

ESTUDO DE ADSORÇÃO DE CORANTE EM CARVÃO DA FIBRA DE COCO DA BAÍA, *IN NATURA*.

Elaine da Cunha Silva Paz¹, Marcelo Mendes Pedroza², Argemiro Lima Pedrosa³, Evanúzia Miranda da Silva⁴
Magno Tavares Lima dos Santos⁴, Thaysa Araújo Campos⁵

¹Mestranda do Programa de Pós – Graduação em Tecnologia Ambiental pela ENAERP – IFTO; e-mail: elaine@ifto.edu.br

²Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte- IFTO, e-mail: mendes@ifto.edu.br

³Especialista em Saneamento Ambiental - IFTO, e-mail: pedrosa@ifto.edu.br

⁴Técnica em Saneamento Ambiental-IFTO; e-mail: evamiranda@ifto.edu.br

⁵Estudante do Ensino Médio Integrado em Agronegócio, bolsista do CNPq. e-mail: magnetavares99@gmail.com

⁵Estudante do Ensino Médio Integrado em Agronegócio, bolsista do CNPq. e-mail: thaysacampos.tc@gmail.com

Resumo: A crescente preocupação com o meio ambiente tem intensificado a busca por alternativas de biomassa na produção de carvão estudo de técnicas de remoção de poluentes. O presente trabalho trata de um processo de caracterização da biomassa, resíduos do coco-da-baía bem como a produção de carvão através de pirólise para ser empregado na adsorção de corantes. Para o trabalho foi usado uma amostra coletada no parque Cesamar da cidade de Palmas-TO, local diariamente frequentado por visitantes e adeptos de atividades físicas. Fez-se a caracterização da biomassa onde o teor de cinzas foi de 1,98%, a umidade de 7,6%, material volátil 81,5% e carbono fixo de 8,92%. Com a pirólise, obteve-se o valor de 25,97% o rendimento do carvão. Realizou-se ensaios de adsorção de azul de metileno no carvão de mesh 14 onde o índice de remoção obtido foi de cerca de 90% de corante. O objetivo deste trabalho foi investigar a capacidade de adsorção da fibra de coco da baía espécie anão para a remoção de corantes de efluentes líquidos. Os resultados demonstram que o carvão da fibra de coco da baía apresenta-se como um potencial adsorvente de poluentes coloridos.

Palavras-chave: adsorção, biomassa, coco da baía, resíduos.

1. INTRODUÇÃO

O resíduo resultante tanto do consumo *in natura* como industrial, o mesocarpo e endocarpo, podem ser aproveitados para a produção de diversos materiais. A fibra de mesocarpo, por exemplo, é utilizada para a produção de colchões, sacarias, acolchoados para a indústria automobilística, pincéis, entre outros. Já o endocarpo é utilizado para a produção de carvão ativado (ANDRADE *et al.*,2004).

Para Martins (2010), a cultura do coco se destaca em muitos países não só pelos aspectos econômicos, mas também os sociais e ambientais. A gama de produtos que podem ser exploradas com esta frutífera a torna reconhecida como importante recurso vegetal para humanidade. Conforme FONTES (2010) em uma projeção mundial 80% da área plantada com coqueiro situam-se na Ásia (Índia, Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Tailândia) e o restante distribuído entre África, América Latina, Oceania e Caribe. De acordo com FAO (2011), no contexto mundial o Brasil se destacou em 2008 como quarto maior produtor de coco com uma área de plantio colhida de 287.016ha e 2.759.044 t de produção.

Em conformidade com Siqueira *et al* (2002) a introdução do coqueiro no Brasil e sua adaptação aos solos arenosos da costa brasileira, permitiu o surgimento de uma classe produtora, ocupando um ecossistema com poucas possibilidades de outras explorações comerciais, cuja cadeia produtiva é muito diversificada e de grande significado social. De acordo com o Sebrae (2016), dentre as principais regiões brasileiras produtoras, o Nordeste destaca-se, produzindo cerca de 80% de toda a produção nacional.

É interessante observar que do coqueiro é possível o aproveitamento da espécie como um todo, desde

as folhas para cobertura de casas e abrigos aos resíduos sólidos formados pelo mesocarpo fibroso para a produção de energia. Figueira (1995) ressaltou que o uso dos resíduos do coco não só podem ser bem aproveitados como também contribuem para preservação do meio ambiente, já que estes levam cerca de oito anos para se decompuser na natureza. No Brasil, apenas uma pequena quantidade das cascas de coco são aproveitadas em escala industrial, o que acarreta em um grande desperdício de matéria prima e a formação de lixos urbanos.

