

IV-028 - UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CARVÃO ATIVADO DE CAROÇOS DE AÇAÍ COMO MEIO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Mônica Silva de Sousa ⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestranda Em engenharia Civil na área de recursos hídricos e saneamento ambiental pelo programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA).

Luiza Carla Girard Mendes Teixeira ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutora em Ciências pela UFPA. Professora Associada da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFPA e do programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA).

Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves ⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor adjunto da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA/UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Estrada do Outeiro, passagem Mangue, 235 – Campina de Icoaraci - Belém - Pará - CEP:66813-880 - Brasil - Tel: (91) 99917-4505 - e-mail: eng.monicasousa@hotmail.com.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos produzir carvão ativado (CA) a partir de caroços de açaí e avaliar a utilização do CA de caroços de açaí como material filtrante em um sistema experimental de captação e tratamento de água da chuva localizado na Universidade Federal do Pará - Brasil. A qualidade da água da chuva foi avaliada em 2 pontos: na entrada e saída de um filtro com leito filtrante CA. As variáveis determinadas foram: cor aparente, turbidez e pH. Os resultados foram discutidos através da estatística descritiva com base nas médias, medianas, mínimos e máximos de cada parâmetro em cada ponto amostrado. A eficiência de remoção para a variável cor aparente só foi verificada em 29% das amostras, sendo a média de remoção obtida de 53%, com média no efluente final de 17,9 UC, superior ao VMP de 15 UC indicado em literatura de referência. A eficiência para a variável turbidez foi verificada em 26% das amostras, com média de 23% de remoção, com média de 1,8 UT no efluente final, valor superior ao limite de 0,5 UT para filtração lenta e para filtração rápida 1 UT estabelecido em literatura de referência. A variável pH variou em média de 5,8 a 6,4 para o ponto de entrada e 6,2 a 6,8 para o ponto de saída.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão ativado, caracterização, Água da chuva, qualidade.

1. INTRODUÇÃO

O carvão ativado (CA) é um material poroso de origem natural e importante devido as suas propriedades adsorbtivas, capazes de reterem substâncias contaminantes provenientes do processo de purificação de água. Este tipo de carvão é considerado o melhor e mais estável adsorvedor de líquidos e gases (MUCCIACITO, 2006).

Conforme Auta e Hameed (2011) a utilização do carvão ativado comercial no tratamento de água é o material mais oneroso utilizado na filtração e, por esse motivo, há uma demanda por carvão ativado a partir de produtos alternativos tais como: resíduos da casca do coco, ouriço da castanha do Pará, a casca do cupuaçu e o caroço de açaí, dentre outros. Alguns trabalhos foram realizados utilizando produtos alternativos para a obtenção de carvão ativado, obtendo resultados satisfatórios (CLAUDINO, 2003; COSTA, 2014; CRUZ JR, 2010; DIBERNARDO & DANTAS, 2005).

Grande parte desses resíduos alternativos são caracterizados como resíduos sólidos. Muitas atividades econômicas originam um grande volume de resíduos de diferentes origens (MACEDO et.al., 2006;

HAMEED,2008 apud CRUZ Junior, 2010), os quais ocasionam grande alteração na natureza, necessitando, portanto, de tratamento e destinação final adequados. Dentre esses resíduos destaca-se o caroço de açaí, proveniente do despulpamento do fruto para a obtenção da polpa do açaí.

A disposição inadequada dos caroços de açaí tem como consequência seu acúmulo nas calçadas de Belém. Uma das alternativas é o uso desse resíduo como carvão ativado – material filtrante para o tratamento de água. Caso o produto se torne viável ele pode ser utilizado em grande ou pequena escala. Uma das opções é utilizar em escala individual para filtração de água de chuva, que constitui uma fonte alternativa de abastecimento de água.

