



Obtenção de Flocculante Vegetal Catiônico a partir de Taninos Extraídos dos Resíduos Sólidos da Produção de Açaí no Estado do Pará

Márcio de Freitas Velasco¹, Davi do Socorro Barros Brasil²

¹ PPGM/ICEN/UFPA / UFPA (eqmfvelasco@gmail.com)

² PPGM/ICEN/UFPA / UFPA (davibb@ufpa.br)

Resumo

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é o protagonista da atividade extrativista mais tradicional e importante da Amazônia. O resíduo sólido da produção de polpa e vinho é o caroço, possuindo em sua constituição de 5,3% de taninos, matéria-prima da produção de flocculantes vegetais catiônicos, utilizados como substitutos dos sais de alumínio e ferro no tratamento de água. Já existem no mercado nacional empresas que produzem e comercializam coagulantes obtidos a partir de taninos extraídos da acácia-negra, principal fonte comercial de taninos vegetais. O presente trabalho visou extrair e dosar os taninos presentes nos caroços de açaí. O extrato aquoso obtido foi utilizado na obtenção de um flocculante vegetal catiônico através da Reação de Mannich, formando o tanato quaternário de amônio, aplicado como flocculante em operações de tratamento de água. Através de ensaios de coagulação, realizados em equipamento “Jar Test”, determinou-se a eficiência do flocculante na redução da turbidez e cor aparente nas amostras de água após a sua aplicação.

Palavras-chave: taninos; açaí; flocculante; resíduo; catiônico; turbidez.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

Obtaining of Cationic Plant Flocculant from Tannins Extracted from the Solid Residues of Açaí Production in the State of Pará

Abstract

*The açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Is the protagonist of the most traditional and important extractive activity of the Amazon. The solid residue of the production of pulp and wine is the stone, having in its constitution of 5.3% of tannins, raw material of the production of cationic vegetal flocculants, used as substitutes of the salts of aluminum and iron in the treatment of water. There are already in the national market companies that produce and commercialize coagulants obtained from tannins extracted from black wattle, the main commercial source of vegetable tannins. The present work aimed at extracting and dosing the tannins present in the açaí kernels. The aqueous extract obtained was used to obtain a cationic plant flocculant through the Mannich Reaction, forming the quaternary ammonium tannate, applied as a flocculant in water treatment operations. The efficiency of the flocculant in reducing the turbidity and apparent color in the water samples after its application was determined through coagulation tests carried out on Jar Test equipment.*

Key words: tannins; açaí; flocculant; residue; cationic; turbidity.

Theme Area: Solid Waste



1 Introdução

A ausência de saneamento básico contribui anualmente para a morte de milhões de pessoas, principalmente crianças e idosos, sendo comuns surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural, em virtude do consumo de água sem tratamento, situação invisível aos olhos da grande maioria da população nos grandes centros, por ocorrerem em locais completamente isolados geograficamente (DA SILVA, 2015).

O sulfato de alumínio destaca-se como o coagulante químico mais utilizado no Brasil, pela boa eficiência e pelo baixo custo. Porém, como o alumínio não é biodegradável, elevadas concentrações desse composto podem ocasionar problemas à saúde humana, inclusive o aceleração do processo degenerativo do Mal de Alzheimer (EXLEY, 2013).

Compostos orgânicos ou naturais como a quitosana, moringa olifeira Lam e taninos têm sido utilizados em substituição aos inorgânicos por serem considerados uma opção ecologicamente correta em tratamento de água, efluentes, águas residuais e até mesmo como bioadsorventes na remoção de íons metálicos. Estes compostos são abundantes, biodegradáveis, não tóxicos, com baixo índice de formação de lodo e custo relativamente baixo, características competitivas aos coagulantes inorgânicos (MARTINS et al, 2014).

O açaizeiro é uma palmeira tropical de origem amazônica, em ecossistemas de várzea, cujo fruto constitui grande relevância socioambiental e econômica para a região, tendo sua produção e comercialização concentradas em uma área não muito grande (SANTOS, 2010).