A biomassa residual, proveniente do coco, consumido pela população e cujas cascas ricas em fibras formam amontoados em locais inadequados tais como parques e calçadas onde esses produtos são comercializados, ou até mesmo quando depositado em terrenos baldios, ruas onde normalmente são considerados lixos urbano podem acarretar série de problemas inclusive de saúde, já que são passíveis de acumular água de chuva, local propício para o depósito e desenvolvimento de larvas para o mosquito *Aedes aegypti* transmissor de doenças como febre amarela, dengue e *chikungunya*. Para solucionar maiores problemas, uma alternativa é o uso dessa biomassa na produção de carvão ativado o que lhe confere uma agregação de valor e formação de renda para a comunidade o a diminuição de impactos à natureza.

A adsorção é uma técnica que se mostrou bastante eficaz no tratamento de soluções aquosas e trata-se de uma técnica relativamente econômica. Para Claudino (2003), a ativação química envolve a impregnação de agentes desidratantes como ácido fosfórico e o cloreto de zinco visando o aumento da área superficial de materiais carbonizados, como é o caso do carvão. De acordo com Coutinho *et al.* (2000), o carvão ativado é um excelente adsorvente, muito usado para purificar, desintoxicar, desodorizar, filtrar, descolorir, declorificar e remover uma gama de materiais líquidos e gasosos.

Haji *et al.*, (2013) estudaram a ativação do carvão obtido a partir da pirólise de resíduos sólidos urbanos (bamboo, galhos e outras madeiras). O carvão foi ativado com solução de KOH 1,0 M. A ativação foi realizada a 700 e 800 °C e durante 60 e 120 minutos. O processo de ativação do carvão foi realizado em reator de aço inoxidável de 5 cm de diâmetro e 100 cm de comprimento. O carvão ativado foi caracterizado por técnicas instrumentais (FTIR, DRX e MEV). Foram determinadas também outras características nas amostras (rendimento, teor de umidade, teor de cinzas e conteúdo de material volátil e índice de iodo). O rendimento de carvão ativado produzido nos experimentos variou entre 72,0 e 82,7%, sendo observado um aumento do rendimento com o aumento da temperatura. O conteúdo de umidade nas amostras de carvão ativado variou entre 1,1 e 5,4 % e o teor de cinzas oscilou entre 20,3 e 26,6 %. O índice de iodo do carvão ativado variou entre 309,5 e 409,5 mg/g. O poder de adsorção de benzeno nas amostras de carvão ativado variou entre 5,4 e 14,0%. Os pesquisadores observaram que nas condições de temperatura de 800 °C e tempo de ativação de 120 minutos foram obtidas amostras de carvão com melhores características (superfície constituída de uma maior quantidade de poros e com grandes diâmetros).

Mohamed *et al* estudaram a produção de carvão ativado por meio de hidróxido de potássio e tratado quimicamente com amônia, a partir de fibras da casca de coco. Esse carvão tem por finalidade adsorver componentes orgânicos voláteis agressivos ao meio ambiente, como o benzeno e o tolueno. A casca foi lavada com água destilada e foi seca a 105°C durante 48 horas. Foram feitos ensaios para determinação de umidade, conteúdo volátil, carbono fixo e cinzas. Analisou-se também a composição das amostras e constatou-se que a casca do coco possui alta composição de carbono, se tornando um bom precursor para a síntese de carvão ativado. O precursor passa por um processo de carbonização a uma temperatura de pirólise (600°C~700°C), e o produto que restar passa pelo processo de ativação, podendo ser tratado com amônia, para melhorar as propriedades hidrofóbicas. O efeito positivo da ativação com potássio e tratamento com amônia fica evidente a partir da maior eficiência na adsorção de benzeno e tolueno. Foi detectada uma remoção superior do tolueno, pelo fato de ele ser mais volátil e tender a aderir mais à superfície do adsorvente. O aumento da característica hidrofóbica foi em torno de 10%. O resultado experimental melhor se correlacionou com o modelo de isoterma de Langmuir, indicando que o processo de adsorção foi em

grande parte sobre a superfície da monocamada. A sustentabilidade e a renovabilidade do adsorvente foi estabelecido como aproximadamente 50% de eficiência.

