

FILTRO ECOLÓGICO DE BAIXO CUSTO, PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA, FEITO À BASE DE CARVÃO ATIVADO PROVENIENTE DA BIOMASSA DA JUREMA PRETA (*Mimosa hostilis*)

*LOW COST ECOLOGICAL FILTER, FOR WATER TREATMENT, MADE ON THE BASIS OF ACTIVATED CARBON FROM THE BIOMASS OF THE JUREMA PRETA (*Mimosa hostilis*)*

Francisco Renato Moreira da Silva ¹
Rafael Saraiva da Silva ²
Kalyne Vitória Ferreira Falcão Pereira ³
Lauanda Vitoriano Lima ³

RESUMO:

Tendo em vista a escassez de água na região Nordeste e em todo Brasil, torna-se necessárias iniciativas científicas, visando formas de fornecer água limpa à população. Para a reutilização e tratamento, usa-se a água residual, que será tratada através do filtro ecológico, composto por carvão ativado. Na realidade da cidade de Pedra Branca – CE, há abundância da jurema preta (*Mimosa hostilis*), onde constantemente é descartada inadequadamente. Foi feito o estudo com biomassas, e a partir das análises, tornou-se vantajoso o uso da jurema preta. Com a fonte, ocorreu a carbonização, após, o carvão ativado foi triturado, tornando-se granuloso. Em seguida, foi realizado o teste de pH, resultando no valor 7. Também foi realizada a ativação da porosidade e o teste de adsorção para analisar a capacidade de retenção dos rejeitos. Após, iniciou-se a montagem do filtro, utilizando uma garrafa pet, constituída por pedras, areias, carvão e polímero silicônico. Assim, foi realizado o tratamento da água e averiguado sua eficiência através de análises físico-químicas e microscópicas da água bruta e tratada. Concluiu-se com a elaboração e aplicação do projeto, que o mesmo é uma alternativa viável para a reutilização da água contaminada após o tratamento, deixando-a apta para ser consumida.

Palavras-chave: Tratamento. Água. Carvão Ativado. Jurema Preta. Adsorção.

ABSTRACT:

*In view of the scarcity of water in the Northeast region and throughout Brazil, scientific initiatives are necessary, aiming at ways to provide clean water to the population. For reuse and treatment, waste water is used, which will be treated through the ecological filter, composed of activated carbon. In the reality of the city of Pedra Branca – CE, there is an abundance of black jurema (*Mimosa hostilis*), where it is constantly discarded inappropriately. The study was carried out with biomasses, and based on the analyses, the use of black jurema became advantageous. With the source, carbonization occurred, after which the activated carbon was crushed, becoming granular. Then, the pH test was performed, resulting in a value of 7. The porosity activation and the adsorption test were also performed to analyze the retention capacity of the waste. Afterwards, the assembly of the filter began, using a PET bottle, consisting of stones, sand, charcoal and silicone polymer. Thus, the water treatment was carried out and its efficiency verified through physical-chemical and microscopic analyzes of the raw and treated water. It was concluded with the elaboration and application of the project, that it is a viable alternative for the reuse of contaminated water after treatment, leaving it ready to be consumed.*

Keywords: Treatment. Water. Activated Charcoal. Jurema Black. Adsorption.

1. Especialista em Gestão Escolar (UNIQ) e Licenciado em Química (IFCE). Professor de Química na EEEP Antonio Rodrigues de Oliveira.
2. Mestrando em Educação Profissional (IFCE) e Licenciado em Biologia (UECE). Professor de Biologia na EEEP Antonio Rodrigues de Oliveira.
3. Estudante da Escola Estadual de Educação Profissional Antonio Rodrigues de Oliveira, Pedra Branca – CE.
3. Estudante da Escola Estadual de Educação Profissional Antonio Rodrigues de Oliveira, Pedra Branca – CE.

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida na terra. Mas, diferentemente dos outros seres vivos, o ser humano também precisa desse bem para garantir o avanço de suas atividades produtivas. Em algumas áreas, o uso da água se apresenta de forma direta, como na agricultura; em outras atividades, como indústria ou pecuária, a necessidade de água se mostra de forma indireta [TELLES, 2010]. Além disso, a qualidade da água é o que mostra o estado de conservação do ambiente como um todo, já que por meio de sua análise se verifica os lançamentos orgânicos, o grau de erosão do solo, a poluição por esgotos e, inclusive, a poluição atmosférica. As bacias hidrográficas são atualmente utilizadas como unidades de planejamento de gestão ambiental.

