



Avaliação de redução da turbidez e coloração da água por filtro alternativo construído a partir de caroço de castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*)

Evaluation in the reduction of turbidity and water color by the alternative filter constructed from the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) lump

A. M. S. Santos¹; J. P. Brito¹; F. S. Miranda¹; A. L. G. Seabra¹; G. E. S. B. Maciel¹; I. C. C. Barbosa^{2*}

¹Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia, Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém-Pará, Brasil

²Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos/Centro de Tecnologia Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 2501, Terra Firme, 66077-803, Belém-Pará, Brasil

*ivan.barbosa1212@gmail.com

(Recebido em 01 de junho de 2019; aceito em 09 de setembro de 2019)

A água é um recurso essencial à vida e de extrema importância para o ser humano. Porém, para ser considerada própria para o consumo é necessário que ela obedeça certos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da utilização de filtro de água produzido a partir de matéria-prima alternativa para avaliar sua eficiência na redução da turbidez e cor da água dos bairros Condor, Coqueiro e Marambaia, localizados na cidade de Belém, que são abastecidos pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA). O filtro é composto de garrafas de polietileno tereftalato, calcário, brita e carvão ativado (CA) obtido a partir de caroços de Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*). Foram feitas coletas de água nos três bairros, bem como a aplicação de formulários para obtenção de respostas a respeito da água fornecida. Foram realizadas análises de turbidez e cor nas amostras antes e após o uso do filtro. Os resultados obtidos em relação às características sensoriais (odor, sabor e cor) mostraram que 90% dos entrevistados percebia uma alteração de cor e sabor. Houve redução da turbidez após o uso do filtro em todas as amostras de água dos bairros Condor, Coqueiro e Marambaia, apresentando valores percentuais de redução em 65, 100 e 88%, respectivamente. Verificou-se que o carvão ativado de caroço de Castanha-do-Pará é eficiente no processo de filtragem, sendo uma alternativa de baixo custo e ambientalmente sustentável. Palavras-chave: castanha-do-pará, carvão ativado, processo de filtragem.

The Water is an essential resource to life and extremely important for humans. However, for it to be considered appropriate for consumption, it is necessary to obey certain parameters established by the Ministry of Health. The goal of this work was to evaluate the efficiency of the use of a water filter produced from an alternative raw material to evaluate its efficiency at reducing the turbidity and color of water in the following neighbourhoods: Condor, Coqueiro and Marambaia, located in the city of Belém, which are supplied by Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA). The filter is composed by bottles of polyethylene terephthalate, limestone, gravel and activated charcoal (AC) obtained from the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) lump. The Water was collected in the three districts we mentioned before, as well as the application form to obtain answers regarding the water provided. Turbidity and color analysis were performed on the water samples before and after the use of the filter. The results achieved regarding sensory features (smell, taste and color) showed that 90% of the interviewees perceived a change in color and taste of the water. There was a reduction of turbidity after the use of the filter in all the water samples of the Condor, Coqueiro and Marambaia districts, presenting percentage values of reduction of 65, 100 and 88%, respectively. It was verified that the activated charcoal of Brazil nut lump is efficient in the filtration process, being a low-cost and environmentally sustainable.

Keywords: Brazil nut. Activated charcoal. Filtration process.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos de maior distribuição e valor do planeta Terra, além de compor 70% do mesmo. Ela é um elemento de total importância por ser essencial para a manutenção da vida e

de todos os processos metabólicos que existem no ser humano [1]. Fundamental para o desenvolvimento de plantas e animais, indústria, abastecimento de cidades e, principalmente da agricultura, atividade que mais demanda de água potável. É necessário que haja uma boa gestão desse recurso, para que o mesmo seja distribuído em termos quantitativos e qualitativos à população [2].