O objetivo deste trabalho é investigar a viabilidade do uso do carvão obtido por pirólise da fibra de coco da baía como bioadsorvente de poluentes em solução aquosa e tratamento de efluentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparo da amostra

O material colocado em estudo neste trabalho é o resíduo proveniente do processo de extração da água de coco verde, ou seja, o fruto verde *in natura* sem a água, constituídos, portanto da epiderme, mesocarpo fibroso, endocarpo e albúmen. Os resíduos de coco-da-baía da espécie anão na condição *in natura* foram coletados no parque Cesamar no setor urbano de Palmas no Tocantins.

O fluxograma abaixo apresenta a evolução metodológica dos procedimentos realizados na pesquisa.

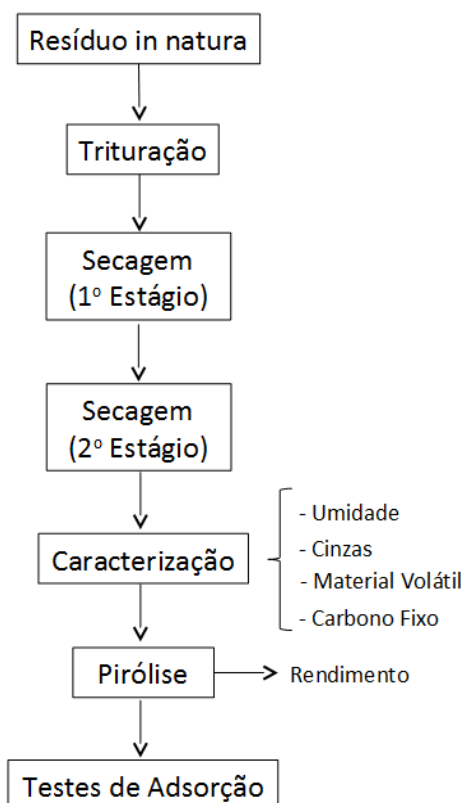


Figura 1: Fluxograma da evolução metodológica da pesquisa

Os frutos verdes inteiros (mesocarpo e albúmen) foram triturados no triturador de coco modelo TRC-40 5V mono TRAPP para a obtenção da fibra. Com a finalidade de acelerar a obtenção da biomassa, a fibra foi seca em uma estufa de marca Thoth, modelo Th-520- 150 a temperatura de 50 ° C por um período de 24horas. Após secagem foi moída e peneirada para verificação da granulometria.



Figura 2: (a) Biomassa do Coco da Baía triturada (b) após moagem

Após procedimento de granulometria, calculou-se a densidade aparente da fibra de coco em pó e realizou-se testes de análises imediatas como de teor de cinzas, rendimento, umidade e material volátil e o teor de carbono fixo da biomassa. As análises foram realizadas segundo Sánchez *et al.*(2009). Para obtenção do carvão a partir da biomassa de coco foi realizado uma pirólise na temperatura de 400 ° C, e em seguida foi lavado com água destilada para eliminação de bio-óleo. O carvão então foi submetido à secagem em uma estufa de marca Thoth e modelo Th-520-150, peneirado em uma peneira de Mesh 14. Os testes de adsorções foram inicialmente realizados a temperatura ambiente a partir de um filtro construído em uma bureta segundo a Figura 3. Para a produção do filtro conforme figura 3 foi usado 2 g de carvão. A percentagem de remoção da cor do azul de metileno foi calculada pela Equação 1 após obtenção da absorbância um espectrofotômetro de marca MODEL NOVA 2000. **% Remoção = $(C_o - C_e) / C_o \times 100$; (Equação 1).**



Figura 3: Teste de adsorção no carvão de coco da baía para remoção de corantes.

Realizou-se ainda ensaios de adsorção sob temperatura controlada a 30 ° C, onde foi adicionado 100 mg de carvão de coco da baía mesh 14 a 30 mL de solução de azul de metileno nas concentrações de 17,95 mg/L, 31,01 mg/L, 50 mg/L, 110 mg/L e 205 mg/L. O material ficou em contato em uma mesa agitadora em um intervalo de tempo de 6 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da Biomassa

Os resultados das análises imediatas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da Análise Imediata Biomassa *in natura*

Teor de cinzas (%)	Umidade (%)	Material volátil (%)	Carbono Fixo (%)
1,98	7,6	81,5	8,92

Segundo Pinheiro *et al.* (2006), em um processo de pirólise-a madeira é submetida a aquecimento entre 450 e 550 °C em ambiente fechado, com pequena quantidade ou exclusão total de ar e durante o qual são liberados gases, vapores de água e líquidos orgânicos, permanecendo como resíduos, principalmente, o alcatrão e o carvão vegetal.