Acontece que o comportamento humano é considerado o maior causador da degradação ambiental. Ao longo dos séculos, o uso descontrolado do meio ambiente como recurso, juntamente com o aumento da população, semeou e alimentou uma crise ambiental contemporânea. Além disso, a superpopulação exige cada vez mais recursos para sobreviver [VALOTTO, 2021]. Isso inclui o uso insustentável dos recursos hídricos nas atividades humanas, comprometendo sua qualidade e temores de sua iminente escassez. Por esse motivo, a questão da relação com a água é atualmente bastante comum na sociedade, tanto no meio acadêmico quanto em outros lugares. As questões que as humanidades buscam e abordam estão agrupadas em torno de temas, como o papel da percepção, da representação, das dimensões pessoais e socioculturais e da prática cotidiana em torno do tema da água. Vários estudos têm sido realizados para tentar entender esses fenômenos.

A escassez de água presente causa inúmeros impactos negativos no meio ambiente, tendo em vista que essa fonte está presente em praticamente todos os setores, assim, causando incontáveis consequências, como a diminuição dos mananciais, extinção de espécies, inundações, erosões, poluição, mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio, extinção de espécies, chuva ácida, agravamento do efeito estufa e destruição de habitats. Isso acarreta, conseqüentemente, o aumento do número de doenças na população, como: cólera, disenteria, hepatite A e febre tifóide, e em outros seres vivos afeta a qualidade de vida, como nos animais, causando a dessedentação, tendo como consequência a redução do crescimento, do bem-estar e da saúde, além do aumento do estresse, ou seja, resulta em consideráveis impactos negativos nos fatores zootécnicos e econômicos.

Considera-se que a grande escassez de água potável acessível na região nordeste, e atualmente em grande parte do mundo, torna a população carente em relação à distribuição de água. O abastecimento da água potável torna-se cada vez mais caro por conta das contaminações dos cursos da água, bem como os desastres climáticos e enchentes. A maioria das pessoas não faz uso consciente da água, uma das áreas onde mais se desperdiça esse bem é na agricultura. Além do problema da grande seca, não ser apenas um problema climático, é uma situação que gera dificuldades nas sociedades onde ocorre muito desperdício da água. Assim a seca provoca a ausência de recursos econômicos, gerando fome e miséria. Nas regiões mais afetadas, frequentemente a população precisa andar durante horas, sob forte sol e calor extremo calor para coletar água, muitas vezes em péssimas condições de uso.

Estes problemas são mais agravados nas regiões interioranas, onde diversas vezes não há o acesso a determinadas tecnologias, e muitas dessas regiões estão situadas na região do Ceará. Locais que possuem clima quente, altas temperaturas, falta de rios perenes, precipitações pouco frequentes, com má distribuição no tempo e no espaço, são características típicas da região, o que propicia a escassez desse recurso natural. Isso movimenta uma engrenagem viciosa que tem colocado a população em alerta geral, com chuvas ficando 15% abaixo da média.

Em ano de seca de maior impacto, 86,9% dos municípios, ocorre a perda de produção agrícola e 73,6% apresentam queda nas receitas financeiras. Dos 184 municípios cearenses, 175 estão localizados em áreas de semiárido, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021). Outro aspecto apontado pelo IBGE (2019) diz que em 24,1% houve surgimento ou aumento de área de desertificação e em 32,4% ocorreu concentração de poluentes na água exigindo ampliação na captação e no tratamento da água. As ações mais comuns implementadas no combate aos efeitos da seca são a distribuição regular de água através de carros-pipas em épocas de estiagem e a construção de poços, em 87% dos municípios.

No levantamento do IBGE (2017), foi apontado que o índice de municípios com planos elaborados de enfrentamento a desastres naturais era de 27% e em 2020 subiu para 31%.