Os caroços de açaí equivalem a 83% do fruto. São parcialmente reaproveitados, servindo como matéria-prima na elaboração de produtos com aplicação na agricultura, medicina, movelaria, artesanato, geração de bioenergia e tratamento de água. Possuem em sua composição cerca de 5,30% de taninos, facilmente extraídos em água e etanol, podendo o extrato obtido ser utilizado como fonte de taninos para as mais diversas aplicações (ARAÚJO, 2007).

Já existem no mercado coagulantes industrializados a base de taninos, como os provenientes da TANAC S.A. A possibilidade de aproveitar resíduos sólidos na produção de produtos similares, mantendo a eficiência característica, perfaz os padrões de sustentabilidade ambiental e os princípios da química verde (MANGRICH et al, 2013).

Baseado no exposto, o presente projeto de pesquisa terá considerável alcance nas áreas social e da saúde pública, colaborando para ampliação da cobertura de abastecimento de água potável e o atendimento das comunidades ribeirinhas e afins. O Estado do Pará apresenta um vasto território, cortado por vários rios de considerável vazão (VELASCO, 2016).

A presente pesquisa visou o aproveitamento do resíduo sólido da comercialização do açaí, através da elaboração de um floculante catiônico à base de taninos extraídos do caroço, utilizando para obtenção do produto a reação de Mannich, mecanismo adotado na produção de coagulantes vegetais catiônicos em escala industrial na atualidade.

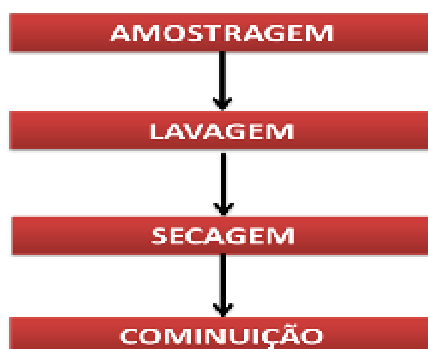
2 Metodologia

A amostra de sementes de açaí utilizada na presente pesquisa foi coletada em um ponto de venda localizado na cidade de Belém, no estado do Pará. Nesse ponto de venda são comercializados até 12 latas/dia, o que equivale a cerca de 360 litros/dia (HOMMA, 2006).

A preparação da amostra seguiu as etapas do fluxograma descrito na Figura 1:



Figura 1 – Fluxograma de preparação da amostra

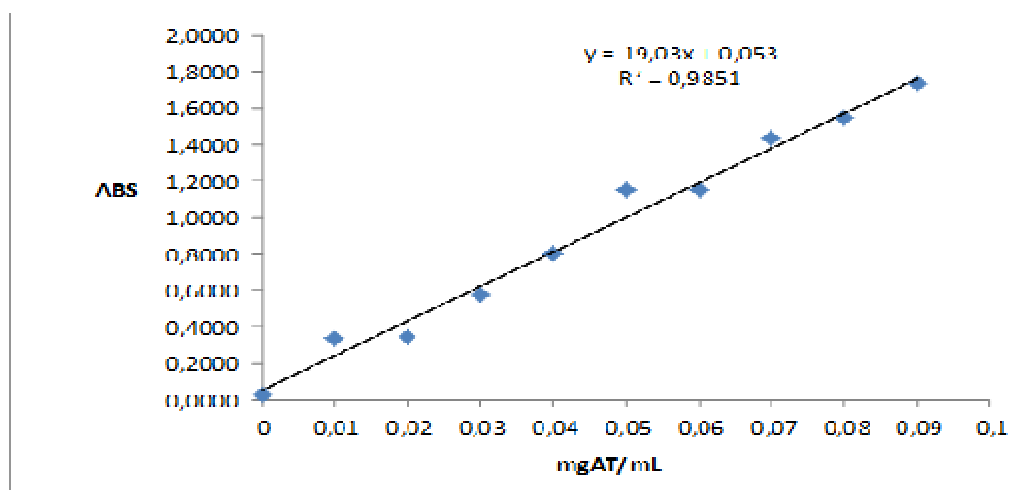


Fonte: Próprio autor.

O extrato aquoso de taninos foi obtido a partir da 300g de caroços de açaí secos e triturados e 1.200mL de água destilada, sendo a mistura levada à ebulição com refluxo por 4 horas. Após esse período, o extrato foi filtrado e armazenado em frasco âmbar e mantido sob refrigeração para, posteriormente, serem quantificados os taninos.

