativa quando comparado aos valores obtidos antes da adição dos coagulantes naturais. Os polímeros, quando obtidos de fontes naturais, são produtivos, altamente biodegradáveis e suscetíveis de fornecer água tratada sem alteração de pH. Desse modo, por apresentar flocos grandes, eles resultam em um lodo biodegradável sendo um auxílio na adubação, quando descartado, agindo de forma contrária ao convencional (sulfato de alumínio).



6. CONCLUSÕES

Diante desse cenário, desenvolveu um projeto, que foi possível desenvolver um bioproduto capaz de auxiliar no processo de coagulação/floculação, diminuindo os parâmetros de cor e turbidez da água de barreiro, em prol da garantia de direitos básicos à uma conjuntura social precária. Tendo em vista o esgotamento dos recursos naturais da Terra e a degradação ambiental, se a planta da qual é extraído o coagulante é de região extrativista ou de comunidade rural, pode-se tornar uma iniciativa de desenvolvimento sustentável (RICHTER, 2009; YIN, 2010). Desse modo, pode-se afirmar que a aplicação dos mesmos é viável e benéfica à sociedade, promovendo a diminuição dos riscos à saúde. Visto que, por serem moléculas orgânicas, o ônus à população que vier a consumir a água tratada com esse biopolímero é significativamente menor do que quando comparada com a água tratada com sulfato de alumínio, por exemplo. (HELLER; PÁDUA, 2006). Além disso, proporcionou aos discentes a utilização do saber acadêmico produzido para a transformação de uma realidade social. E é com esse sentimento de transformação social que será levado o projeto para firmar parcerias com instituições para realização de novas análises testando outros parâmetros como matéria orgânica, metais pesados, entre outros. Com isso, aprofundar o estudo de armazenamento sustentável, a fim de expandir mais ainda o uso de um produto 100% orgânico, como agente coagulante/floculante, serão feitas novas testagens para descobrir a ação do mesmo em águas cinzas.

Conclui-se que a pesquisa atende a uma demanda regional e mundial dada a necessidade de acesso à água potável por diversas comunidades que, por motivos econômicos e sociais, podem não ter disponibilidade de uma água de qualidade. Demonstrando relevância ambiental, social, econômica e científica. Além disso, contribui para 5 dos 17 ODS da ONU - 3º Saúde e bem-estar; 4º Água potável e saneamento; 10º Redução das desigualdades; 11 Cidades e comunidades sustentáveis e 12º Consumo e produção sustentável.



REFERÊNCIAS

- CORAL, L. A.; BERGAMASCO, R.; BASSETTI, F. J. Estudo da viabilidade de utilização do polímero natural (Tanfloc) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo. São Paulo: Advances in Cleaner Production, 2009.
- DI BERNARDO, Luis; DANTAS, Angela. D. B., Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2ª ed. v. 1. São Carlos, RiMa, 2005.
- HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora: UFMG, 2006.
- LEAL, Fabiano Cesar Tosetti; LIBÂNIO, Marcelo. (2002). Estudo da remoção da cor por coagulação química no tratamento convencional de águas de abastecimento. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 7 - Nº 3 - jul/set 2002 e Nº 4 - out/dez 2002,117-128.
- LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 2. ed. Campinas, SP: Átomo, 2008.
- RICHTER, Carlos A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.
- RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. A. Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada. São Paulo: Blucher, 2003.
- SILVA FILHO, C. J. A. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química. Estudo da mucilagem de *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (quiabo) e suas potencialidades na composição de filmes biodegradáveis / Carlos José Alves da Silva Filho, 2017.53p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação).
- YIN, CHUN-YANG. Emerging usage of plant based coagulants for water and wastewater treatment. *Process Biochemistry*, 45, 2010. Abreu-Lima, G. J. Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto. Diss. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2007.