E na realidade da cidade de Pedra Branca, um município brasileiro do estado do Ceará, o qual fica situado na mesorregião dos Sertões Cearense apresenta uma situação crítica, segundo pesquisas de campo, o Trapiá, manancial que abastece a cidade, se encontra há 15 (Quinze) anos sem atingir a sua capacidade máxima. Apesar desse ponto negativo, que é a baixa qualidade de água transportada para a população, uma das matrizes abundantes e naturais de Pedra Branca é a *Mimosa hostilis*, conhecida como jurema preta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A *Mimosa hostilis*, a jurema-preta, é encontrada em vasta quantidade na região nordeste do Brasil, naturalmente na vegetação da caatinga, principalmente nas regiões do Maranhão, Piauí, Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Bahia e Ceará, sendo bastante encontrada no semiárido brasileiro. Ela é uma árvore pequena, com ou sem espinhos no tronco e galhos, naturalmente presente na caatinga. Por conta da sua abundância em regiões mais quentes, e a sua produção excessiva, o qual é descartado de forma inadequada. Essa fonte se torna uma ótima matriz para a produção de carvão ativado. A jurema preta (*Mimosa hostilis*) é uma planta nativa da região semiárida brasileira, bastante conhecida pelo seu valor energético e de propriedade medicinal. Também é utilizada como alimento para alguns animais, tais como os caprinos, ovinos e bovinos. Com isso, a escolha dessa planta foi feita em virtude principalmente do seu potencial energético e do seu excessivo descarte.

O carvão ativo é uma ótima opção para a correção dos parâmetros físico-químicos das águas como, correção de pH, turbidez, condutibilidade, sólido e dureza total, bem como remoção de odores, mau gosto, captação de substâncias orgânicas dissolvidas através do mecanismo de adsorção, entre outros parâmetros físico-químicos.

Para Da Cunha Salata (2010) a adsorção é um fenômeno físico-químico onde o componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida. Os componentes que se unem à superfície são chamados adsorbatos, enquanto a fase sólida que retém o adsorvato é chamada adsorvente. Sendo assim a eficácia do carvão é reconhecida através do teste da porosidade, onde é realizado durante a sua produção, o qual identifica a capacidade do mesmo de adsorver os rejeitos presentes na água. Assim, a utilização da jurema preta se adequa perfeitamente nos conceitos para a produção desse carvão ativado.

3. METODOLOGIA

3.1. Análise para escolha da biomassa

Para um processo eficiente no tratamento da água residual, a partir de carvão ativado de biomassas locais, é importante analisar os recursos presentes através da verificação da sua disponibilidade no ambiente, bem como a sua abundância na região. As experimentações ocorreram considerando variáveis como disponibilidade, eficiência de conversão da fonte em carvão ativo, tempo do processo e acidez final.

As biomassas analisadas consideram o contexto socioeconômico da cidade de Pedra Branca – CE, onde situa-se em região árida, quente e por estar no epicentro da bioma caatinga, há em grande abundância as seguintes vegetações: Jurema Preta, que na maior parte das vezes serve como fonte energética para os fogões a lenha do sertanejo ou são queimadas durante o processo de preparação dos campos de plantações, Bananeira (*Musa spp.*), responsável por criar uma grande quantidade restos de material vegetal, como folha, pseudocaule, caule, coração e fruto, onde o descarte inadequado desses resíduos em excesso pode favorecer a ocorrência de problemas ambientais e fitossanitários, Cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), que na maioria das vezes com seu bagaço e casca são descartados em excesso e a Jurema Branca (*Mimosa verrucosa*), a qual possui comportamento invasor e, portanto, é comum que seja encontrada em terrenos secos e de baixa fertilidade tais como margens de estrada. Os resultados das análises das biomassas estão presentes na Tabela 01 e correspondem aos resultados triplicados obtidos com base na massa inicial de 800g de cada analito. O tempo de conversão corresponde ao processo de carbonização, na qual as massas iniciais das amostras levam para se converterem em carvão ativado. A carbonização em questão consiste em uma reação química de pirólise, em sistema de baixa reatividade, porém com elevadas temperaturas entre 400 °C a 600 °C. Nesta etapa ocorrem reações com desprendimentos de gases, que se relacionam com as taxas de conversões, quanto menor for esta variável física menos eficiente é a reação, ou seja, mais gases estão sendo produzidos e menos carvão ativado formado. Antagônico a taxa de conversão, o teor de cinzas determina a quantidade da amostra que não foi convertida e/ou transformada no produto desejado. Isto aponta para o percentual de gases que foram desprendidos ou contaminantes nas amostras, nas biomassas abaixo podemos observar a taxa em questão também na Tabela 01.