Os taninos presentes no extrato aquoso foram quantificados através do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Inicialmente foi construída a curva padrão a partir de soluções aquosas de ácido tânico com concentrações 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; e 0,09 mg/mL. Aliquotas de 0,5 mL de cada solução padrão reagiram com 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu 2N e 1,0mL de água destilada. Após 5 minutos, acrescentou-se 0,5mL de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 10%, permanecendo em incubação à temperatura ambiente por 1 hora. Mediu-se a absorbância em espectrofotômetro UV-Visível a um comprimento de onda de 760 nm, usando água destilada como branco. O mesmo procedimento foi realizado para o extrato aquoso diluído a uma proporção de 1:100.000. A curva padrão é demonstrada na Figura 2:

Figura 2 – Curva padrão de ácido tânico

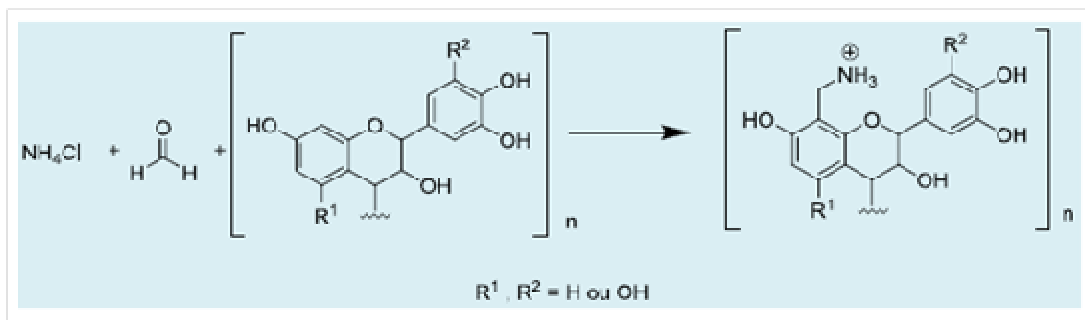


Fonte: Próprio autor.

O coagulante vegetal a base de taninos foi obtido por meio da reação de Mannich, sob condições de catálise ácida, dividida em duas etapas, sendo a primeira a reação de formaldeído com cloreto de amônio na presença de ácido clorídrico, obtendo o cloreto de imínio. A etapa subsequente foi a adição do extrato de taninos, dando origem ao tanato quaternário de amônio, conforme demonstrado na Figura 3:



Figura 3 – Reação de obtenção do tanato quaternário de amônio via reação de Mannich.



Fonte: MANGRICH et al (2013)

Foram coletadas 30 amostras de água bruta em rios localizados na Ilha das Onças, no município de Barcarena, no Estado do Pará. Essas amostras foram submetidas ao ensaio de coagulação em equipamento de Teste de Jarros (Jar-Test), onde bécheres de vidro de 1 litro receberam 800 mL de água bruta. Na primeira etapa, constituída pela adição de 0,5 mL de coagulante, foi utilizada uma agitação de 100 RPM por 2 minutos. Numa segunda etapa, usou-se uma agitação de 35 RPM por 30 minutos. Em seguida, deixou-se em decantação por 15 minutos. Foram avaliados os parâmetros turbidez e cor aparente da água bruta e da água clarificada. Foi calculada a eficiência na remoção de turbidez e cor aparente para cada amostra analisada, além da comparação com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, através da equação:

$$\eta = [(Si - Sf) / Si] \times 100 \quad (1)$$

Onde:

η = Eficiência

(S)i é o parâmetro do efluente bruto;

(S)f é o parâmetro no líquido clarificado para cada ensaio.

A eficiência média por parâmetro foi calculada através da razão entre a soma dos resultados obtidos por amostra e o número total de amostras.

3 Resultados e Discussão

Levando-se em conta que uma lata corresponde a aproximadamente 14,2 kg, uma vez que o caroço equivale a 83% do fruto, somente nesse ponto de venda são produzidos diariamente cerca de 140 kg de resíduos sólidos provenientes do processamento do açaí.