Entende-se por combustão a transformação da energia química dos combustíveis em calor, por meio das reações dos elementos constituintes com o oxigênio fornecido. Logo para obter o teor de cinzas fez-se necessário submeter a amostra ao processo de combustão. Para Vale *et al* (2004) o teor de cinzas obtido no coco verde *in natura*, será superior em coco verde quando comparado a valores encontrados em coco seco por diretamente relacionado com a presença de substâncias minerais, tais como: cálcio, potássio, fósforo, magnésio, ferro, sódio, haja vista que, os sais minerais encontram-se principalmente concentrados no mesocarpo camadas espessas e rica em fibras.

A umidade é correspondente à perda, em peso, sofrida pelo produto quando é aquecido em condições na qual a água é removida. Na verdade, não é apenas água a ser removida, mas também outras substâncias voláteis nessas condições. Esta informação é importante porque, quando se analisa um combustível o principal critério a ser levado em conta é o poder calorífico, e este sofre influência direta com o aumento da umidade. Quanto maior o conteúdo de umidade da madeira, menor é o seu poder de combustão, devido ao processo de evaporação da umidade, o qual absorve energia em combustão. A fibra do coco por apresentar teor de umidade em média 7,6% apresenta um elevado poder calorífico quando comparado a teores de umidade estudado por Vieira (2012), na qual o resíduo de soja possui umidade de 12,23%, a casca de arroz 11,31%, o bagaço de cana 46,16% e o sabugo de milho de 16,93%.

Por apresentar um elevado teor de materiais voláteis, cerca de 81,5% a biomassa estudada mostra facilidade em entrar em combustão. Sabe-se que o material volátil está diretamente relacionado a poder de ignição, haja vista que, quanto maior o teor de material volátil maior será a reatividade e consequentemente a ignição.

A quantidade de representa a massa restante após a libertação de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade. O valor obtido de carbono fixo (CF) do foi de 8,92%. O teor de carbono fixo esta diretamente relacionado com a quantidade de calor gerado pelo combustível (carvão), já que seu valor pode ser diretamente relacionado com a velocidade da reação de combustão e com a qualidade do carvão estudado. Observa-se que quanto maior o teor de carbono fixo, mais lentamente o combustível será queimado.

O teor de cinzas interfere no poder calorífico causando perda de energia, além de prejudicar a transferência de calor está diretamente relacionado com a quantidade de minerais como cálcio, potássio, magnésio, ferro, sódio entre outros presentes na biomassa. Verifica-se teor de cinzas interfere diretamente na

qualidade da biomassa em um processo de obtenção de combustíveis, visto que, por também consumir oxigênio teor de cinzas interfere no poder calorífico e causa perda de energia.

Alguns dos resultados na análise imediata podem divergirem de outros estudos e este fato se justifica ou por adotarem metodologias diferentes ou ainda por tratarem de biomassas obtidas de diferentes regiões. A composição do solo interfere diretamente nos constituintes químicos da biomassa, além disso a condição meteorológica interfere diretamente no resultado da umidade.

3.2 Rendimentos da obtenção de carvão nos ensaios de Pirólise feito em uma estufa convencional.

O rendimento do carvão nos ensaios de pirólise feitos em estufa convencional, foi determinado de acordo com a equação 2.

$$\text{Rendimento} = \frac{(\text{Pesodocadinho} + \text{Amostra após pirólise} - \text{Pesodocadinho seco})}{(\text{Pesoda Amostra})} \times 100$$

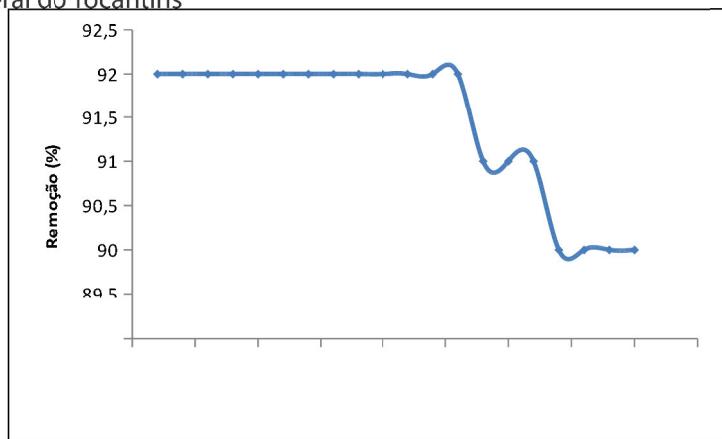
Equação 2: rendimento dos finos de carvão