Tabela 1 – Análise das biomassas da cana-de-açúcar, bananeira, jurema preta e branca.

Biomassa		Tempo de conversão	Acidez (pH)	Taxa de conversão	Taxa de cinzas
Bananeira	Pseudocaule calibroso	45 min	10	78,76%	21,24%
	Pseudocaule fibroso	33 min	9	50,30%	49,70%
Jurema	Tronco Preta	30 min	7	87,50%	12,50%
	Tronco Branca	50 min	7	62,50%	37,50%
Cana-de-açúcar	Bagaço sem casca	84 min	5	81,69%	18,31%
	Bagaço com casca	89 min	6	53,14%	46,86%
	Casca	85 min	6	53,30%	46,70%

Fonte: Autores (2022).

O segundo teste foi a análise do pH, fazendo-se necessário para detectar a acidez do carvão ativado, sendo classificado com os seguintes valores: pH superior a 7 indica um valor básico, inferior a esse valor é ácido, e 7 indica que o mesmo está neutro. Assim, o pH necessário para obter uma água eficiente é igual a 7, pois não haverá variações nos valores da água ao ocorrer seu tratamento. Sendo esse valor encontrado na biomassa Jurema Preta. Evidencia-se que caso tivesse interesse de utilizar outras biomassas, seria possível, mas iria ser preciso mais processos, como a correção de pH, que poderia ser feito com bicarbonato sódico ou apenas com a lavagem do carvão, corrigindo os seus valores para neutro.

3.2. Limpeza e tratamento do carvão ativo

Após o procedimento de desprendimento das substâncias gasosas e dos processos de análises das biomassas, se faz necessário a trituração do carvão microporoso para haver uma maior superfície de contato durante os processos de purificação.

Além da trituração é realizado testes de correções de pH nas amostras, para verificar se os seus valores estão neutros, e garantir que não haja variações quando houver a passagem da água, com o propósito de não ocorrer interferências nos padrões primários das amostras de águas que serão submetidas para tratamento como citado no item 3.1.

O processo de correção pode ser feito com praticidade, e com um baixo valor, consistindo em realizar uma lavagem com água do carvão ativado, pois a passagem da água é capaz de retirar os excessos de substâncias no carvão, ou é indicado também a correção com o bicarbonato de sódio, caracterizando-se por ser levemente alcalino. Portanto, se estiver presente muita alcalinidade ou acidez, ele é capaz de retirar a quantidade excedente.

O carvão obtido possui microporos que promovem a adsorção e são responsáveis pela retenção das impurezas nas águas, após a pirólise, ficam preenchidas ou parcialmente bloqueados pelos produtos e subprodutos de combustão –, o que causa o aumento do volume dos microporos tornando necessário fazer a ativação [CÂNDIDO, 2018]. Neste trabalho, utilizou-se do carvão granular proveniente da biomassa da jurema preta, por possuir melhores características físico-químicas. A utilização do carvão granular se deu pelo mesmo ser muito empregado como barreira contra produtos orgânicos tóxicos em águas superficiais e controle de compostos causadores de substâncias com propriedades organolépticas. Além de ser um formato predominantemente utilizado como adsorvente de gases por possuir o tamanho de poros superior ao pulverizado [HUNG *et al.*].

3.3 Método de ativação

A realização desse procedimento foi feita com a finalidade de melhorar a adsorção do carvão, com base nos primeiros testes realizados, já que o objetivo era fazer com que o carvão absorvesse rejeitos cada vez mais rápido. Esse método consiste em fazer a lavagem do carvão ativado, e após esse processo ser colocado em uma fonte de calor. O tempo para a secagem depende da umidade, quantidade e temperatura. Se for colocado 35g de carvão com uma umidade de 28,6% no sol, é necessários 20 minutos para ocorrer a sua ativação. Assim, esses procedimentos são responsáveis pela dilatação dos poros e dos capilares que promovem a adsorção do carvão ativado, e também por fazerem a limpeza de tais cavidades.

Com sua ativação, foram feitos novos testes, se tornando visível a rapidez da adsorção do corante, mostrando uma eficiência de 75%, já que era necessário 1 [Uma] hora para adsorver, e após esse procedimento, foram necessários 15 minutos. Assim, ficando mais viável para a produção do filtro.

