

Produção e uso de filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

Production and use of water filters with activated carbon derived from sustainable materials

Hudson Pimentel Costa¹ , Rogério Nunes dos Santos² , Livia Paulia Dias Ribeiro³ , Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto³ 
Ciro de Miranda Pinto³ , Danielle Rabelo Costa² , Juan Carlos Alvarado Alcócer¹ 

1. Docente da pós-graduação do Centro Universitário Católica de Quixadá (UNICATÓLICA), Quixadá, CE, Brasil. . Docente no Centro Universitário Católica de Quixadá (UNICATÓLICA), Quixadá, CE, Brasil. 3. Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redencao, CE, Brasil.

Resumo

Objetivo: avaliar a eficiência de filtros de tratamento de água, usando carvão ativado de diferentes fontes de resíduo de biomassa. **Métodos:** trata-se de um estudo experimental, descritivo, de caráter quantitativo, realizado no Centro Universitário Católica de Quixadá, Ceará-Brasil, durante o período de janeiro a junho de 2018. Foram preparados filtros de carvão ativados e, posteriormente, sua eficiência no tratamento de água foi avaliada. Resíduos de descarte de madeira, a entrecasca do coco verde, a casca do fruto do caju e do colmo de bambu foram usados como fonte de matéria-prima. O filtro de tratamento de água foi montado, usando o método coluna de cromatografia, adicionando areia e algodão como outros meios filtrantes. Parâmetros físico-químicos foram utilizados na avaliação da eficiência dos filtros construídos. **Resultados:** a análise de componente principal selecionou dois componentes da qualidade de água, explicando 80,081% da variância total. O coeficiente de correlação cofenética de $r=0.9572$ indica que o dendograma estimado foi bom, considerando os parâmetros de qualidade da água. Entre os filtros, o bambu apresentou-se como melhor resposta entre filtros testados, sendo responsável pela redução de diversos fatores como cor, turbidez, dureza total e sódio. **Conclusão:** os fitros de carvão ativado derivado do descarte de madeira e da entrecasca do fruto do caju obtiveram pouca influência na melhoria da qualidade da água, em relação à amostra controle.

Palavras-chave: Água; Purificação da Água; Carvão Ativado; Filtros

Abstract

Objective: to evaluate the efficiency of water treatment filters using activated carbon from different sources of biomass residue. **Methods:** this is a descriptive experimental study of a quantitative nature carried out at the Centro Universitário Católica de Quixadá, Ceará-Brazil, during the period from January to June 2018. Activated carbon filters were prepared, and subsequently, their efficiency in water treatment was evaluated. Wood waste, green coconut husk, cashew nut shell, and bamboo stem were used as a source of raw material. The water treatment filter was assembled using the column chromatography method by adding sand and cotton as other filter media. Physicochemical parameters were used to evaluate the efficiency of the built filters. **Results:** principal component analysis selected two water quality components, explaining 80.081% of the total variance. The cophenetic correlation coefficient of $r=0.9572$ indicates that the estimated dendrogram was good, considering the water quality parameters. Among the filters, bamboo showed the best response among the filters tested, being responsible for the reduction of several factors such as color, turbidity, total hardness, and sodium. **Conclusion:** activated carbon filters derived from discarded wood and cashew nut shells had little influence on improving water quality compared to the control sample.

Keywords: Water; Water Purification; Activated Carbon; Filters.

INTRODUÇÃO

A água é o bem inorgânico mais consumido pelos seres humanos, mais do que qualquer outra substância. É um recurso natural fundamental à vida, que tem ganhado, cada vez mais, espaço no cenário político-econômico, tendo em vista ser indispensável para a totalidade dos seres vivos, capaz de suprir suas necessidades alimentares, de higiene e de saúde¹.

A grande importância da qualidade desse elemento para os seres humanos é notável e clara; no entanto, sua disponibilidade vem se tornando, cada vez mais, difícil. O comprometimento da qualidade da água para fins de consumo humano é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes

domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola². Estudos apontam que, aproximadamente, 1,5 bilhão de pessoas não tem acesso à água de boa qualidade, o que as leva a suprir suas necessidades por meio de águas consideradas não potáveis; entretanto, esses tipos de água tendem a oferecer riscos à saúde de seus consumidores, podendo até levar à morte³.

