



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

LICENCIATURA EM QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

GLICICLEIDE DE SOUSA LIMA

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

GLICICLEIDE DE SOUSA LIMA

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal
de Campina Grande, como requisito
parcial para conclusão do curso de
Licenciatura em Química.**

Cajazeiras – PB, 21 de outubro de 2016.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)

Denize Santos Saraiva - Bibliotecária CRB/15-1096

Cajazeiras - Paraíba

L732u Lima, Glicicleide de Sousa.

O uso do carvão ativado para tratamento da água cinza /
Glicicleide de Sousa Lima. - Cajazeiras, 2016.

35p.: il.

Bibliografia.

Orientadora: Profa. Albaneide Fernandes Wanderley.

Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2016.

GLICICLEIDE DE SOUSA LIMA

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal
de Campina Grande, como requisito
parcial para conclusão do curso de
Licenciatura em Química.**

Cajazeiras – PB, 21 de outubro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora Profa. Dra Albaneide Fernandes Wanderley

Prof. Dr. Fernando Antonio Portela

Prof. Luciano Leal de Moraes Sales

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por está sempre ao meu lado.

Aos meus pais **Edésio Ferreira** (*in memorian*) pelo apoio e incentivo e a minha mãe **Maria de Sousa** que é meu grande pilar, pela educação familiar e religiosa, pelo incentivo de todos os dias, e pelo amor que tem me dedicado por toda a vida.

Ao meu amado esposo **Marciano Maia** pelo apoio de sempre, compreensão e paciência em toda essa caminhada de estudo.

A minha querida irmã **Cássia** pela disponibilidade incondicional.

A minha orientadora **Albaneide Wanderley**, pela aceitação, suporte, incentivo apoio e amizade.

Aos Professores **Luciano Leal** e **Fernando Portela** pelo grande incentivo e amizade.

As minhas grandes amigas **Egle Katarinne** e **Luislandia** pela força e dedicação foram grandes anjos na minha vida.

RESUMO

O uso racional da água tem sido tema de discussões pertinentes em ambientes educacionais onde se busca metodologias para tratamento e reuso das águas domésticas em diversas finalidades, contribuindo para formação de uma sociedade consciente da necessidade de preservar este bem mineral. A utilização das biomassas como material adsorvente para a descontaminação de efluentes residenciais, como a água que resulta da lavagem de roupas, é uma alternativa interessante. Neste sentido, o carvão ativado é um material que possui excelentes características de adsorção, baixo custo e pode ser sintetizado a partir da biomassa, abundante no semiárido brasileiro. Neste trabalho, o carvão ativado foi utilizado para remover o sabão de uma solução aquosa de concentração definida, preparada em laboratório, visando simular a concentração usual de sabão em uma máquina de lavar com capacidade para 8 kg de roupas. Propriedades organolépticas como cor e toque mostraram que a filtração foi eficiente, foi possível perceber também, que o filtrado não emulsificou após agitação vigorosa. Medidas de condutividade evidenciaram um decréscimo expressivo na condutividade da solução após a filtração, visto que o sabão é um sal orgânico e sua remoção leva a uma maior resistência da passagem de corrente elétrica no meio. Foram realizadas medidas de dureza da solução antes e depois da filtração, os resultados indicaram uma diminuição nos índices de dureza na água fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, representando uma alternativa interessante para reuso industrial, já que para este fim, águas de baixa dureza possuem inúmeras vantagens nos processos de síntese.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação de possíveis grupos funcionais orgânicos na superfície do carvão ativo.....	15
Figura 2: Parte interna do coco	16
Figura 3: Corte longitudinal do coco, com as suas	Erro! Indicador não definido.
Figura 4: Descarte do coco.....	17
Figura 5: Poluição visual do descarte do coco	17
Figura 6: Filtro	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.1 Objetivos Específicos.....	11
3. JUSTIFICATIVA.....	12
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
5. METODOLOGIA.....	19
6. RESULTADOS ESPERADOS.....	21
7. CRONOGRAMA.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23



**UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

PROJETO DE PESQUISA

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

GLICICLEIDE DE SOUSA LIMA

PROJETO DE PESQUISA

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

Orientador(a): Prof^a Dr^a ALBANEIDE FERNANDES WANDERLEY

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual exige não apenas concepções filosóficas, mas envolve entendimento de várias áreas como ciências, química, física e biologia. Existem muitas estimativas informando que o homem está vivendo além dos seus meios, e a água potável como é um dos recursos naturais esgotável tem preocupado a grande sociedade consumista mundial.