3.4 Montagem do filtro

Para produzir o protótipo do filtro usou-se materiais acessíveis e de baixo custo, como o polímero PET e siliconado, o qual foram montadas todas as etapas do filtro. O protótipo consiste em 4 (Quatro) camadas, sendo elas:

A primeira camada, é a polímero siliconado, ocupando 0,6%³ da massa total colocada, sendo usada para fazer a vedação adequada da abertura da garrafa, e por ser a parte de baixo é responsável pela filtração final da água. Além de ser um agente de tratamento microbiológico, devido à presença de propriedades que impedem a fixação de ácaros e bactérias, por isso é considerado antimicrobiano e hipoaergênico (CASTRO, 2021). O enchimento de poliéster siliconado resiste a fungos e bolor e mantém sua forma melhor do que o enchimento de algodão. A segunda camada é o carvão ativado granular obtido da jurema preta, preenchendo 11,6%³ da quantidade do filtro. Essa é uma fonte de inúmeros benefícios, de acordo com o Ministério da Saúde, ideal para ajustar uma variedade de parâmetros da água, como sólidos totais, pH, condutibilidade e cloretos, fazendo com que ele seja ideal para ajustar todos os critérios físico-químicos da água.

A terceira camada é composta por quantidade considerável de areia grossa, fina, média, grossa e muito grossa, o qual ocupa 43,2%³ do volume do recipiente. Desse modo, é colocado da areia mais fina para a mais grossa, que servirá de barreira para as partículas de terra misturadas na água e os pequenos objetos. A areia deve ser retirada de lugares próximos a rios, para que ela já esteja lavada. Se tornando responsável pela limpeza inicial da água, retendo suas impurezas.

E por fim, a quarta camada são as pedras, ocupando 44,4%³ da capacidade do filtro. Assim, são colocadas pedras de tamanho pequeno, médio e grande, o qual retém os resíduos maiores. Abaixo apresenta-se a representação do filtro e todas suas presentes camadas.

Figura 1 – Organizacional do filtro ecológico com carvão ativado da Jurema Preta.



Fonte: Autores (2022).

3. Valores percentuais referentes à proporção do filtro, foram elaborados com base nas massas das partes constituintes do mesmo.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO

4.1 Análise físico-química da água bruta e tratamento

Foi feita a análise com coletadas de uma caixa de água que recebe abastecimento periódico por carros pipas, situação comum em Pedra Branca-CE devido à forte crise hídrica, se tornando uma condição vulnerável para os moradores. O reservatório onde foi coletado a amostra bruta fica localizado no bairro Santa Maria da referida cidade e a sua escolha se deu por estar situada em um bairro de baixo poder aquisitivo, bem como o grande consumo dos populares desta localidade, o que infelizmente muitas vezes sujeita ao consumo deste bem proveniente desta fonte. Para a realização dos testes físico-químicos, retirou 1000 ml de água bruta, e usou como base os métodos e técnicas estabelecidos no Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde – FUNASA (2013), legitimadas pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) N° 2.914/2011, e consolidada pela Portaria N° 5, a qual estabelece os padrões de potabilidade de água para o consumo humano, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) de cada componente. As análises mostraram a eficiência do processo de tratamento, sendo realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Quixadá*. Abaixo encontram-se as análises realizadas, bem como as VMP.

Tabela 2 – Análises físico-químicas das amostras antes e após o tratamento.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRA DE ÁGUA BRUTA E TRATADA				
PARÂMETROS	ÁGUA BRUTA	ÁGUA TRATADA	VMP MS	UNIDADES
Cor aparente	15	2	15	Pt/L (Hansen)
Condutibilidade	1.800	250	1.000	µS/cm
pH	8,0	7,0	6 a 9	Unidade pH
Turbidez	95	20,0	100	NTU
Sólidos totais	1.500	300	1.000	mg.L ⁻¹
Dureza total	350	40,0	500	mg.L ⁻¹
Cloretos	250	100,0	250	mg.L ⁻¹ .Cl ⁻¹
Fluoretos	1	0,5	1	mg.L ⁻¹ . F ⁻¹
Oxigênio dissolvido	0,5	4	2 a 5	mg.L ⁻¹ .O ₂
Amônia	2,5	0,1	1,5	mg.L ⁻¹ .N-NH ₃

Fonte: Autores (2022).