Tendo em vista essa problemática, a busca por novas tecnologias para o tratamento hídrico vem crescendo nos últimos anos. Dessa forma, estudos de diversas áreas são realizados com o intuito de desenvolver meios que possam ajudar na melhoria

Correspondente: Hudson Pimentel Costa. Endereço: R. Juvêncio Alves, 660 - Centro, Quixadá - CE, 63900-257. E-mail: professorhudsonpimentel@gmail.com

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse
Recebido em: 6 Abr 2022; Revisado em: 5 Out 2022; Aceito em: 7 Out 2022

2 Filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

da água e no consumo humano responsável e sustentável⁴.

Um dos meios mais utilizados no tratamento de água é a filtração. Essa prática é antiga, tendo seus primeiros experimentos no início do século XIX, quando o escocês John Gibb construiu o primeiro filtro de água do mundo, utilizando, como matéria prima, a areia. Com o passar dos anos, novos filtros foram desenvolvidos com o intuito de inovar as formas de tratamento da água. Nesse contexto, os filtros derivados do carvão ativado constituem-se como uma das alternativas mais aceitas no meio científico⁵.

O carvão ativado pode utilizar vários tipos de matérias-primas diferentes, chamadas de lignocelulose, tais como madeira, casca de frutas, bagaço de cana-de-açúcar, palha de milho, entre outros materiais que possuem uma quantidade de carbono relativamente alta. Esses tipos de matéria-prima tendem a ser aceitos no meio científico, pois são elementos, em sua maioria, biosustentáveis^{6,7}.

Estudos realizados acerca da capacidade de filtração de águas pelo carvão ativado, produzido com o endocarpo de coco mostraram que esse produto é eficiente para reduzir a quantidade de matéria orgânica da água⁸. Em outro estudo científico, pesquisadores utilizaram ossos bovinos para a produção de carvão ativo e observaram a remoção de alguns metais pesados como Zn, Cu, Cd, Co, Pb e Ni em águas de efluentes de uma indústria minero-metalúrgica⁹.

Estudos como esses revelam a necessidade de desenvolver e aprimorar produtos e tecnologias potencialmente capazes de contribuir para a melhoria da qualidade das águas utilizadas para o consumo humano, de modo biosustentável. Atualmente, os parâmetros que estabelecem essa qualidade estão dispostos na Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde¹⁰.

Dada a escassez de estudos experimentais que versam sobre a produção e o uso de filtros de água com carvão ativado, derivado de matérias sustentáveis para a melhoria da qualidade das águas para o consumo humano, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência de filtros de tratamento de água, usando carvão ativado de diferentes fontes de resíduo de biomassa.

MÉTODOS

Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo experimental descritivo, de caráter quantitativo realizado no Centro Universitário Católica de Quixadá, Ceará-Brasil, durante o período de janeiro a junho de 2018. O experimento foi realizado nos Laboratórios de Química Analítica, de Análise e Controle da Qualidade da Água do Centro Universitário Católica de Quixadá (LACQA) e no Laboratório Clementino Fraga (LCF). Todo o estudo teve como base o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater^{11,12}.

Preparação do carvão ativado

Para o estudo, foram utilizados quatro tipos de matérias-primas para a produção do carvão ativado, sendo estes: descartes de madeiras, entrecasca do coco verde, entrecasca do fruto do caju e colmo de bambu. As duas primeiras matérias-primas foram obtidas no município de Quixadá, e a entrecasca do fruto do caju, e o colmo do bambu foram obtidos nos municípios de Ocara e de Baturité, respectivamente; todas localizadas no estado do Ceará - Brasil. As amostras foram preparadas com cortes uniformes para o melhor manuseio da matéria.

Após a obtenção das amostras, elas foram selecionadas e depois submetidas à câmara desidratadora, a uma temperatura de $\pm 30^{\circ}\text{C}$, por uma semana, para a secagem da matéria. Após esse processo, foram pesados 100g das amostras de madeira e castanha e 350g de coco e bambu, sendo pirolisados em forno mufla com aquecimento em três fases: a primeira realizada a 250°C , por 30 minutos, posteriormente, mais 30 minutos a 400°C e, por último, ativada em 550°C por 120 minutos. Após esse processo, o material carbonizado foi pulverizado.

Preparação do filtro

Para a base do filtro, foram utilizadas colunas de cromatografia, de 30cm de comprimento e 2cm de diâmetro interno, em que foram dispostos 2,5g do carvão ativado oriundos de cada matéria-prima para a elaboração do filtro juntamente a outros elementos filtrantes, como a areia fina (7,5g), a areia grossa (12,5g) e o algodão.