De acordo com o manual de consumo sustentável, o Brasil é um país privilegiado pelo volume de seus recursos hídricos, porém tem elevado o índice de desperdício de água. A perda de água acontece desde o caminho entre as estações de tratamento até o consumidor, como também nas residências envolvendo, por exemplo, banhos demorados com chuveiro sempre aberto; nas descargas do vaso sanitário; na lavagem da louça com torneiras ligadas; no uso da mangueira na limpeza de calçadas em lavagem de carros com água potável, nas lavagens de roupa, etc.

O uso consciente e o reaproveitamento da água proveniente da lavagem de roupa apresentam como possibilidades de solução permitindo a preservação da água para as futuras gerações. Nesse contexto CUNHA afirma que:

Podem-se poupar grandes volumes de água potável através do reuso com a utilização de água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade. (CUNHA. et. al, pag. 2011).

Tendo em vista a grande crise hídrica que estamos enfrentando e partindo do pressuposto que é dever de todos a preservação e uso consciente deste recurso indispensável para vida, desenvolveu-se este projeto com o propósito de apresentar uma alternativa e/ou ferramenta de baixo custo para diminuir o consumo e o desperdício de água potável em residências, destacando principalmente a reutilização de água proveniente do processo de lavagem de roupa.

1. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor uma alternativa para a filtração e reutilização de águas residuais provenientes da lavagem de roupa utilizando como ferramenta um filtro com carvão ativado produzido a partir do endocarpo do coco

2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver procedimentos e técnicas para diminuir o desperdício de água através da sua reutilização durante o processo de lavagem de roupa a partir da incorporação do filtro de carvão ativado;
- Produzir um filtro utilizando os resíduos da casca de coco para a produção de carvão ativado;
- Propiciar medida de remanejamento eficiente para o tratamento de águas residuais visando à redução do consumo de água potável.

2. JUSTIFICATIVA

Em virtude do grande desperdício de águas residuais, desenvolver uma técnica eficaz na diminuição desse desperdício tem sido um grande desafio. Diante desse pressuposto elaborou-se o projeto para o tratamento simples de água, através da produção de um filtro contendo resíduos de coco e carvão ativado a partir do endocarpo do coco. Esta é uma possibilidade que pode viabilizar de forma consciente a diminuição do consumo da água potável como também a diminuição da poluição com os resíduos do coco.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A estiagem no sertão da Paraíba é um dos grandes problemas enfrentados pela população. Em meio a essa crise hídrica surge à necessidade de reutilização de água nos trabalhos domésticos para amenizar tal dificuldade. Diante dessa realidade o desenvolvimento de técnicas e mecanismos que diminuam o desperdício de água se torna primordial.

Dependendo do tratamento existem vários tipos de água que podem servir para reutilização, dentre elas é necessário citar algumas. Água cinza é a proveniente do esgoto gerado em banheiros; chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas etc. Água residual são todos os tipos de águas liberadas pelos consumidores, domésticos, industriais, comerciais etc. Água de reuso é a que se encontra dentro das normas estabelecidas para sua utilização. Água potável é a que atende os pré-requisitos de potabilidade exigido pela portaria do Ministério da Saúde MS 518/04. Água Recuperada é a que mesmo possuindo baixa qualidade após tratamento é adequada para usos benéficos.

Como a problemática da escassez de água na Paraíba não é recente e a população busca com frequência metodologias alternativas de remanejamento de águas residuais, um tratamento simples de filtração seria viável para alguns tipos de reuso doméstico.