Para que a água seja considerada potável, deve-se atender ao padrão de potabilidade estabelecido pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 03 de setembro de 2017 [3] que são um conjunto de características (padrão organoléptico) e valores permitidos usados como parâmetro da qualidade da água para consumo humano e, que não ofereça riscos à saúde, ou seja, isenta de contaminantes que possam comprometer a saúde do consumidor com qualquer doença de veiculação hídrica [4]. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 85% das doenças conhecidas no Brasil são veiculadas pela água, este cenário retrata as consequências da urbanização devido às condições precárias de saneamento e à qualidade da água imprópria para o consumo [5].

A contaminação da água das fontes de abastecimentos ocorre principalmente por meio de descarte inadequado de rejeitos industriais, e aterros sanitários [6]. Um grande quantitativo do lixo produzido pela população da Região Metropolitana de Belém (RMB) é despejado em um aterro próximo ao rio Aurá que é afluente do rio Guamá, sendo este rio utilizado como ponto de captação de água da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) [7].

Uma das constantes preocupações do homem em relação à qualidade da água para o consumo, diz respeito à saúde, pelo fato da água ser veículo de transmissão de patógenos, causando prejuízos à população [8], principalmente às que vivem em locais onde o saneamento básico é precário. Isso se dá em função do crescimento dos conglomerados urbanos, que leva a uma deficiência da coleta de resíduos domésticos.

Algumas das variáveis comumente utilizadas para analisar a qualidade da água para consumo humano são turbidez, cor, odor e sabor. A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz, é a medida da dificuldade que um feixe de luz atravessa uma certa quantidade de água, tornando-a turva. Isso é causado pela presença de partículas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides) bem como de matéria orgânica, inorgânica e microrganismos microscópicos [5]. A cor da água é influenciada pela reflexão da luz em pequenas partículas (coloides) com dimensões inferiores a 1 μm . O sabor e odor são causados tanto pela ação de microrganismos como algas, quanto pelas substâncias químicas presentes na água [9].

Uma forma de melhorar a qualidade da água, no que diz respeito à turbidez e características sensoriais, é a utilização de filtros. O filtro consiste em um sistema em que a água passa por um meio filtrante, em geral calcário e carvão ativado (CA), de modo que partículas em suspensão sejam retidas produzindo um efluente mais limpo [10]. O CA tem a função de reter sabor e odor, causados principalmente pelo cloro residual e compostos orgânicos [11].

A utilização de materiais alternativos para a produção de filtros de água, entra de maneira ambientalmente sustentável e economicamente viável com o uso de materiais que possam ser reutilizados, como é o caso das garrafas de polietileno tereftalato e o uso de resíduos agroindustriais que são abundantemente disponíveis e relativamente baratos e, que apresentem capacidade de retenção de partículas para produção de CA.

Atualmente há diversos estudos utilizando resíduos agroindustriais que constatam que os mesmos possuem características em potencial para a produção de carvão ativado, dentre estes citam-se: caroço de açaí, ouriço de Castanha-do-Pará, casca de cupuaçu [12], entre outros. A Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*) é um produto bastante abundante na região e um dos mais exportados da Amazônia. Segundo Nobre (2017) [13], para cada tonelada de Castanha-do-Pará limpa durante o processo para exportação são geradas aproximadamente 1,4 toneladas de resíduos, incluindo os caroços e ouriços.

Portanto, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a utilização de resíduos da Castanha-do-Pará como matéria-prima para produção de carvão biologicamente ativado juntamente com o filtro de garrafa polietileno tereftalato, como uma alternativa econômica e sustentável na diminuição da variável turbidez e na melhora de análises sensoriais (cor, odor e sabor) da água da COSANPA que abastece os bairros Condor, Coqueiro e Marambaia localizados no município de Belém (capital do estado do Pará, Brasil).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cidade de Belém, localizada na região norte ($01^{\circ}27'21''\text{S}$; $48^{\circ}30'16''\text{O}$) [14]. Foram escolhidos os bairros da Condor, Coqueiro e Marambaia para coleta de dados (Figura 1). O critério utilizado para a escolha dos pontos para coleta foi a distância entre eles e a estação de tratamento de água da COSANPA.