A equação de regressão linear obtida através das análises dos dados obtidos experimentalmente foi: $y = 19,03 \cdot x + 0,053$, onde y representa as absorvâncias lidas no espectrofotômetro a um comprimento de onda de 760 nm e x a concentração expressa em mgAT / mL de amostra, onde AT significa Ácido Tânico. O coeficiente de correlação obtido $R^2 = 0,9851$ demonstrou a boa qualidade da curva padrão, em função da reduzida dispersão apresentada no conjunto de pontos avaliados. Em função do intervalo de concentração estabelecido na curva padrão, o extrato aquoso de taninos foi diluído de tal forma que o resultado pudesse ser expresso pela equação.

Através da absorvância lida para amostra diluída, calculou-se a concentração de taninos, expressos em fenóis totais, presentes no extrato concentrado, conforme demonstrado a seguir:

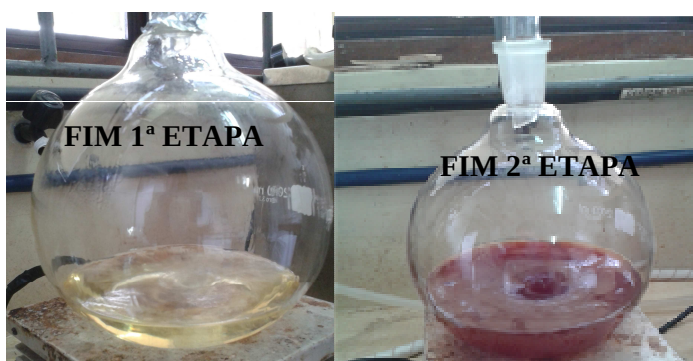


$$y = 19,03 \cdot x + 0,053 \rightarrow x = 0,0030478192 \times 100.000 = 304,782 \text{ mgAT / mL de amostra}$$

Se considerarmos que gAT (gramas de ácido tânico) / 100 mL de amostra equivale ao percentual de taninos na amostra, teremos: $x = 30,47 \text{ gAT / 100 mL de amostra} = 30,47\%$.

A efetivação da reação entre o formaldeído e cloreto de amônio foi verificada pelo surgimento de cor amarelo-claro. Sob a mesma temperatura, foi adicionado o extrato aquoso de taninos à mistura obtida na primeira etapa, ficando sob agitação por 8 horas, dando origem a um produto mais denso e de coloração intensa, conforme demonstrado na Figura 4:

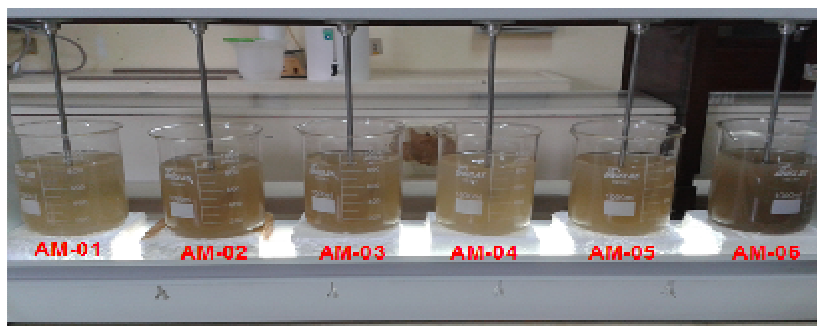
Figura 4 – Característica das etapas reacionais.



Fonte: Próprio autor.

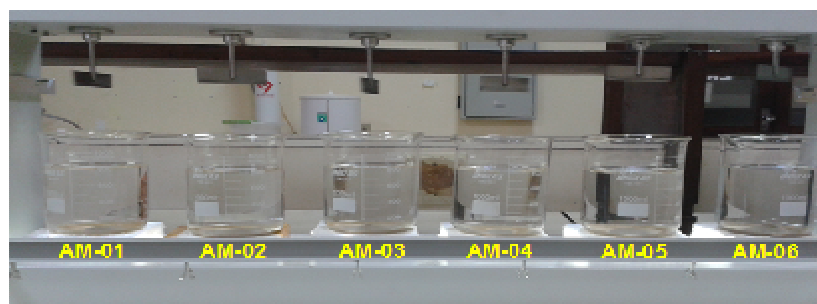
As características das amostras de água bruta antes e depois da aplicação do floculante vegetal catiônico encontram-se demonstradas nas Figuras 5 e 6:

Figura 5 – Amostras antes da aplicação do floculante.