Muitas regiões que não possuem água proveniente de uma concessionária de abastecimento, optam por utilizar água de outras fontes, tais como a água do próprio rio. As populações ribeirinhas são as que mais utilizam esse tipo de fonte sem tratamento prévio para o consumo, estando mais propensas a doenças de veiculação hídrica. Outro tipo de fonte de água que é utilizado para o consumo é a água de chuva. A região amazônica, principalmente o estado do Pará, possui altos índices pluviométricos; a cidade de Belém possui índices médios em torno de 2.800 mm/ano (INMET,2011), o que mostra grande potencial para o aproveitamento dessa água.

A água da chuva pode ser aproveitada para fins não potáveis e potáveis, desde que seja realizado o tratamento desta água. O processo completo de captação e tratamento de água da chuva ocorre nas calhas dos telhados, seguida de autolimpezas (estas são responsáveis pelo acúmulo e posterior descarte dos primeiros milímetros de água captados). Após passar pelas autolimpezas a água da chuva é encaminhada para o reservatório responsável pelo armazenamento dessa água. Por fim, é realizada a filtração da água da chuva, seguida de desinfecção. A filtração consiste em eliminar as impurezas contidas na água através de um meio filtrante, o filtro pode ser composto de camada suporte de seixo, meio filtrante de areia ou areia e carvão ativado ou só carvão ativado.

A utilização do caroço de açaí como carvão ativado para compor o meio filtrante no tratamento de água da chuva, pode ser um material alternativo a ser utilizado. O caroço de açaí pode ser facilmente encontrado nas ruas de Belém, pois, são muitos os pontos de vendas do suco muito apreciado pelos paraenses. Como há grande produção há também grande geração de resíduos, pois os caroços provenientes do despulpamento dos frutos são descartados em locais inapropriados.

Sendo assim, a utilização do carvão ativado de caroço de açaí no tratamento de água da chuva pode ser uma alternativa ambiental adequada a ser dada a esse resíduo e também uma alternativa economicamente correta, ao utilizar um meio filtrante alternativo.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivos utilizar o caroço de açaí como carvão ativado alternativo como leito filtrante no tratamento de água da chuva. E avaliar um filtro com meio filtrante de CA para o tratamento de água da chuva, através de análises físico-químicas de qualidade da água.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na cidade universitária Jose da Silveira Neto UFPA, campus profissional, município de Belém/Pará. Ao lado do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) está instalado o sistema experimental de aproveitamento e tratamento de água da chuva, que pode ser observado na Figura 01 (Projeto de Aproveitamento de Água da Chuva em Áreas Rurais do Pará- APAC). Este sistema é composto por telhado, calha, autolimpeza de 75mm, reservatório com capacidade de 500mL e filtro.