A água reutilizada proveniente da máquina de lavar e que é a mais comumente utilizada, por exemplo, contém diversos produtos de limpeza que são compostos por surfactantes ou tensoativos.

HUNTER (1992) definiu os tensoativos como substâncias naturais ou sintéticas, que possuem em sua estrutura uma parte lipofílica (ou hidrofóbica) e uma parte hidrofílica, responsáveis pela adsorção de moléculas tensoativas nas interfaces líquido-líquido, líquido-gás ou sólido-líquido de um dado sistema.

Estes são classificados de acordo com as propriedades de seu grupo polar. Segundo DALTIM (2011) os aniônicos que apresentam em suas moléculas uma região polar com carga negativa, são os tensoativos mais empregados no Brasil devido ser de baixo custo, além de possuírem propriedades como alto poder espumante, detergência e umectância. Os tensoativos não-iônicos possuem em suas moléculas, grupos hidrofílicos sem cargas, presentes também em detergentes. Os catiônicos apresentam em suas moléculas um grupo hidrofílico positivo, utilizados por terem os fatores antiestáticos e antibacterianos presentes nos amaciantes e detergentes. Os

tensoativos anfóteros possuem, na mesma molécula, grupamentos positivos e negativos e também estão presentes em detergentes.

Diante desses e outros produtos presentes nos detergentes assim como os possíveis impactos ambientais causados pelo reaproveitamento de águas de reuso contendo tais produtos o processo de tratamento é imprescindível.

A norma NBR 13969 de 1997 que dispõe sobre Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação estabelece que a água de esgoto de origem doméstica somente pode ser reutilizada para fins que exigem qualidade de água não potável, mas adequadamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água e na irrigação dos campos agrícolas e pastagens.

No processo de tratamento através da filtração e purificação de água é comumente utilizado o carvão ativado em virtude do poder de adsorção às moléculas poluentes.

O Carvão ativado é um material carbonoso que passa por um processo físico e químico para o aumento da sua porosidade. Sua elevada área porosa e seu poder de adsorção diferenciam do carvão comum.

Jean (1998) fala que a característica mais importante do carvão ativado está na propriedade de adsorção superficial e capacidade de redução das moléculas poluentes. Diante desses fatores é um material de grande relevância na indústria para o tratamento de água.

Conforme ECKHARD (2012) O carvão ativado é o adsorvente mais significativo empregado em tratamento de água em virtude de remover substâncias orgânicas em diferentes tipos de água, como potável, residual, subterrânea, água de lixiviados de aterros sanitário etc.

ECKHARD (2012) também explica que o carvão ativado possui elevada área porosa na qual consiste em uma grande superfície interna constituída por muitos poros. Além disso, quanto maior for o sistema de poros e mais finos os poros, maior é a capacidade de adsorção. O tamanho dos poros é uma das características mais importantes do carvão ativado e influencia diretamente na filtração de partículas e moléculas com concentrações baixas inclusive.

O carvão ativado pode ser classificado em duas espécies:

- Carvão ativado granular (GAC): O tamanho da partícula é de 0,5 a 4 mm;
- Carvão ativo em pó (PAC): A partícula é menor que 0,4mm;

Certas peculiaridades físicas e químicas do carvão determina a capacidade de adsorção e o diferencia dos carvões comuns.

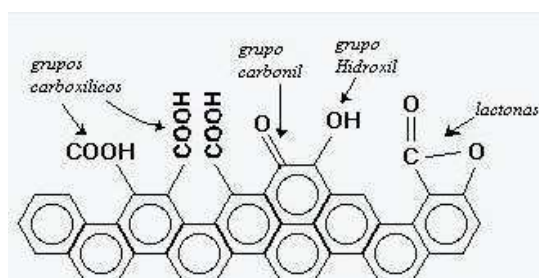
A International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) informa que a área interna do carvão é variável e pode ser qualificada quanto ao diâmetro dos poros em: macroporo (o diâmetro acima de 50nm), mesoporo (diâmetro entre 2 e 50nm), microporos secundários (entre 0,8 e 2nm) e microporos primários (diâmetro menor que 0,8nm).