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Amostras após a aplicação do floculante.

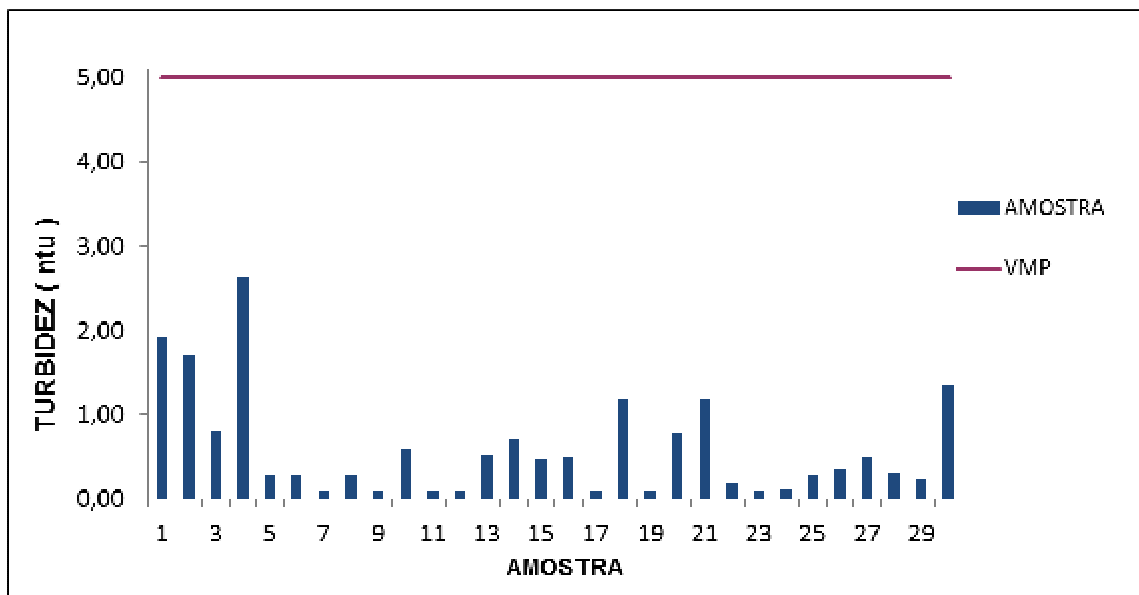


Fonte: Próprio autor.



A Figura 7 mostra o gráfico comparativo da turbidez da água bruta após a aplicação do floculante vegetal catiônico com o padrão de potabilidade, no qual todos os resultados encontram-se abaixo do Valor Máximo Permitido – VMP, para turbidez, 5 NTU:

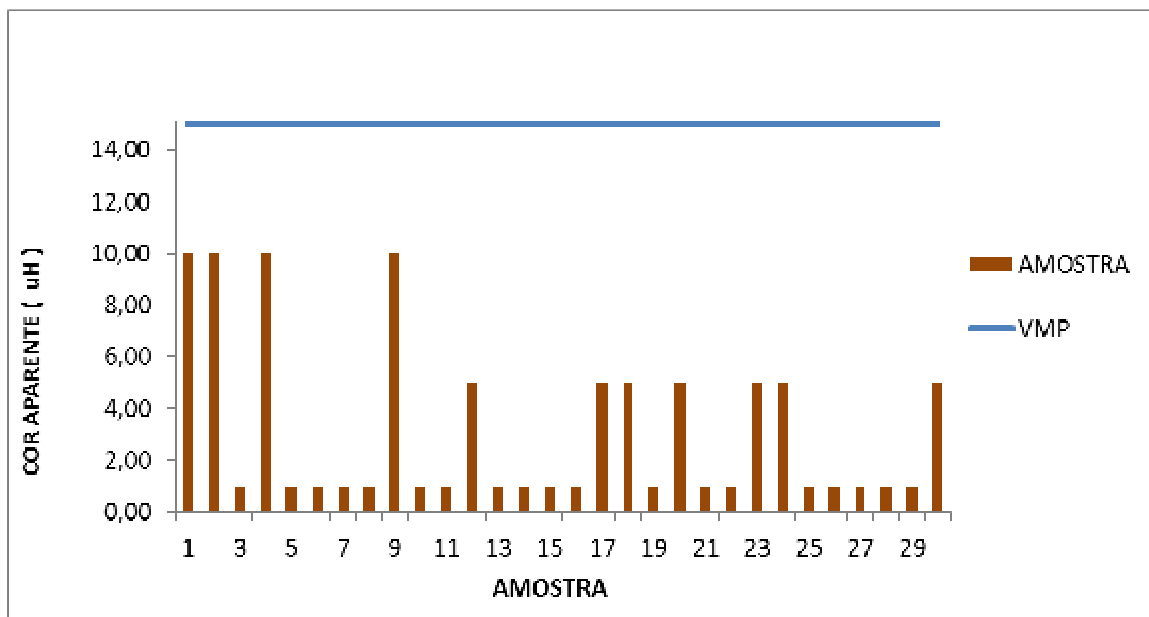
Figura 7 – Gráfico comparativo Turbidez x Padrão de Potabilidade