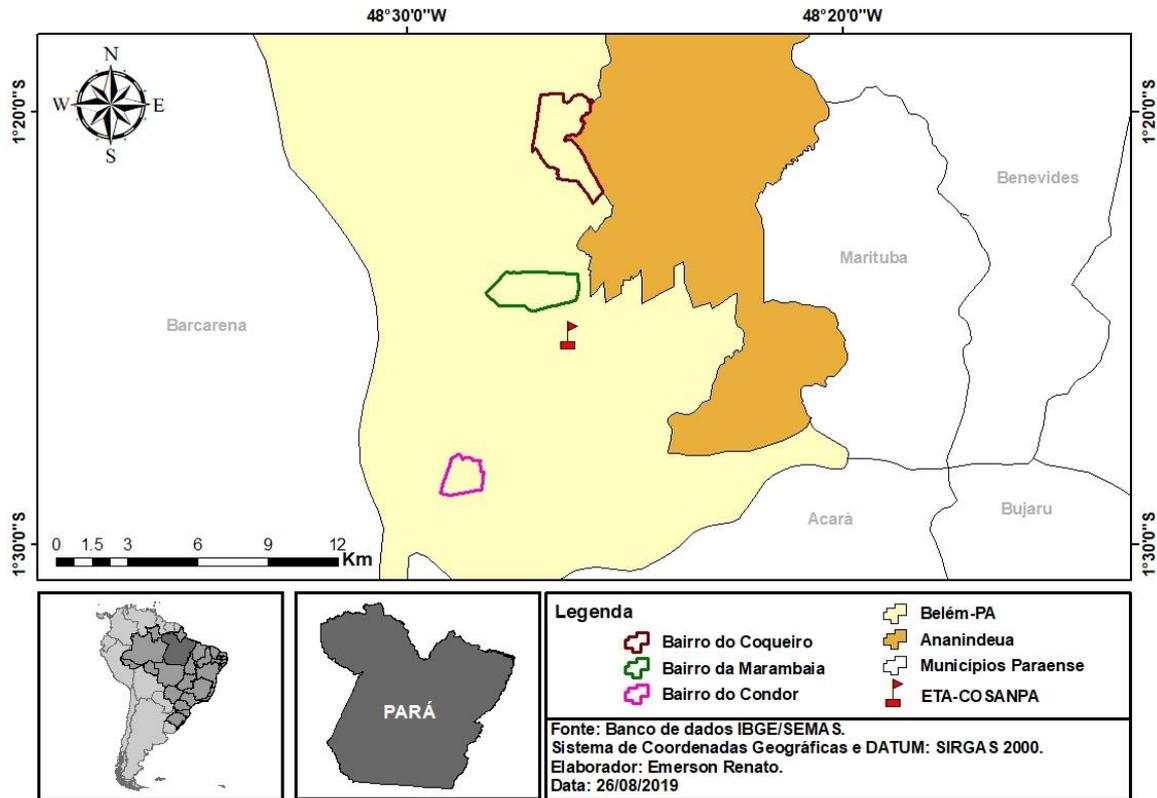


Figura 1: Mapa destacando a região na qual o estudo foi realizado e a localização dos pontos de coleta. Fonte: Os autores.

Foram aplicados 60 formulários à população residente nessas localidades, sendo 20 em cada bairro. Todos os participantes deram ciência através do “Termo de consentimento livre e esclarecido”. Cada formulário continha pergunta a cerca de questões como a qualidade da água com a qual estes bairros são abastecidos, formas de tratamento dessa água, ocorrência de doenças relacionadas à água e sobre os valores e qualidade dos filtros purificadores de água.

Inicialmente foi realizada a preparação do carvão ativado, produzido a partir de caroços de Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*) que foram coletadas no mercado Ver-o-Peso, localizado na cidade de Belém.