Essa característica dos poros explica LETTERMAN (1999) concede maior eficiência à capacidade de adsorção do carvão ativado como no caso de moléculas orgânicas que promovem sabor, odor, e toxidade.

Para SILVA (2000) A adsorção em carvão ativado ocorre em virtude das moléculas exercerem forças que aderem umas as outras como também as forças de atração que envolve a superfície do carbono não polar e o contaminante (não polar) possuem mais força do que as forças que mantêm o contaminante dissolvido em água (polar).

Nesse sentido a estrutura do carvão ativado contribui de forma significativa para o processo de adsorção. O carvão apresenta quatro ligações formando camadas hexagonais interligadas com átomos de Carbono que ligados formam um tetraedro assim pode alojar vários elementos como oxigênio, nitrogênio em forma simples ou em grupos funcionais na qual age na adsorção como também na reatividade.

Figura 1: Representação de possíveis grupos funcionais orgânicos na superfície do carvão ativo



Fonte: (PANIZZA, et al., 2000).

Segundo LI (2002) existem dois tipos de interações que controlam a adsorção de compostos orgânicos em carvão ativado, interações químicas e interações físicas. As interações físicas são caracterizadas pela área de exclusão e microporosidade neste caso o tamanho e distribuição dos poros fazem o controle de acesso da molécula a área de adsorção na qual pode dificultar a difusão de macromoléculas como também ajudar a passagem de moléculas pequenas como exemplar os gases.

PHILLIPS (2000) sugere que as interações químicas entre o fluido adsorvido e o sólido adsorvente dependem da natureza química que foi ativado o carvão e do fluido a ser adsorvido na qual o tamanho das moléculas influenciam de forma semelhante no processo de adsorção. Assim sendo as interações podem ocorrer na superfície do carvão ativado que é composto por cadeias carbônicas e ligações de grupos funcionais que podem de forma similar interferir na polaridade da superfície e sua interação com o fluido adsorvido.

Segundo a literatura qualquer material com alto teor de Carbono pode ser transformado em Carvão ativado e as matérias-primas mais comuns utilizadas são casca de coco, serragem, palhas de arroz, turfas etc.

Os Carvões Ativados podem ser desenvolvidos através de uma série de metodologias com a utilização de ácidos, bases, vapores de água, nitrogênio ou dióxido de carbono.

Como explica JANKOWSKA (1991) o tratamento de carvão com uma base aumenta a capacidade do carvão em trocar anions, e a acidificação das superfícies promove trocas catiônicas. Assim sendo é relevante o desenvolvimento de um filtro com carvão ativado a partir do endocarpo do coco para reduzir os tensoativos presentes nos detergentes em pó através do processo de exclusão de microporosidade e da troca de ânions.

Como o carvão ativado pode ser produzido utilizando material rico em Carbono o endocarpo do coco é viável na obtenção do mesmo, haja vista que há bastante desperdício dessa matéria prima.

Segundo SOUSA. O (2002) a planta do coqueiro tem origem no sudeste da Ásia e sua introdução no Brasil deu-se no estado da Bahia difundindo-se pela região nordeste na qual cerca de 95% da produção nacional é de sua responsabilidade.

O fruto do coco é composto por várias camadas conforme mostram as figuras e em destaque a parte que é objeto deste estudo:

Figura 2: Parte interna do coco



Fonte: (ERHARDT et al., 1976; FERREIRA et al., 1998).

Figura 3: Corte longitudinal do coco, com as suas partes

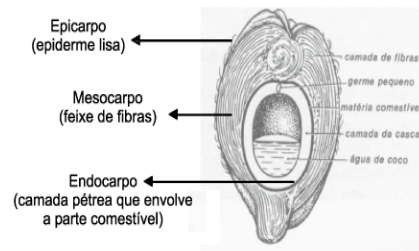


Figura 1 – Corte longitudinal do coco, com as suas partes (ERHARDT et al., 1976; FERREIRA et al., 1998).