Fonte: Próprio autor.

A Figura 8 mostra o gráfico comparativo da cor aparente da água bruta após a aplicação do floculante vegetal catiônico com o padrão de potabilidade, no qual todos os resultados encontram-se abaixo do Valor Máximo Permitido – VMP, para cor aparente, 15 uH:

Figura 8 – Gráfico comparativo Cor Aparente x Padrão de Potabilidade



Fonte: Próprio autor.



A Tabela 1 mostra os valores da eficiência média obtida para remoção de turbidez e cor aparente nas amostras analisadas:

Tabela 1 – Eficiência Média por parâmetro

PARÂMETRO	EFICIÊNCIA MÉDIA
TURBIDEZ (ntu)	99,20%
COR APARENTE (uH)	99,28%

Fonte: Próprio autor.

4 Conclusões

O resíduo sólido proveniente do beneficiamento do açaí representa uma fonte alternativa de taninos, uma vez que, mesmo possuindo em sua composição um percentual relativamente inferior às fontes exploradas industrialmente, apresentam como vantagem o fato de não necessitar da derrubada de espécies nativas para a extração dos taninos, estando disponíveis para coleta direta.

O floculante catiônico à base de taninos extraídos dos caroços de açaí apresentou relevante eficiência na remoção de cor aparente e turbidez em amostras de água bruta. Apresentou eficiência média na remoção de cor aparente de 99,28%; e de 99,20% na remoção de turbidez nas amostras analisadas.

Referências

ARAÚJO, Silvana Fernandes. Métodos Analíticos de Extração e Dosagem de tanino a partir de rejeito de açaí Euterpe oleraceae Mart. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura Em Química) - Universidade Federal do Pará.

DA SILVA, Eunice Ferreira; NACHORNIK, Valdomiro Lourenço. Ação Cívico-Social (ACiSo): A experiência de estudantes universitários participantes do Projeto Rondon na Ilha do Marajó, Estado do Pará. Revista ELO–Diálogos em Extensão, v. 4, n. 1, 2015.

EXLEY, Christopher. "Human exposure to aluminium." Environmental Science: Processes & Impacts 15.10 (2013): 1807-1816.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama et al. Açaí: novos desafios e tendências. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2006.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R.; Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de Acacia mearnsii - Rev. Virtual Química, 2014, 6 (1), 2-15. Data de publicação na Web: 17 de julho de 2013.

MARTINS, Alvaro Alves, OLIVEIRA, Rafael Montanhini Soares, GUARDA, Emerson Adriano; POTENCIAL DE USO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS COMO, COAGULANTES, FLOCULANTES E ADSORVENTES NO TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES - X Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 12, 2014, pp. 168-183.



SANTOS, Rodrigo Rafael; APROVEITAMENTO DO CAROÇO DO AÇAÍ COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO – São Carlos UFSCar, 2010.

SEBRAE 2015. Boletim: Produção Nacional de Açaí. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae.

VELASCO, Marcio de Freitas; BRASIL, Davi do Socorro Barros. Efficiency of Micro-Stations of Water Treatment in Agroextractivist Projects in the Municipality of Barcarena, Belém-PA. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, 2016. Edition. 09.Vol: 03.