4.2 Análise microscópica da água

De acordo com a Provenzi (2005), água potável é aquela que apresenta boas condições para o consumo, isso em parâmetros físico-químicos e biológicos. Para a realização deste teste foram separados 100 mL de água bruta do reservatório descrito no item 4.1 e o mesmo volume de amostra que foi submetida ao tratamento pelo protótipo, essas amostras foram analisadas seguindo os métodos da literatura *Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR* (YAMAGUCHI, M. R., et al. 2013), onde obteve os seguintes resultados disponibilizados no Tabela 03.

Tabela 3– Análises microscópicas das amostras antes e após o tratamento.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA BRUTA E TRATADA		
Organismo	Amostra bruta	Amostra tratada
Ameba	Presente	Ausente
Cnidário (Hydra)	Presente	Ausente
Coliformes fecais	Presente	Ausente
Larva de mosquitos	Presente	Ausente

Fonte: Autores (2022).

4.3 Análises da Adsorção

Foram feitas testagens de adsorção através da espectroscopia de adsorção na região do UV-visível, pelo UV-vis, os resultados obtidos durante a testagem encontram-se presentes na Tabela 02. A tabela abaixo retrata as análises do tempo feita com os resultados da adsorção.

Tabela 4 – Resultados obtidos após análise quantitativa.

RESULTADOS DAS ANÁLISES COM UV-VIS			
Massa de adsorvente (mg)	Absorbância	Remoção (%)	Concentração (ppm)
0,005	1,3516	23,07	76,93
0,0101	1,2007	31,66	68,34
0,0148	1,1409	35,06	64,94
0,0202	1,0101	42,51	57,49
0,025	0,9025	48,63	51,37
0,03	0,7585	56,83	43,17
0,0351	0,6568	62,62	37,38
0,0395	0,5661	67,78	32,22
0,0454	0,0794	78,41	21,59
0,0502	0,3392	80,69	19,31

Fonte: Autores (2022).

Na primeira amostra foi colocado 0,005 miligramas de carvão ativado, posteriormente 0,0101 mg e assim sucessivamente aumentando essa quantidade até chegar a 0,0502 mg, valor máximo analisado neste trabalho. Notou-se claramente que houve uma relação linear direta entre a absorbância e a quantidade de adsorvente. A absorbância é uma grandeza física adimensional, ou seja, sem unidade de medida, e que se relaciona à taxa de retenção do adsorbato, assim, com base nesta relação foi possível montar o Gráfico 02 e devido a esta linearidade aplicar o Princípio da Isoterma de Langmuir e obter a equação do 1º grau que corresponde a adsorção.

$$\text{Equação 01: } y = 48,393x + 8,5316$$

A Equação 01, permite calcular futuros valores de adsorção usando outros valores de massa, elaborar gráficos, bem como ajudar a projetar, compreender e simular futuras proporções para outros tipos de analitos, ou seja, outras substâncias químicas.

O Gráfico 03, onde consta uma relação entre massa do adsorvente e remoção do corante da solução em termos percentuais, observa-se, assim como anteriormente que há uma ligação linear direta, onde, com base nos resultados obtidos na Tabela 02, observa-se que quanto maior for a massa de carvão ativado empregado no processo, maior a remoção dos efluentes.

Desta forma, fica explícito a capacidade de retenção por adsorção promovida pelo carvão ativado da jurema preta. Nos testes obteve a remoção de 80,7% de corante resistente com 0,0502 mg de carvão, o que aponta para uma boa eficiência do mesmo para o tratamento de efluentes e no que se diz para o tratamento de água, acredita-se que haverá uma remoção superior dos contaminantes, deixando-a potável, por serem de mais fácil remoção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se com a elaboração e aplicação do projeto, que o mesmo é adequado para a continuidade do estudo e pesquisa para um futuro levantamento bibliográfico buscando formas de adicionar outros tratamentos microbiológicos, como a luz ultravioleta voltada para tecnologias industriais. Além da sua aplicação em Estações de tratamento de água, a qual na cidade de Pedra Branca-CE, houve um contato do diretor da Estação de tratamento com o projeto para um estudo da aplicação dessa tecnologia na etapa de filtração da água.