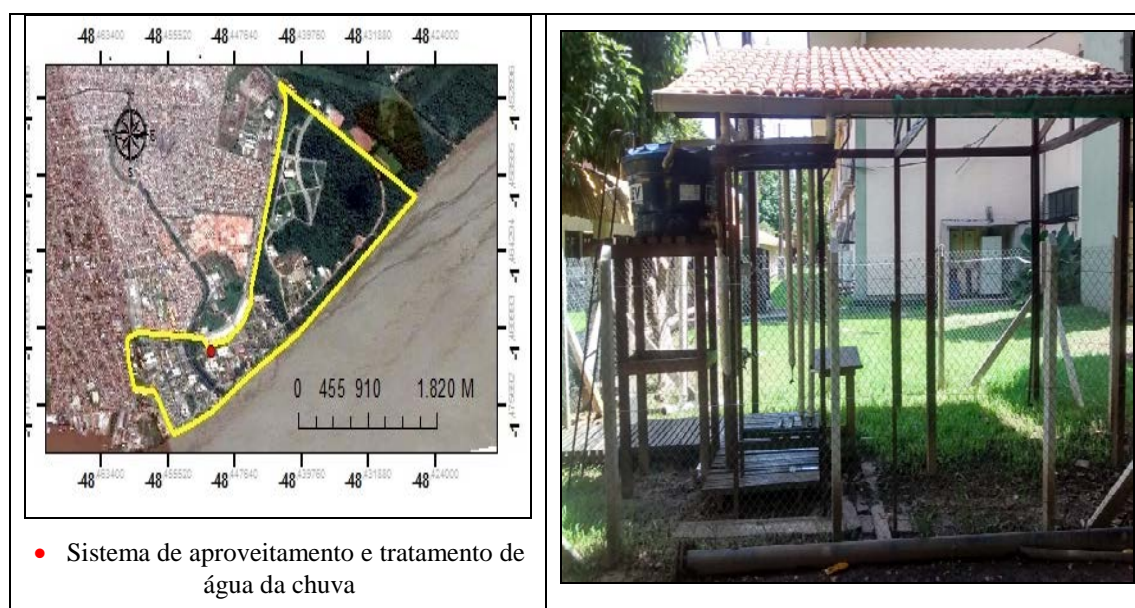


Figura 1- Mapa de localização e foto da área de estudo.

2.2 PRODUÇÃO DO CARVÃO ATIVADO

A metodologia utilizada para a produção dos carvões ativados de caroços de açaí foi adaptada do método de Pereira (2013). E os caroços de açaí em natura foram coletados em pontos de venda da polpa do fruto localizados nos bairros de Icoaraci e Marambaia, durante o período de novembro de 2014 a março de 2015.

Para obtenção do CA, primeiramente os caroços de açaí foram lavados em água corrente no laboratório (LAMAG/UFPA), para retirar resíduos provenientes do beneficiamento do fruto. Em seguida, com o auxílio de uma pinça, foi retirado o excesso das fibras dos caroços. Feito isto, 100g do material foi pesada em capsula de porcelana o qual permaneceu em estufa a 100°C por 3 horas.

A solução de hidróxido de sódio foi preparada com 4g de NaOH e 50ml de água destilada. Após a etapa de secagem em estufa os caroços foram impregnados com esta solução por um tempo de contato de 24 horas, depois dessa cápsula de porcelana contendo os caroços impregnados com o agente ativador foi novamente para estufa por um período de 3h. depois desse período, o material foi colocado na mufla a 400°C por 3h. Esse procedimento foi repetido várias vezes utilizando cápsulas de porcelana, além da utilização de uma panela de barro que acomodava 800g de caroços que ajudou a otimizar o processo de produção de CA, obtendo a quantidade desejada de 3,5 litros de CA de caroço de açaí.

O filtro foi montado pelos seguintes materiais: camada suporte de 10cm de altura e meio filtrante de CA de 40cm de altura. A camada suporte foi dividida em três partes. Os primeiros 3,5cm de altura foram preenchidos com seixo de granulometria de 19 a 25mm, depois mais 3,5cm (de 3,5cm a 7cm de altura) de altura do filtro foi completada com grãos de seixo de 12,5 a 19mm de granulometria, os outros 3cm restantes da camada suporte foi preenchido com torpedo com granulometria variando em diâmetros de 2,4 a 6,3mm de granulometria. Quanto a camada filtrante de CA de caroços de açaí, para sua composição foram necessários 3,14L de CA para completar os 40cm de altura no filtro.

Para o monitoramento do filtro foram utilizados dois pontos de referência do sistema de captação de água da chuva: a) Entrada (reservatório-antes da filtração) e b) Saída (pós-filtro). Em cada ponto foram realizadas análises físico-químicas, a análise das variáveis obedeceu aos procedimentos e as recomendações descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 1998), e foram realizadas no LAMAG do Grupo de Pesquisas em Gerenciamento de Águas e Reuso de Efluentes (GESA).

O monitoramento do sistema foi iniciado no dia 26/03/2015 e encerrou-se no dia 01/06/2015. As coletas das amostras foram realizadas em frascos transparentes de vidro de 250mL. Para a avaliação da qualidade da água do sistema, o filtro foi operado durante 68 dias, filtrando aproximadamente 645 L de água; que possui taxa de

filtração de 23,5 m³/m².d. Nesse monitoramento, foram realizadas 42 determinações de análises físico – químicas para cada variável estudada. Os resultados das variáveis analisadas nas amostras de água de chuva do sistema, tanto na entrada quanto na saída foram avaliados através da estatística descritiva tendo como base de discussão dos valores médios (a partir do cálculo do intervalo de confiança de 95% para a média), mediana, máximo e mínimo. Sendo construídos gráficos box-plot e gráficos de dispersão.