A metodologia utilizada para produção de carvão vegetal e ativação química foi baseada nas metodologias propostas por [13, 15] (Figura 2). Onde o caroço foi lavado em água corrente e posteriormente secada (desidratada) em estufa à uma temperatura de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 5 horas. Para ativação dos caroços foi pesado 80 g de hidróxido de sódio (NaOH), e adicionado 1 L de água destilada e misturada ao agente ativador. A ativação física dos caroços foi realizada em capela de exaustão, adicionando as mesmas a solução, onde permaneceu por 24 horas, em seguida voltou para estufa a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 6 horas.

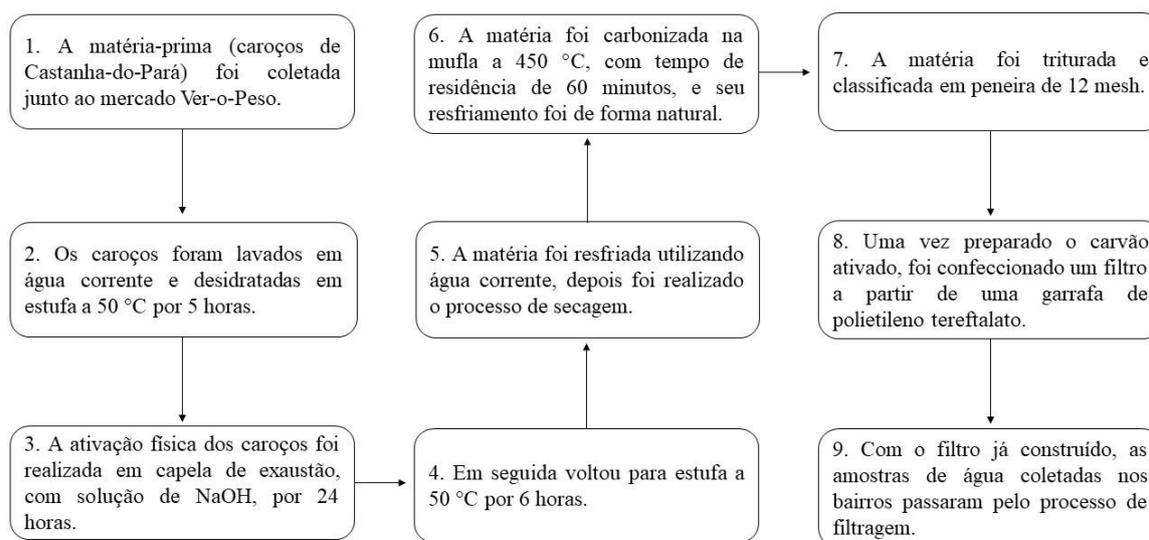


Figura 2: Fluxograma geral da metodologia. Fonte: Os autores.

O resfriamento se deu por meio de água corrente para retirada do excesso de NaOH e novamente foi realizado o processo de secagem [15]. Em seguida, a matéria foi carbonizada em forno tipo mufla a uma temperatura de 450 °C, com tempo de residência de 60 minutos (Figura 3a). O resfriamento ocorreu de forma natural. Após a carbonização o carvão foi triturado e classificado em peneira de 12 mesh, conforme as recomendações da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) para ser considerado carvão ativado granular [13] (Figura 3b).