Figure 1 – Longitudinal cut of a coconut, with its parts (ERHARDT et al., 1976; FERREIRA et al., 1998).

Fonte: (ERHARDT et al., 1976; FERREIRA et al., 1998).

O coco é utilizado nas indústrias comestíveis dentre as quais é retirado a água, o óleo, e o próprio coco para consumo nas indústrias alimentícias. Os resíduos ou as partes que não são utilizadas geralmente são descartadas e depositadas em lixões ou expostos ao meio ambiente ocasionando proliferação de vetores devido ao acúmulo de água nas cascas de coco, a emissão de gás metano devido à decomposição do resíduo além da poluição visual como constatado em indústrias.

Figura 4: Descarte do coco



Fonte: Arquivo pessoal (2015)

A figura 4 mostra como tem sido o descarte do resíduo do coco direto do plantio em que há grande poluição visual e a figura 5 mostra o descarte do coco de indústrias do sertão da Paraíba evidenciando que não há nenhum sistema de reaproveitamento da biomassa.

Figura 5: Poluição visual do descarte do coco



Fonte: Arquivo pessoal, 2015

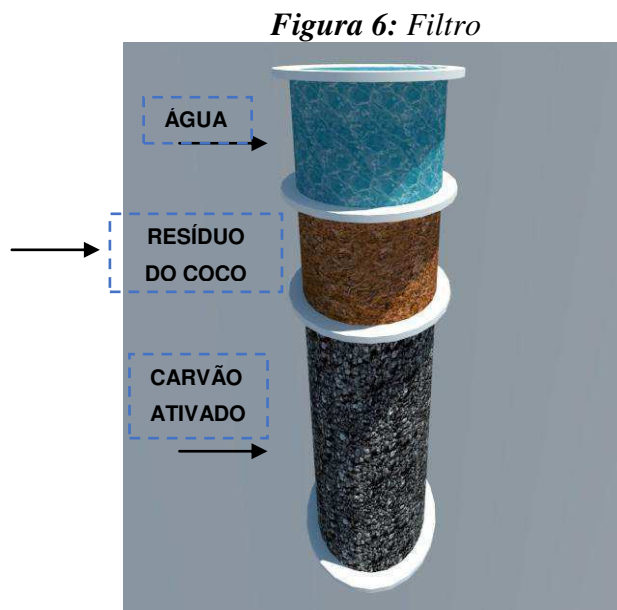
A produção do filtro contendo residuo de coco e carvão ativado produzido a partir do endocarpo visa amenizar a problemática do descarte indevido dos resíduos como também contribuir como material adsorvente para a descontaminação de efluentes residenciais, como a água proveniente da máquina de lavar.

4. METODOLOGIA

Para a produção de carvão ativado serão coletados cocos verdes e secos. Em seguida serão dispostos para secar ao ar livre. Após esse procedimento o mesocarpo do coco será retirado e triturado em forrageira para nivelamento do material.

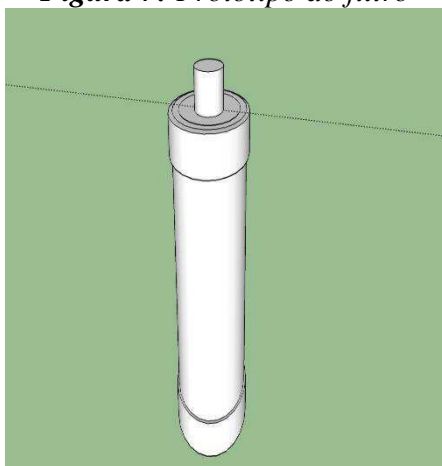
O endocarpo que é a camada pétrea na qual envolve a parte comestível, será pesado e em seguida pirolisado ou seja colocá-lo na ausência de oxigenio, para destruição das estruturas de celulose e ter como resultado o carbono puro. Durante o processo de pirólise, poros fechados são abertos e poros existentes são ampliados do carvão. Os produtos químicos usados para o processo de ativação química são o Cloreto de Zinco e o ácido fosfórico e após o arrefecimento o agente de ativação deverá ser extraído através do processo de lavagem com água destilada.