O rendimento do carvão produzido a partir da pirólise da biomassa do coco da baía *in natura* foi de 25,97 %, resultado semelhante ao encontrado na literatura, apresentando um desvio médio de 0,64%. O rendimento do carvão pode ser influenciado por diversos fatores entre eles, a própria constituição da biomassa devido a variações entre espécies dentro de uma mesma espécie, árvore ou até nível celular. Essas variações podem ser atribuídas, principalmente, a fatores genéticos e ambientais (CAMPOS, 2008).

3.3 Testes de Adsorção do carvão obtido por pirólise em uma estufa convencional

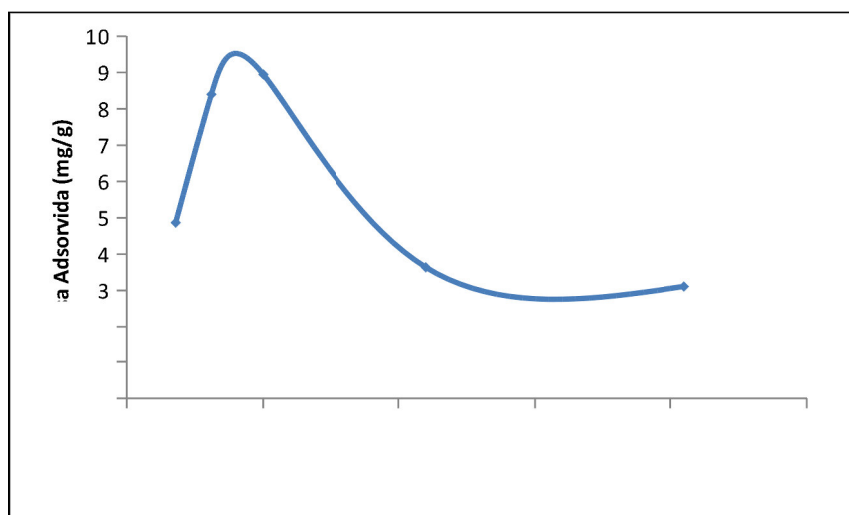
A figura 4 apresenta a análise de adsorção de azul de metileno em um filtro no qual o adsorvente é cerca de 2,0 g de carvão de coco da baía obtido por pirólise de 400 ° C Mesh 14 sem modificação. Neste carvão é possível observar uma distribuição uniforme dos poros, o que pode indicar uma boa possibilidade das moléculas do corante ser acondicionadas e adsorvidas no interior dos poros. O percentual de remoção máximo foi de 92% obtido após adição de 260 mL de solução de azul de metileno na concentração de 17,97mg/L, sendo possível também constatar uma queda no potencial do adsorvente a partir da adição de 400 mL de solução do corante em estudo, fato que pode estar associado com a saturação do filtro com o tempo de operação do sistema. É importante salientar que o potencial de remoção de filtro após adição de 400 mL foi de 90 %, sendo considerada uma boa remoção do contaminante, ou seja, somente cerca de 10% de contaminante não foi retido por adsorção no filtro, o que sugere este carvão tem potencial bastante relevante a ser empregado em processo de purificação de efluente com elevado grau de corantes como poluentes.

Figura 4 – Remoção de azul de metileno em filtro de adsorção empregando carvão proveniente da pirólise de fibra de coco obtido por pirólise em uma estufa convencional.



A figura 5 apresenta o resultado da análise de adsorção de 30 de mL azul de metileno no carvão de coco *in natura* sob temperatura controlada de 30 ° C, no qual o material ficou em contato em uma mesa agitadora por um intervalo de tempo de 6 horas. O teor máximo de adsorção foi de 8,95 mg/g quando se empregou uma concentração do corante de 50 mg/L.

Figura 5 – Resultados obtidos da massa adsorvida de azul de metileno em carvão proveniente da pirólise de fibra de coco obtido por pirólise em uma estufa convencional.