Determinação físico-química da água filtrada

A amostra de água originária, denominada controle (C), foi coletada de um pequeno açude localizado no município de Ocara, estado do Ceará ($4^{\circ}29'00.1''\text{S } 38^{\circ}35'15.8''\text{W}$), no dia 4 de abril de 2018. Na ocasião, foram empregados todos os cuidados pré-analíticos para que os resultados das análises finais não sofressem interferências. A amostra foi enviada para o LACQA, percolada nos sistemas de filtros de carvão ativado e denominando-se descartes de madeiras (CADM), entrecasca do coco verde (CAECV), entrecasca do fruto do caju (CAEFC) e de bambu (CABM).

Os parâmetros avaliados foram turbidez pelo método turbidimétrico, cor, sulfato, amônia, nitrato e nitrito por espectrofotometria, pH pelo método potenciométrico, condutividade e sólidos totais dissolvidos (STD) por condutimetria, cálcio, magnésio, sódio, ferro dissolvido e potássio por espectrometria de absorção atômica por chama e odor por meio de análise sensorial. Vale salientar que parâmetros como pH, alcalinidade, dureza total, cálcio, magnésio, ferro, sódio, nitrito, nitrato, potássio e amônia foram analisados no Laboratório Clementino Fraga, que é referência em análise de águas em todo o estado do Ceará; os demais parâmetros foram analisados no Laboratório de Análise e Controle da Qualidade da Água do Centro Universitário Católica de Quixadá.

Análises estatísticas

As variáveis usadas na estatística multivariada foram as seguintes: turbidez, cor, pH, bicarbonatos, dureza total, cálcio, magnésio, condutividade elétrica, cloretos, nitritos, nitratos, sulfato, sódio, potássio, amônia, sólidos totais considerando cinco métodos de filtração de água. A primeira avaliação foi realizada pela técnica de análise de componentes principais, com gráfico de dispersão empregando o biplot. A segunda avaliação multivariada foi análise de agrupamento para construção do dendograma, para isso utilizaram-se a distância Euclidiana e o método hierárquico da ligação Ward. Na avaliação da estatística multivariada (principal component analysis and cluster analysis) e da estatística descritiva (análise de correlação

linear de Pearson), utilizou-se o software estatístico PAST - PAleontological Statistics¹³.

RESULTADOS

Análises dos materiais utilizados na filtração da água

Após o processo de pirólise, a matéria-prima foi carbonizada, e, durante esse procedimento, foram perdidos diversos elementos, restando somente o carbono. Com isso, houve alterações no peso e na morfologia da matéria estudada, conforme é possível observar na tabela 1. Por meio dessa tabela, é possível notar que a matéria-prima que apresentou mais perda no peso foi o CAECV.

Tabela 1. Relação entre peso inicial e final, morfologia e tempo de filtração dos filtros de carvão ativado.

Matéria -prima	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% de peso Perdido	Morfologia carvão ativado	Tempo de filtração (gotas/s)
Madeira (CADM)	100.0	23.7	76.3	Granuloso sem uniformidade com algumas porções em pó	1/53
Castanha (CAEFC)	100.0	19.5	80.5	Granuloso com uniformidade em seus grânulos	1/34
Bambu (CABM)	189.5	20.4	89.3	Pó com grânulos sem uniformidade	1/136
Coco (CAECV)	366.6	15.3	95.81	Pó com uniformidade	1/19

Fonte: Autores (2020).

O carvão ativado que mais apresentou uniformidade, após a pulverização, foram os derivados do CAECV e CAEFC; porém com morfologias diferenciadas. O carvão ativado da castanha (CAEFC) apresentou-se com grânulos grosseiros com uniformidade, e a CAECV também apresentou uniformidade, todavia, em sua morfologia, apresentou-se em pó, o que pode ter influenciado, diretamente, o tempo de filtração da água por esse filtro, que apresentou menor tempo entre os demais. O CADM e o CABM não apresentaram uniformidade em sua morfologia. Entre os filtros, o CABM apresentou menor evasão por segundos, levando, assim, a um tempo maior para filtrar a água.

Análises dos parâmetros de qualidade de água

Depois do processo de filtração da água, houve alterações em alguns dos seus parâmetros estudados, conforme descrito na tabela 2. Dentre os parâmetros alterados, destacaram-se a cor e turbidez.

A amostra analisada sem filtração estava imprópria para consumo devido a seu fator turbidez (9,8 UT), segundo a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Após a filtração de todas as águas analisadas, elas se mostraram de acordo com a legislação vigente no que se refere a esse parâmetro. O filtro do CABM obteve melhor desempenho em face do demais, com valores de 0,53 UT.