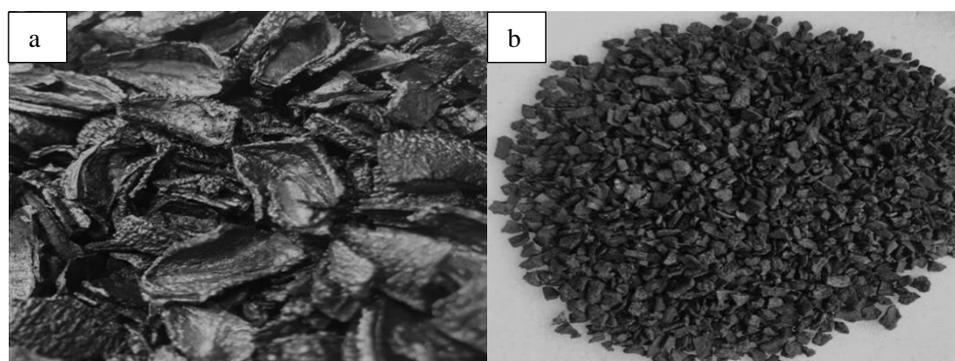


Figura 3: Matéria após processo de carbonização (a), matéria após processo de trituração (b). Fonte: Os autores.

Uma vez preparado o carvão ativado, foi confeccionado um filtro a partir de garrafa polietileno tereftalato. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Físico-química, do Centro de Tecnologia Agropecuária, localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia- Campus Belém.

As coletas de amostras de água de abastecimento foram realizadas nos bairros (Condor, Coqueiro e Marambaia), pois o abastecimento de água tratada é feito pela COSANPA. Foram coletadas 2 amostras de 500 mL em cada bairro com o auxílio de garrafas de polietileno tereftalato descontaminadas com solução HNO_3 1:1, sendo uma amostra antes e uma após a utilização do filtro. As mesmas foram encaminhadas para o Laboratório de Físico-química do Centro de Tecnologia Agropecuária localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia- Campus Belém. Foram realizadas as análises de turbidez por meio de turbidímetro de bancada (modelo DM-TU). O qual emite um feixe de luz através da amostra líquida e a partir disso, as partículas sólidas que estão presentes no líquido refletem, foi realizada também uma avaliação sensorial para a cor aparente.

Ao final das análises foi feita uma comparação entre os resultados das amostras coletadas antes e após a utilização do filtro para avaliar se o uso do filtro de garrafa de polietileno tereftalato é eficiente para reduzir (ou não) a turbidez da água. Analisou-se os dados por meio de estatística descritiva, utilizando a média dos valores da triplicata das análises antes e após a utilização do filtro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização sensorial da água consumida pela população nos bairros da Condor, Coqueiro e Marambaia

Durante a pesquisa de campo, constatou-se que em média 72% da população entrevistada sobrevive com uma renda per capita de até R\$ 499,00 e os demais com renda acima desse valor. Quanto à acessibilidade de filtros comerciais, em média, 25% da população informou que o custo para aquisição de filtros não é acessível, 43% disseram que é um valor acessível e 32% não souberam responder.

O percentual dos entrevistados que responderam que o filtro é de valor acessível, argumentavam da importância do uso de filtros em suas residências, pelo fato de utilizarem a água para consumo. Além disso, foi questionado a respeito da qualidade da água distribuída pela COSANPA, a partir da percepção dos entrevistados, cujo os resultados estão expressos na Figura 4.

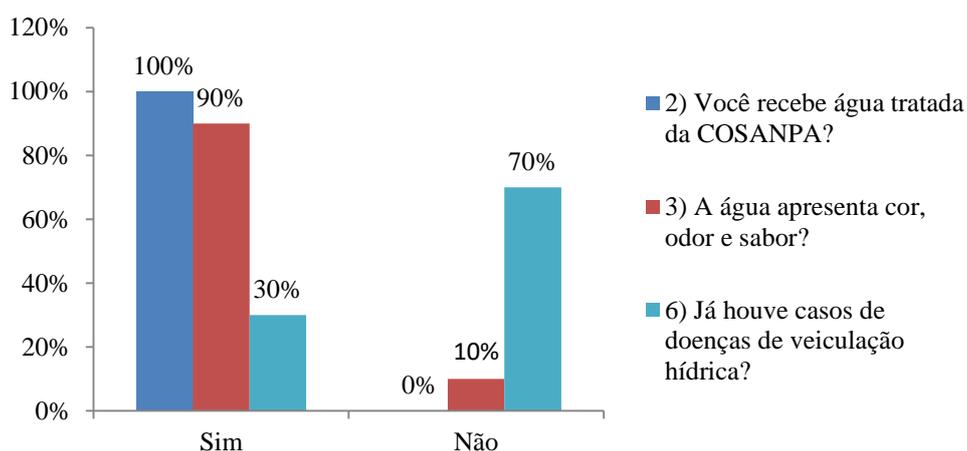


Figura 4: Média dos resultados da população entrevistada nos bairros da Condor, Coqueiro e Marambaia.