Em conformidade Dotto *et al.* (2011), sabe-se que os corantes estão entre a classe de compostos mais perigosos para o ambiente aquático. Quando descartados sem nenhum tratamento prévio no meio ambiente podem causar danos à fauna e flora aquática, já que são considerados altamente tóxicos para a vida aquática, reduzindo a capacidade de reoxigenação da água, dificultando a passagem de luz solar e, conseqüentemente, reduzindo a atividade fotossintética.

6. CONCLUSÕES

A biomassa constituída do resíduo do coco da baía verde se apresenta como uma fonte alternativa de uso energético, devido à quantidade de calor gerado. Além desta vantagem, durante o processo de carbonização são gerados outros produtos com valor comercial e ambiental como o bio-óleo qual substitui o diesel. Por ser ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional desse tipo de biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e da geração de receita.

Analisando os resultados, fica evidente o potencial da utilização do carvão obtido durante a pirólise de coco da baía em ensaios de adsorção de solução de azul de metileno, este fato é devido a sua grande área superficial, por ser um material poroso e formado por fibras. Os percentuais elevados de adsorção de azul de metileno obtidos nos ensaios realizados demonstra a qualidade do carvão produzido a partir da biomassa residual do coco da baía.

A remoção de até 90% do corante azul de metileno sugerem que o carvão estudado apresenta possível potencial adsorvente, com aplicabilidade na remoção de corantes sintéticos em efluentes industriais.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Tocantins – *campus* de Palmas.

REFERÊNCIAS

DE ANDRADE, Azarias Machado *et al.* PIRÓLISE DE RESÍDUOS DO COCO-DA-BAÍÁ (*Cocos nucifera* Linn) E ANÁLISE DO CARVÃO VEGETAL1. 2004.

CAMPOS, Ana Carolina Maioli. Carvão de Eucalyptus: efeito dos parâmetros da pirólise sobre a madeira e seus componentes químicos e predição da qualidade pela espectroscopia NIR. 2014.

COUTINHO, A. R. *et al.* Preparação de carvão ativado a partir de fibras de celulose. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2, 2000, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. p. 139-161.

FAO 2011. World Production. Disponível em: <www.faostat.org.br>. Acessado em: 20/ 08/2015.

FIGUEIRA, J. L. G. Casca do coco: aproveitamento industrial. In: Coco da Bahia: Uma alternativa agroindustrial e de reflorestamento para o noroeste do Paraná. Curitiba, Caniatti Rodrigues 1995. p. 73-77.

FONTES, H. R. Caracterização do quadro atual e principais ameaças à produção decoco seco no nordeste do Brasil. 2010. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/caracterizacao-do-quadro-atual-e-principais-ameacasa-producao-de-coco-seco-no-nordeste-do-brasil>>. Acessado em:24/082015.

HAJI, A.G., PARI, G., NAZAR, M., HABITATI, Characterization of activated carbon produced from urban organic waste. *Internat. J. Sci. Eng.*, v. 5, p. 89-94, 2013.

MARTINS, C. R. et al. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010. **Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos**, 2011.

MOHAMMED, Jibril et al. Adsorption of benzene and toluene onto KOH activated coconut shell based carbon treated with NH₃. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 102, p. 245-255, 2015.

PINHEIRO, Paulo Cesar C.; REZENDE, M. E. A.; SAMPAIO, R. S. A produção de carvão vegetal: teoria e prática. **Belo Horizonte**, p. 120, 2006.

SÁNCHEZ, M. E. *et al.* Effect of pyrolysis temperature on the composition of the oils obtained from sewage sludge. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 6, p. 933-940, 2009.

SEBRAE. O cultivo e o mercado de coco verde. 2016. disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-cocoverde,3aba9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD#usos-e-mercado>; acessado em 22/07/2016.

SILVA, J. F.; TARANTO, O. P. Estudo da Modelagem para a Retenção de Metais Pesados Através de Biosorção. **Livro de resumos do III Encontro Brasileiro de Adsorção, Recife-Pe**, p. 35, 2000.

SIQUEIRA, L.A., ARAGÃO, W.M., TUPINAMBÁ, E.A. A Introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica, 24p, 2002. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47). Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>; acessado em: 18/02/2016.

VIEIRA, Ana Carla. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012. Disponível em: http://projetos.unioeste.br/pos/media/File/energia_agricultura/pdf/Dissertacao_Ana_C_Vieira.pdf; acessado em: 20 / 03/2016.