A cor da amostra-controle, também, encontrava-se acima do

permitido pela portaria. Após o tratamento com carvão ativado, as amostras reduziram, significativamente, seu valor. Apesar dessa redução significativa, nenhuma dessas se enquadraram na portaria vigente. No entanto, a filtração por CABM foi responsável pelos resultados expressivos no que se refere à redução da cor da água, com o valor de 70,8% em relação à amostra controle.

A condutividade e os sólidos totais da água obtiveram significativa melhora pós-filtração com o CAECV, cuja redução, em comparação com a amostra controle, foi de 19.4% e 12.8%, respectivamente.

Análises estatísticas dos parâmetros de qualidade de água

Os pares de cores azul e vermelha não cruzados apresentaram correlações significativas, conforme se observa na figura 1. A cor azul representa correlação positiva, enquanto a cor vermelha indica correlação negativa. As correlações entre os parâmetros de qualidade apresentaram variação de -0.95623 a 0.99526.

As correlações significativas foram representadas pelos seguintes pares: turbidity x color ($r=0.99526$; $p=0.00039138$), turbidity x bicarbonates ($r=-0.90868$; $p=0.032671$), total hardness x calcium ($r=0.9847$; $p=0.0022662$), total hardness x magnesium ($r=0.98954$; $p=0.0012819$), total hardness x chlorides ($r=0.98991$; $p=0.0012151$), total hardness x sodium ($r=0.94872$; $p=0.013831$), calcium x magnesium ($r=0.94927$; $p=0.013612$), calcium x chlorides ($r=0.98526$; $p=0.0021431$);

4 Filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

calcium x sodium ($r=0.90551$; $p=0.034369$), magnesium x chlorides ($r=0.97087$; $p=0.0059435$), magnesium x sodium ($r=0.96256$; $p=0.0086478$), electric conductivity x nitrites ($r=-0.93955$; $p=0.017679$), chlorides x sodium ($r=-0.95623$; $p=0.010922$), sodium x potassium ($r=-0.91642$; $p=0.028641$). No presente estudo, constatou-se correlação positiva de cálcio x sódio ($r= 0.90551$; $p=0.034369$).

Conforme apresenta a figura 2, a variância total dos dados foi 80,081%. Esse valor foi concentrado em dois componentes, o

primeiro e o segundo com 47,636 e 33,081%, respectivamente.

No dendrograma a seguir (figura 3), detectou-se a formação de 4 grupos, identificados a seguir: grupo 1, formado pelos métodos de filtragem de água 1 e 2; grupo 2, formado pelo método 4; grupo 3, pelo método 5; e grupo 4, formado pelo método 3. No grupo 1, constatou-se que a amostra 1 e 2 foram similaridades, considerando os parâmetros de qualidade de água em função dos métodos de filtragem de água

Tabela 2. Resultados das análises antes e após a percolação do controle nos derivados de carvão ativado.

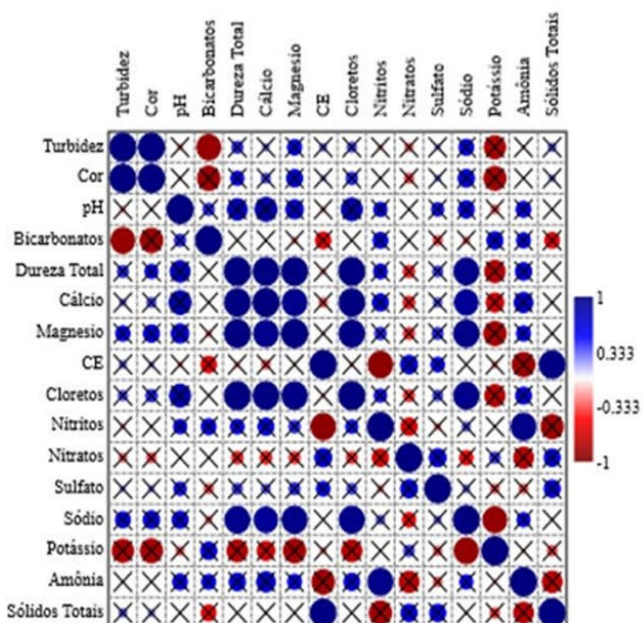
Parâmetro	C*	CADM†	CAECV‡	CAEFC§	CABM	V.M.P.¶	Unidades
Turbidez	9.28	3.91	2.55	2.40	0.53	5	UT
Cor	83	48	43	39	24	15	UH
Odor	O**	NO††	NO	NO	NO	NO	-
pH	6.68	7.44	7.92	7.96	6.39	6.0 a 9.5	-
Hidróxidos	0	0	0	0	0	NE‡‡	mg OH/L
Carbonatos	0	0	0	0	0	NE	mg CO ₃ /L
Bicarbonatos	124.8	147.7	160.2	147.7	153.9	NE	mg CaCO ₃ /L
Dureza total	296.0	296.0	314.0	296.0	242.0	500	mg CaCO ₃ /L
Cálcio	46.40	48.00	52.00	48.00	38.40	NE	mg Ca/L
Magnésio	43.20	42.24	44.16	42.24	35.04	NE	mg Mg/L
Condutividade	1108	1117	893	1150	1053.0	NE	µs/cm
Cloretos	350.3	360.1	369.8	356.1	303.0	250	mg Cl ⁻ /L
Nitritos	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	1.0	mg N - NO ₂ /L
Nitratos	0.42	0.40	0.36	0.55	0.48	10	mg N - NO ₃ /L
Sulfato	46.7	16.6	20.19	91.5	3.97	250	mg SO ₄ 2-/L
Ferro	0.02	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.3	mg Fe/L
Sódio	183.6	187.5	185.5	176.1	147.2	200	mg Na/L
Potássio	19.2	24.2	36.6	37,4	63.3	NE	mg K/L
Amônia	0,13	0.42	1.25	0.07	0,03	1.5	mg N-NH ₃ /L
Sólidos Totais	554	563	483	578	524	1000	mg STD/L