Nos bairros do Condor, Coqueiro e Marambaia, 100% da população entrevistada é abastecida pela COSANPA e nenhum deles possuía poço artesiano. Com relação a água, 90% dos entrevistados perceberam a ocorrência de cor e sabor, descrevendo como um gosto de “terra” e uma cor “amarelada”. Um dos entrevistados afirmou que mesmo ao fazer a troca do elemento filtrante, o mesmo se torna amarelado logo em seguida ao processo de filtragem da água.

Em relação às doenças, 30% afirmaram já ter contraído alguma enfermidade por veiculação hídrica, onde as principais citadas pelos entrevistados são, dor de estômago, coceira, enjoo e ameba.

3.2 Avaliação do filtro

O filtro foi construído com 1 garrafa de polietileno tereftalato de 5 L reaproveitada e limpa; 1 garrafa de 250 mL reaproveitada; 1 base de apoio para garrafa de polietileno tereftalato de 5 L (Figura 5); Materiais filtrantes (Figura 6): 500 g de pedra (brita) e 500 g de calcário usados em aquários domésticos em substituição a areia (Figuras 5, 6 e 7); caroços de Castanha-do-Pará, adquiridas sem custo, para a produção do CA. As garrafas reaproveitadas foram lavadas com sabão neutro, enxaguadas com água morna e por último foi adicionado álcool 70 %, esperando-se secar

naturalmente. Foram realizados dois testes antes da filtragem das amostras de água dos bairros e posteriormente três, sendo uma em cada bairro.



Figura 5: Base de apoio para garrafa de polietileno tereftalato. Fonte: Os autores.



Figura 6: Materiais filtrantes. Fonte: Os autores.

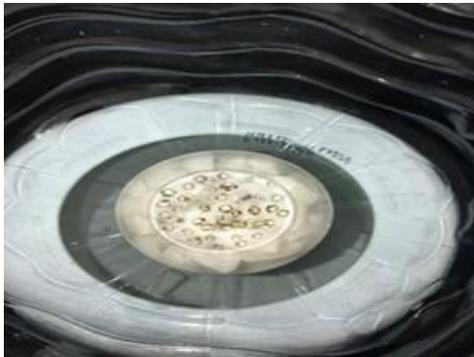


Figura 7: Filtro montado (vista superior). Fonte: Os autores.

Por se mostrar uma ferramenta de fácil confecção e baixo custo, é possível afirmar que este filtro é uma alternativa econômica e sustentável, sendo assim altamente viável para ser usada como um tratamento adicional da água em residências abastecidas pela COSANPA e também por outras fontes.

A Tabela 1, mostra que os valores de turbidez se encontram dentro dos padrões estabelecidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 03 de setembro de 2017, [3] do Ministério da Saúde que deve ser até 5uT (Unidade de Turbidez) para água de consumo humano.

Tabela 1: Valores de turbidez antes e após o processo de filtração.

Bairros	Turbidez	
	Antes da filtração (média)	Pós-filtração (média)
Condor	3,9	1,3
Coqueiro	2,7	0,0
Marambaia	2,8	0,3
Desvio padrão	0,54	0,68

Apesar dos bairros estarem com valores dentro dos padrões estabelecidos, o bairro Condor apresentou valores maiores em relação ao Coqueiro e Marambaia, sendo estes dois, apresentaram valores próximos. É importante salientar que durante as coletas observou-se visualmente que as amostras apresentaram coloração visivelmente “amarelada” que é causada pela concentração de sólidos em suspensão, atribuindo aspecto turvo à água (Figura 8a), mas apesar disso, os valores de turbidez obtidos estão dentro dos valores máximos permitidos, como mencionado anteriormente.