3. RESULTADOS

Os resultados das variáveis cor aparente, turbidez e pH, estão organizados em figuras e tabelas. Os setes primeiros dados foram desconsiderados, pois o meio filtrante ainda não estava estabilizado, eliminando resíduos provenientes da ativação influenciando diretamente nas características físico-químicas.

3.1 COR APARENTE

Os resultados de cor aparente na entrada e saída do filtro estão expostos na Figura 2 e na Tabela 1, como pode ser observado os resultados variaram significativamente entre ambos pontos de coleta. A média encontrada no ponto de entrada está compreendida entre 8,7uC a 10,5uC, enquanto na saída do filtro esse intervalo está entre 13,6 a 22,2uC. Comparando esses valores médios com a Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011), a cor aparente da água da chuva antes de passar pelo filtro atende o limite de 15uC, no entanto, nem todos os valores médios da saída do filtro atendem esse limite. No ponto de entrada 50% dos valores encontram-se abaixo de 10uC e na saída 50% dos valores estão abaixo de 13uC, 25% dos dados de entrada encontram-se abaixo de 8,0uC e na saída 25% dos valores encontram-se abaixo de 9,5uC, os valores mínimos de entrada e saída foram 1uC e máximo de 14 e 71uC, para entrada e saída, respectivamente. Sendo assim, 25% dos valores tanto de entrada como de saída do filtro estão abaixo do limite de 15uC estabelecido pela Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011).

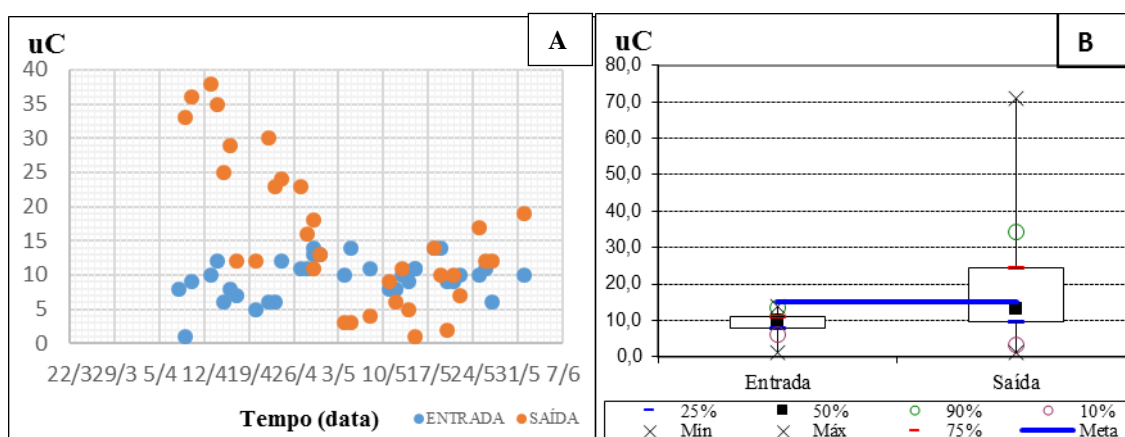


Figura 2 - Cor Aparente nos pontos de entrada e saída do filtro (A- gráfico de dispersão, B- Box-plot).

Tabela 1-Eficiência do filtro na variável cor aparente.

Amostra	Entrada	Saída	Eficiência (%) {(entrada – saída) /entrada x100}
23	14	11	21,4
25	10	3	70
26	14	3	78,6
27	11	4	63,6
29	8	6	25
31	9	5	44,4
33	11	1	90,9
35	14	10	28,6
36	9	2	77,8
38	10	7	30
Média			53

Ao se analisar a eficiência do filtro, percebe-se que o mesmo não foi eficiente de um modo geral para a variável cor aparente, apenas nas amostras presentes na Tabela 8, o filtro de CA apresentou eficiência na remoção de cor em 29% das amostras, com média de 53% de remoção.