Legenda: *Amostra Controle; †Carvão Ativo de Descarte de Madeira; ‡Carvão Ativo Derivado da Entrecasca do Coco Verde; §Carvão Ativo Derivado da Entrecasca do Fruto do Caju; || Carvão Ativo Derivado do Bambu; **Objetável; ††Não Objetável; ‡‡Não Especificado; ¶Valor Máximo Permitido.

Fonte: Autores (2020).

5 Filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

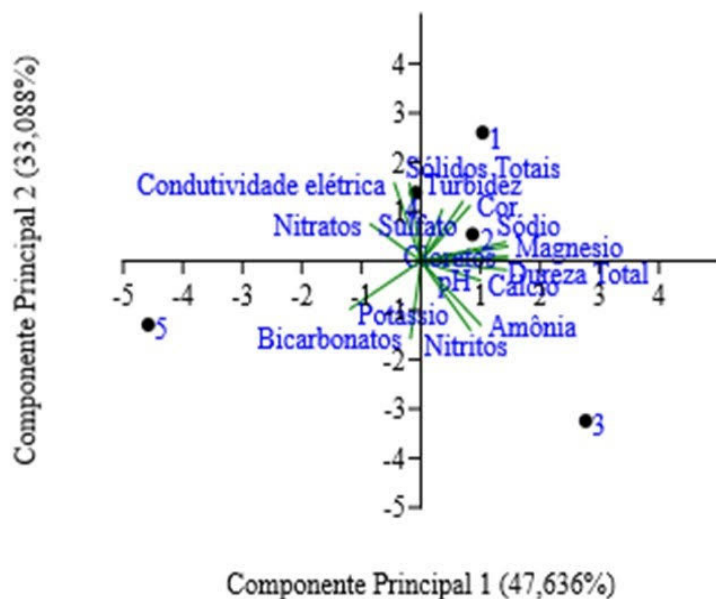
Figura 1. Coeficientes de correlação linear de Pearson nos parâmetros da qualidade de água.



Legenda: $p > 0.05$ crossed (não significativo 5% de probabilidade). In the variables turbidity, color, pH, bicarbonates, total hardness, calcium, magnesium, electric conductivity, chlorides, nitrites, nitrates, sulfate, sodium, potassium, ammonia and total solids.

Fonte: Autores (2020).