Dessa forma, é notório que o filtro traz uma alternativa prática e viável para a reutilização da água contaminada, onde o mesmo é capaz de remover diversas impurezas da água, deixando-a apta para ser consumida.

Há também um grande impacto do projeto na vida das pessoas, sobretudo dos estudantes das escolas que estão recebendo oficinas e formações a respeito do projeto.

Nesse tratamento, os custos também foram minimizados, em virtude de serem utilizados materiais muito acessíveis, já que o polímero siliconado, o único material comprado, custa em média 0,01 centavos por grama. Vale salientar que as agressões ao meio ambiente também foram diminuídas pelo reúso da jurema preta, já que diversas vezes a mesma é descartada de forma inadequada.

REFERÊNCIAS

BARONE, Maurício Roberto. **Interação entre Proteção e Defesa Civil e setor de Saúde em resposta à pandemia da COVID-19** em Vinhedo-SP. 2021.

BORGES, Júlio César. **Feira Krahô de sementes tradicionais: cosmologia, história e ritual no contexto de um projeto de segurança alimentar.** 2014.

BRASIL, Ministério da saúde, Brasília, **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso: 05 mar. 2022.

CANDIDO, Nubia Rangel. **Produção e caracterização de carvões de eucaliptos ativado fisicamente com CO₂ ou gás da carbonização.** 2018.

CASTRO, Angélica Beatriz Freitas de; NUNES, Yasmim Fernanda Castro. **Desenvolvimento de produto sustentável: mesa bistrô de roda automotiva com banquetas de disco de arado.** 2021.

DA CUNHA SALATA, Cristiane; CABELLO, Cláudio. Emprego de carvão ativado e resinas de troca iônica na remoção de substâncias orgânicas contaminantes do álcool etílico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 83-91, 2010.

FISCHER, Helen Caroline Valter *et al.* Estudo da capacidade de adsorção de carvões ativado comerciais versus tempo de armazenamento. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1090-1099, 2019.

HERZOG, Cecilia Polacow. **Cidades para todos.** Rio de Janeiro: Mauad Editora Ltda, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Desertificação.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1144>. Acesso em: 22 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Semiárido Brasileiro.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html>. Acesso em: 13 abr. 2022.

LIMA, Kaliny Kelvia Pessoa Siqueira. **Gestão pública de regiões do semiárido do nordeste e municípios do estado do Ceará: meio ambiente e gestão de riscos e resposta à seca.** 2021.

MINISTÉRIO da Saúde. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017.** Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/farmacia-popular%20old/legislacao/prc-5-portaria-de-consolida-o-n-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf/view>. Acesso: 05 mar. 2022.

MOURA, Hiago Rodrigues de. **Avaliação da migração vertical de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em solo agrícola condicionado com biocarvão.** 2020.

PESSÔA, Zuri Bao. Efetivação do enquadramento de corpos d'água para fins de consumo humano em regiões semiáridas: Avaliação conforme resolução Conama 357/2005 e Portaria MS 2914/2011. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 3, n. 2, 2015.

POPULAÇÃO em áreas de risco no Brasil/IBGE, **Coordenação de Geografia**. – Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

PRISCILA, F. *et al.* Produção, caracterização e aplicação do carvão ativado obtido a partir do sabugo de milho: a busca pelo reaproveitamento de um resíduo agroindustrial. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1174-1188, 2015.

SANTOS, Jeferson Willian dos. **Efeito da ativação por vapor ou dióxido de carbono na porosidade do carvão ativado produzido a partir de briquetes de bagaço de malte e levedura**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021

SILVA, Francilene Fernandes; DOS SANTOS, Francílio de Amorim; DOS SANTOS, Juliana Moreira. Índice de anomalia de chuvas (IAC) Aplicando ao estudo das precipitações no município da Caridade, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 426-442, 2020.

TELLES, Dirceu D. Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. Editora Blucher, 2010.

VALOTTO, Maria Eduarda; BOTTON, João. Um ensaio sobre a Responsabilidade Ambiental. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 2, 2021.

WHATELY, Marussia; CAMPANILI, Maura. **O século da escassez: uma nova cultura de cuidado com a Água – Impasses e Desafios**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2016.

YAMAGUCHI, Mirian Ueda *et al.* Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O mundo da saúde**, v. 37, n. 3, pág. 312-320, 2013.