3.2 TURBIDEZ

Os resultados de turbidez na saída do filtro para os valores médios ficaram acima do limite estabelecido pela Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011) de até 0,5 UT para filtração rápida e de 1,0 UT para filtração lenta, os valores de entrada foram de 1,2 a 1,6uT e na saída foram de 1,53 a 2,1uT. Ao analisar a mediana 50% dos valores de entrada estão abaixo de 1,2uT, no ponto de saída 50% dos valores encontram-se abaixo de 1,6uT. Os valores mínimos de entrada e saída foram, respectivamente, de 0,1uT e 0,7uT, e os valores máximos de 3,1uT e 4,4uT, respectivamente, constatou-se que 100% das amostras analisadas no ponto de entrada do filtro estão de acordo com o limite de 5uT da Portaria MS 2914/2011 (BRASIL, 2011), no entanto as amostras no ponto de saída do filtro estão acima do limite estabelecido para filtração lenta. Esses resultados estão expostos na Figura 3.

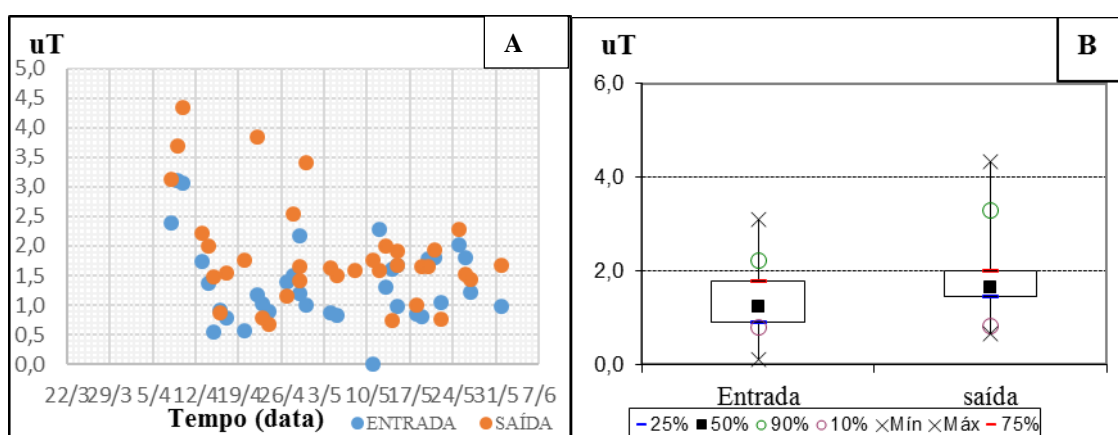


Figura 3- Turbidez da água nos pontos de entrada e saída (A-gráfico de dispersão, B- gráfico Box-plot)

Tabela 2: Eficiência do filtro na variável Turbidez.

Amostra	Entrada	Saída	Eficiência (%) {(entrada – saída) /entrada} x100}
14	0,91	0,86	5,5
18	1,02	0,78	23,5
19	0,9	0,67	25,6
20	1,4	1,16	17,1
23	2,17	1,42	34,6
27	1,79	1,59	11,2
29	2,28	1,58	30,7
31	1,61	0,75	53,4
36	1,79	1,64	8,4
38	1,05	0,76	27,6
40	1,8	1,53	15,0
Média			23

Nas amostras evidenciadas na Tabela 2 pode ser observada a eficiência de remoção do filtro para a variável turbidez em 11 mostras, com média de remoção de 23 %, isso equivale um percentual de 26,2% do total analisado.

3.3 pH

Os resultados de pH para os pontos de entrada e saída do filtro podem ser observados na Figura 4. Os valores médios de pH no ponto de entrada variam de 5,8 a 6,4 e de saída variam de 6,2 a 6,8, nem todos os valores médios de entrada estão de acordo com a faixa de pH estabelecido pela Portaria MS 2914/2011 (BRASIL,2011) de 6,0 a 9,5, já os valores médios de saída encontram-se na faixa estabelecida por esta portaria. Com relação a mediana, 50% dos valores de entrada estão abaixo 6,4, e para o ponto de saída, 50% dos dados estão abaixo de 6,6, estes valores de mediana não variaram muito entre si, assim, como os mínimos, e máximos de cada ponto. Os mínimos, tanto de entrada como de saída do filtro, não atendem a referida portaria, já os valores máximos dos dois pontos ultrapassam ligeiramente a faixa estabelecida.