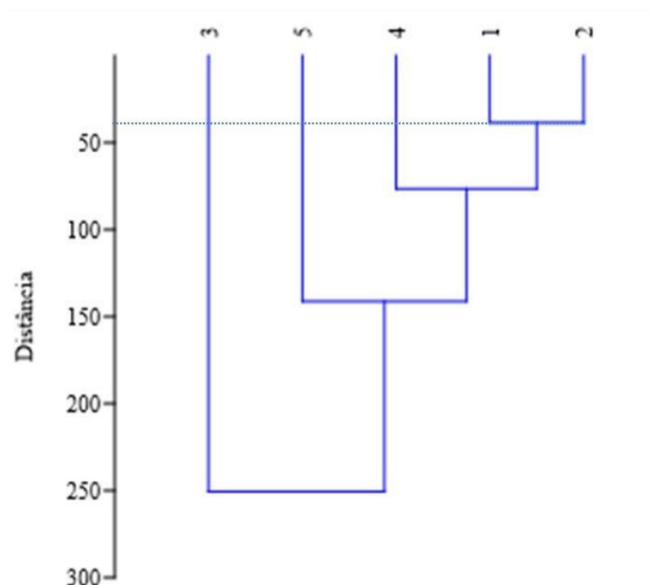
Figura 2. Biplot Component 1 x Component 2 dos parâmetros da qualidade de água.



Legenda: métodos de filtragem de água 1 (C - amostra controle), 2 (CADM – carvão ativo de descarte de madeira), 3 (CAECV – carvão ativo derivado da entrecasca do coco verde), 4 (CAEFC – carvão ativo derivado da entrecasca do fruto do caju) e 5 (CABM – carvão ativo derivado do bambu).

Fonte: Autores (2020).

Figura 3. Dendrograma estimado na análise de agrupamento, empregando-se a distância Euclideana pelo método Hierárquico Ward.



Legenda: coeficiente de correlação cofenético foi igual a 0.9572. Métodos de filtragem de água 1 (C - amostra controle), 2 (CADM – carvão ativo de descarte de madeira), 3 (CAECV – carvão ativo derivado da entrecasca do coco verde), 4 (CAEFC – carvão ativo derivado da entrecasca do fruto do caju) e 5 (CABM – carvão ativo derivado do bambu).

Fonte: Autores (2020).

DISCUSSÃO

A diminuição do peso final da matéria foi significativa nas quatro amostras estudadas, visto que a matéria-prima que apresentou mais perda no peso foi o CAECV. Isso pode explicar-se, pois o coco é o único objeto de estudo que se apresentava em seu estado verde, ou seja, com maior quantidade de água, mesmo depois da secagem em câmara desumidificadora; em contrapartida, a amostra que apresentou menos perda em sua matéria foi CADM, com perda de 76,3% de seu peso. Isto pode ser explicado pelo fato de a madeira ser do tipo seca e não apresentar uma umidade significativa como a da entrecasca do coco.

A pirólise é caracterizada pela perda de peso durante seu processo de oxirredução. Essa perda de peso é resultado da retirada de resíduos orgânicos da matéria prima, sendo essa retirada responsável pela abertura de poros na superfície do carvão¹⁴. Quanto mais resíduos retirados, melhor a qualidade do carvão ativado por serem maiores as quantidades de poros em sua superfície.

Estudiosos relatam que, quanto menor a partícula de carvão ativado, mais poros estarão dispostos em sua superfície, e a quantidade e tamanho desses poros possui uma inter-relação com a morfologia do carvão ativado, uma vez que sua forma após a ativação está correlacionada, também, com sua matéria-

6 Filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

prima¹⁵.

A cor e a turbidez da água apresentaram-se com seus parâmetros alterados, podendo estar correlacionados com as características das matérias que se encontravam suspensas na água. Normalmente, os parâmetros de qualidade de água encontram-se alterados em águas de açudes por diversos fatores; entre estes, o natural, como a vegetação ou a degradação de matérias vivas e o humano, como a poluição¹⁶.

A cor alterada da água pode ser proveniente de matérias orgânicas ou de metais como o ferro¹⁷. Pesquisadores brasileiros relatam que a coloração da água representa um padrão estético, se ela apresentar uma coloração mais escura com aspecto sujo, tende a ser rejeitada pelos consumidores¹².

A condutividade elétrica é um importante parâmetro para o controle do estado da água ao mostrar modificações na composição dos corpos d'água; no entanto, por esse parâmetro, não é possível estabelecer quais são esses componentes¹⁸. Os sólidos totais dissolvidos representam os conjuntos de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes na amostra de água sob qualquer forma molecular que podem ser, desde elementos como areia e pedras, até microrganismos como bactérias, fungos e parasitas¹⁹.

A dureza total na filtração por CABM também apresentou resultados significativos, reduzindo 18,8% em relação à amostra controle. A dureza total é calculada por meio da soma das concentrações dos íons cálcio e magnésio (Ca+2 e Mg+2), expresso na água, o que explica a diminuição também do cálcio em 17,3% e do magnésio em 18,9%²⁰. Nas outras filtrações, os resultados não apresentaram melhorias significativas, uma vez que, no coco, a dureza apresentou um aumento de 6,08% que pode explicar pelas propriedades presentes na matéria-prima.