Há diversos fatores que podem contribuir para a turbidez da água. [16], ao analisarem a evolução da turbidez da água do manancial do Utinga em Belém, verificaram um aumento no valor da turbidez nos meses de dezembro a fevereiro, período de maior precipitação pluviométrica na RMB. Fato semelhante a este pode ter acontecido no presente estudo, pois as intensas chuvas provocam o arrasto de maiores quantidades de sedimentos [16] para os lagos Bolonha e Água Preta que abastecem a RMB, e as coletas de água foram realizadas no mês de janeiro, visto que, neste mês o acumulado mensal de precipitação foi superior a 400 mm [14].

Além disso, esses mananciais recebem grandes quantidades de efluentes, pois estão localizados em áreas de enormes contingentes populacionais [17]. Entretanto, não é possível afirmar que essa tenha sido a causa. Porém, é importante realizar, posteriormente, uma análise da água da COSANPA assim que passa pelo tratamento e antes de ser distribuída para a população, pois durante o percurso da saída até a chegada nas residências podem ocorrer fatores que alteram a qualidade da água, como a turbidez.

Após a passagem das amostras de água pelo filtro de garrafa de polietileno tereftalato com CA de Castanha-do-Pará, os valores de turbidez decresceram em todas as amostras dos bairros (Figura 8b), tendo as amostras do bairro do Coqueiro com valor médio de 0,0 uT (Tabela 1). Essas reduções de turbidez nos bairros da Condor, Coqueiro e Marambaia, mostram percentuais de 65, 100 e 88 %, respectivamente.

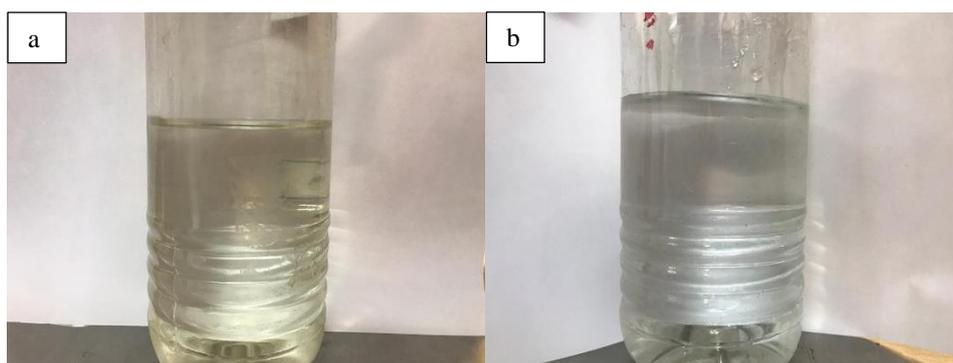


Figura 8: Amostra de água antes da utilização do filtro (a), amostra de água após utilização do filtro (b).
Fonte: Os autores.

As médias obtidas foram inferiores aos valores iniciais encontrados nas amostras pura (Tabela 1), demonstrando que, provavelmente, a produção do CA foi eficiente, ou seja, a carbonização, a ativação química e as condições de processamento foram eficientes para que a função esperada fosse atendida, que é a de possuir capacidade de adsorção física de compostos que causam cor, bem como, gosto, odor e toxicidade à água de consumo.

4. CONCLUSÃO

A partir da aplicação do formulário foi possível conhecer a população dos bairros citados, principalmente em relação à questão econômica, onde quem possui uma boa ou razoável renda mensal, compra filtro ou “garrações” de água. Já outros, consomem a água da torneira, sem nenhum tipo de tratamento adicional.