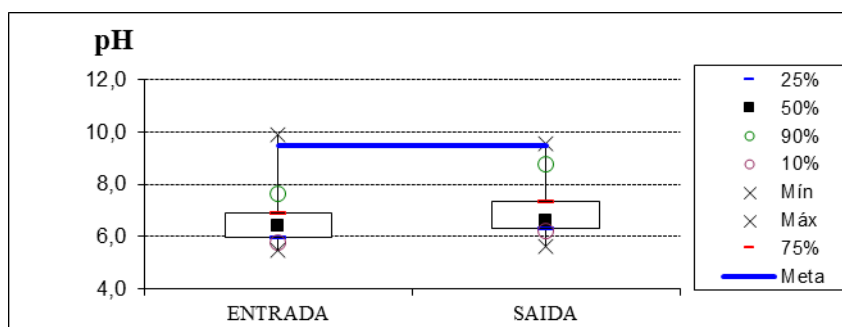


Figura 4- Box Plot da variável pH nos pontos de entrada e saída do filtro.

4. CONCLUSÕES

Quanto a utilização do CA como material filtrante para o tratamento de água da chuva, em algumas amostras o filtro de CA foi eficiente, tais como para a remoção de cor aparente em 29% das amostras com média de 53% remoção, turbidez apresentou eficiência em 23% das amostras com média de remoção de 23% e o pH variou em média de 5,8 a 6,4 para o ponto de entrada e 6,2 a 6,8 para o ponto de saída, no entanto, essa eficiência não foi constante para todas as amostras.

Recomenda-se a utilização do meio filtrante de CA de caroços de açaí para o tratamento de água superficial e pós-tratamento de efluente, para assim verificar e avaliar a eficiência do CA nestes experimentos; realizar novos testes de ativação do carvão com outros produtos químicos; experimentar triturar em moinhos de faca o caroço de açaí antes da ativação química e térmica; experimentar outras temperaturas de pirólise e tempos variados e depois proceder os testes no filtro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, Ministério da Saúde – MS. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.
2. COSTA, Leticia dos Santos. **Utilização do caroço de açaí como leito filtrante no tratamento de água de abastecimento e Residuaria.** 2014, 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pará, Pará.
3. CRUZ JUNIOR, Orlando Ferreira. **Produção de Carvão ativado a partir de produtos residuais de espécies nativas de região Amazônica.** 2010, 75f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Materiais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, Paraná.
4. DI BERNADO, L., DANTAS, A.B. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2. Ed. v. 2, p. 1160. São Carlos: RiMa, 2005.
5. EMBRAPA. Tecnologias para inovação nas cadeias euterpe. Brasília, DF, 2012.
6. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: setembro de 2014.
7. MUCCIACITO, João Carlos. Conceitos e aplicações do carvão ativado. **Revista Meio Filtrante**, São Paulo, nº 22, Set/out.2006. Disponível em: <<http://www.meiofiltrante.com.br/materias.asp?action=detalhe&id=254>>. Acesso em: outubro de 2014.
8. PEREIRA, E.N.; RODRIGUEZ JUNIOR, V.C. **Carvão do caroço de açaí (*euterpe oleracea*) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento de água para o consumo.** Prêmio Jovem Cientista. 2013, Pará.
9. PEREIRA, Simone. **Materiais naturais como meio filtrante: uma experiência com o açaí em uma comunidade da Amazônia.** Belém, 2012.
10. SCHETTINO JUNIOR, Miguel Ângelo. **Ativação química do carvão de casca de arroz utilizando NaOH.** 2004, 79f. Dissertação (Mestrado em Física). Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.