O sódio foi outro parâmetro que apresentou resultados significativos na filtração por CABM, com redução de 19,8% do sódio em relação à amostra controle. Estudiosos apresentam que o sódio é um dos elementos mais abundantes no planeta e é caracterizado por ser tão solúvel em água, que a maioria das águas da terra é salgada, e um dos maiores desafios da atualidade é justamente encontrar soluções para a dessalinização da água²¹. Essa dessalinização é importante, pois o sódio em excesso pode provocar danos à saúde. Porém, outro estudo relata que o corpo humano necessita de 120 a 500mg desse elemento por dia para suprir suas necessidades²².

Atualmente, a filtração é um dos métodos mais utilizados para o tratamento de água no mundo. Essa disseminação pode-se explicar por diversos fatores; entre eles, podemos citar o

baixo custo, o fácil manejo e a eficiência. A filtração por carvão ativado vem ganhando espaço nos últimos anos com uma boa aceitação em todo o mundo. Para isso, diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de testar a eficiência de novas matérias-primas para a produção do carvão ativado.

Enquanto alguns estudiosos na área reportaram correlação negativa ($r=-0.630$) entre cálcio e sódio na seleção de indicadores de qualidade de água²³, outros constataram correlação positiva ($r=0.472$; $p<0.05$) entre esses dois elementos²⁴.

Os parâmetros de qualidade de água foram distribuídos nos quatro quadrantes, formados pelas componentes principais 1 e 2. O primeiro quadrante concentrou o maior número de parâmetros de qualidade de água; entre eles, a turbidez, sulfato, cor, sódio, cloreto, magnésio e dureza total, sendo representados método de filtração 1 e 2. Especialistas usaram a análise de componentes principais e classificaram a turbidez e cloro no quadrante 1, dureza total, pH e condutividade elétrica no quadrante 4²⁵.

Os resultados verificados no estudo de qualidade da água filtradas em diferentes métodos corroboram os achados de um estudo que estimou no primeiro componente 68,30% e no segundo componente 22,50%, resultando em uma variância total dos dados 90,80% para a qualidade da água²⁶. Avaliando a qualidade da água com técnica multivariada de análise de componentes principais, foi constatada uma variância total de 89,9%, sendo derivado da soma de três componentes²⁷.

O coeficiente de correlação cofenético determinado no agrupamento 1, observado no dendograma (figura 3), foi alto ($r=0.9572$). Foi relatado, em um estudo, que, quanto mais próximo da unidade for o coeficiente de correlação cofenético, melhor será e menor será a distorção provocada pelo agrupamento das amostras com o método UPGMA. Esses autores encontraram uma correlação cofenética de 0.7628.

CONCLUSÃO

Entre os filtros, o bambu apresenta-se melhor entre os outros filtros testados, sendo responsável pela redução de diversos fatores como cor (70,8%), turbidez (97,5%), dureza total (18,8%) e sódio (19,8%). O filtro do bambu demonstrou menos semelhança estatística, comparando-se com a amostra controle, de acordo com o seu coeficiente de correlação cofenética ($r=0,9572$). Considerando os parâmetros de qualidade da água avaliados, estatisticamente, neste trabalho, verificou-se que os filtros de carvão ativado derivado do descarte de madeira e da entrecasca do fruto do caju obtiveram pouca influência na melhoria da qualidade da água, em relação a amostra controle.

REFERÊNCIAS

1. Martins GAF, Oliveira JMS, Moraes MRB, Baffi MA. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, Minas Gerais: aspectos ambientais e sociais. EmExt [Internet]. 2016

Abr;14(2):104-21. doi: 10.14393/REE-v14n22015_art05.