Os resultados obtidos através da utilização do filtro, pedras, calcário e CA, sendo este último, produzido a partir de caroços de Castanha-do-Pará se mostrou eficiente na diminuição das turbidez e coloração da água. Isso mostra que o uso deste resíduo entra como uma alternativa sustentável, visto que, além de servir como matéria-prima na produção de CA, também evita o acúmulo e descarte indevido.

Portanto, a utilização de caroços de Castanha-do-Pará para produção de CA é uma alternativa eficiente na redução da turbidez, durante o processo de filtração da água. Além de possuir baixo custo de produção, sendo economicamente acessível à população ambientalmente sustentável.

5. AGRADECIMENTOS

Ao professor Gustavo Francesco de Moraes Dias pelo incentivo à pesquisa e formação do pensamento crítico na busca por soluções para os problemas ambientais que enfrentamos. À professora Silvana do Socorro Veloso Sodré pelo carinho, atenção e disposição em ajudar com seus ensinamentos e aparato técnico utilizados na produção do carvão ativado. À nossa amiga, Wânia Mendonça dos Santos, pelo companheirismo e busca por referências que nos deram embasamento técnico para a construção/elaboração da pesquisa. À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Centro de Tecnologia Agropecuária pelo apoio laboratorial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Souza JR et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE- Rev Eletron Prodema. 2014 Abr;8(1):26-45.
2. Santos RAM, Pereira LCC. Qualidade de água para consumo humano no município de Bragança-PA, Amazônia Costeira. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental; 2015 Nov. Porto Alegre: UFRGS, 2015.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 03 de setembro de 2017.
4. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. 3º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2013.
5. Gomes ASP et al. Estudo qualitativo da água no município de Picuí-PB, enfocando os parâmetros cor, turbidez e pH. Rev.Principia. 2012;20:38-46.
6. Moraes WA et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. Cadernos Saúde Coletiva. 2016;24(3):361-367, doi: 10.1590/1414-462X201600030143
7. Gutierrez CBB et al. Análise da qualidade da água no ponto de captação dos mananciais de uma capital amazônica durante o período ativo de um lixão situado no entorno. Rev Caribeña Ci Sociales. 2016 Nov.
8. Souza CMN, Freitas CM. A produção científica sobre saneamento: uma análise na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças. Eng Sanit Ambient. 2010 Jan/Mar;15(1):65-74.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.
10. Oliveira VMF. Melhorias das condições da água utilizando filtro de calcário modificado com biomassa. (Dissertação). Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia; 2014. 89 p.
11. Westphalen APC, Corção G, Benetti AD. Utilização de carvão ativado biológico para o tratamento de água para consumo humano. Eng Sanit Ambient. 2016 jul/set;21(3):425-436, doi: 10.1590/S1413-41522016143108.
12. Cruz Júnior FO. Produção de carvão ativado a partir de produtos residuais de espécies nativas da Região Amazônica. (Dissertação). Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2010. 75 p.
13. Nobre JRC. Resíduos agroindustriais da região amazônica: Potencial na Produção de carvão ativado. (Tese). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras; 2017. 92 p.
14. INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>> Acessado em: 06 de fevereiro de 2019.

15. Pereira EN, Rodrigues Júnior VC. Carvão do caroço de açaí (*Euterpe oleracea*) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento de água para o consumo. Relatório (Projeto de pesquisa apresentado à comissão avaliadora do Prêmio Jovem Cientista 2013. Escola Estadual de Ensino Médio Profª Ernestina Pereira Maia-Clube de Ciência do Moju-CCIM, Moju-PA, 2013.
16. Vasconcelos VMM, Souza CF. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. *Rev Ambient Água*. 2011;6(2):305-324, doi:10.4136/ambiagua.202.
17. Sales RNM. Análise de parâmetros de qualidade da água dos lagos Bolonha e Água Preta - Belém-Pará. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente. 2018 Set; Poços de Caldas: 2018.