2. Merten GH, Minella JP. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um

7 Filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis

- desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.* 2002 Out-Dez; 3(4); 33-8.
3. Fundo das Nações Unidas para a Infância. 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS. Brasil: UNICEF; 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>.
4. Muranaka CT. Combinação de absorção por carvão ativado com processo oxidativo avançado (ODA) para tratamento de efluentes contendo fenol [tese]. São Paulo (SP): Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 2017.
5. Romanel C. Tratamento ecológico de efluentes domésticos com uso de wetlands [tese]. Rio de Janeiro (RJ): Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 2018.
6. Manguera ESV. Produção de carvão ativado a partir de endocarpo de coco da baía (Cocos Nucifera) aplicado ao processo de adsorção do Herbicida Metribuzin [dissertação]. João Pessoa (PB): Universidade Federal da Paraíba; 2014.
7. Richter CA. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blucher; 2009.
8. Lima ADJ. Análise comparativa da eficiência de filtros lentos com meios filtrantes convencional e não convencionais [dissertação]. São Cristóvão (SE): Universidade Federal de Sergipe; 2020.
9. Guedes TS, Magalhães FS, Rocha SDF. Potencial de adsorção de metais pesados por carvão de ossos bovinos. Natal (RN): XXI ENTMME; 2005.
10. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde [Internet]. Brasília, DF; 2018 [acesso 25 de jul. 2022]. Disponível em: https://bvmsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html.
11. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA; 2012.
12. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [Internet]. Brasília, DF; 2011 [acesso 25 de jul. 2022]. Disponível em: https://bvmsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.
13. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 2001;4(1):9pp. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
14. Abreu MB. Preparação de carvão ativado de bagaço de cana-de-açúcar e sua aplicação na adsorção de Cd(II) e Cu(II) [monografia]. Apucarana (PR): Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
15. Schmidt GC. Desenvolvimento de filtros de carvão ativado para remoção do cloro da água potável [dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.
16. Birkheuer CF, Araújo J, Rempel C, Maciel MJ. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. *Rev. Cad. Pedag.* 2017; 14(1): 134-45. doi: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-009>.
17. Farias MMWEC. Uso da água da chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos [dissertação]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco; 2017.
18. Nolasco GM, Gama EM, Reis BM, Reis ACP, Gomes FJS, Matos RP. Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. *Recital.* 2020 Maio-Ago; 2(2): 52-64. doi: <https://doi.org/10.46636/recital.v2i2.60>.
19. Araújo MC, Santos FMS, Oliveira MBM. Análise da qualidade da água do riacho Cavouco. Recife (PE): UFPE; 2013.
20. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo. Brasília (DF): Secretaria de Vigilância em Saúde; 2006. 212 p.
21. Lucas AAT, Moura ASA, Netto ADOA, Faccioli GG, Sousa IF. Qualidade da água no Riacho Jacaré, Sergipe Brasil usada para irrigação. *RBAI.* 2014; 8(2): 98-105. doi: [10.12702/ii.inovagri.2014-a065](https://doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a065).
22. Nilson EA, Spaniol AM, Gonçalves VS, Moura I, Silva SA, L'Abbé M, Jaime PC. Sodium reduction in processed foods in Brazil: analysis of food categories and voluntary targets from 2011 to 2017. *Nutrients.* 2017 Jul; 9(7): 742. doi: [10.3390/nu9070742](https://doi.org/10.3390/nu9070742).
23. Girão EG, Andrade EM, Rosa MDF, Araújo LDFP, Meireles ACM. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. *Cienc Agron.* 2007; 38(1): 17-24.
24. Bertossi APA, Menezes JPC, Cecílio RA, Garcia GO, Neves MA. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando estatística multivariada. *Semin Cienc Agrar.* 2013; 34(5): 2025-36. doi: [10.5433/1679-0359.2013v34n5p2025](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2025).
25. Sousa AC, Cruz AD, Silva GJO. Análise exploratória da qualidade da água tratada, armazenada em caixas-d'água do bairro do Roger, em João Pessoa-PB. *Rev. Div. Cient. Tec. IFPB.* 2016; 1(29): 110-8.
26. Neves MA, Alves JDPH, Fonseca LC, Macedo LCB. Qualidade da água do reservatório Jaime Umbelino – Barragem do Poxim/Sergipe. *Interface – Comunic. Saude, Educ.* 2016; 5(1): 81-94. doi: [10.17564/2316-3798.2016v5n1p81-94](https://doi.org/10.17564/2316-3798.2016v5n1p81-94).
27. Souza A, Fontenele SB, Oliveira APG, Lastoria G, Gabas S, Dias C. Similaridade da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Rio Negro, MS. *CeN.* 35(2): 176-89. doi: doi.org/10.5902/2179460X12571.
28. Santos NBC, Santos RHG, Silva RF. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco. *Rev. Bras. Geogr. Fis.* 2018; 11(5): 1859-75. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234957/31292>.

Como citar este artigo /How to cite this article: Costa HP, Santos RN, Ribeiro LPD, Pinto ORO, Pinto CM, Costa DR, et al. Produção e uso de filtros de água com carvão ativado derivado de matérias sustentáveis. *J Health Biol Sci.* 2022; 10(1):1-7.