Ao término da ativação os grânulos do carvão serão pesados novamente para análise de seu rendimento e em seguida disposto no filtro como mostra a figura abaixo:



Fonte: Própria, 2016

Figura 7: Protótipo do filtro



Fonte: Arquivo pessoal, 2016

A Qualidade no processo de filtração depende não somente do carvão ativado como também da disposição dos compartimentos existentes:

- ✓ Compartimento para captação, é feito na parte de escoamento da água do tanque ou lavanderia;
- ✓ Compartimento para armazenamento para o tratamento de filtração em virtude da vazão de escoamento;
- ✓ Meio filtrante com os resíduos do coco;
- ✓ Meio filtrante com o carvão ativado;
- ✓ Compartimento para reutilização.

O princípio de funcionamento do filtro segue a ordem:

- ✓ Ao entrar no filtro a água é passada para o compartimento superior;
- ✓ Dependendo da vazão de escoamento do filtro a água passará para o compartimento inferior que contém os resíduos de coco como meio filtrante de substâncias sólidas;
- ✓ A água segue para o próximo compartimento onde contém carvão ativado e a fase de adsorção será iniciada;
- ✓ Por fim a água será canalizada para sua reutilização.

Após produção do carvão ativado em pó será analisado em laboratório sobre o tamanho das partículas o tamanho e a porosidade das partículas.

Para avaliar a eficiência do sistema filtrante será construído curvas de calibração a partir de soluções de concentrações conhecidas onde será verificado a condutância elétrica da solução e a absorbância na região UV visível.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com o desenvolvimento deste que o filtro produzido a partir da cassa de coco se apresente eficiente, no sentido de obtermos um grau de pureza significativo da água proveniente da lavagem de roupa e que esta após o processo de filtração possa ser reutilizada e atenda aos níveis de pureza estabelecidos pelas normas de reutilização.

6. CRONOGRAMA

ATIVIDADES	META	INÍCIO	FIM
Pesquisa bibliográfica e escolha do tema	Escolha das metodologias a serem aplicadas.	Agosto / 2016	Outubro / 2016
Pesquisa bibliográfica, Separação da matéria orgânica, tratamento químico e físico do endocarpo do coco; Desenvolvimento do filtro;	Desenvolvimento de filtro contendo residuo do coco e carvão ativado como material adsorvente.	Agosto / 2016	Setembro/ 2016
Produção do artigo e submissão em Evento especializado. Produção do Trabalho de Conclusão de Curso.	Analisar a capacidade de filtração da água cinza	Setembro / 2016	Outubro / 2016

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Azarias Machado de; et al. **Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* Linn) e análise do carvão vegetal**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.707-714, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. São Paulo, 1997.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p.
- CUNHA, Ananda Helena Nunes et. al. **O Reúso de água no Brasil: A importância da reutilização de água no país**, Enciclopédia Biosfera, 2011.
- DALTIN, Decio. **Tensoativos: Química, Propriedades e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011.
- WORCH, Eckhard, **Adsorption Technology in Water Treatment**, Fundamentals, Processes, and Modeling. Walter De Gruyter. 2012.
- FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.;SIQUEIRA, L.A. **A Cultura do coqueiro no Brasil**.2 ed. Brasília. Embrapa. 1988. 292p.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE.**Portaria nº 518**. Padrão de Potabilidade de Água para Consumo Humano – Ministério da Saúde, 2004.
- HUNTER, R. J. **Introduction to Modern Colloid Science**. Oxford University Press, New York. 1992.
- JANKOWSKA, H., SWIATKOWSKI, A., and CHOMA, J.; **Active Carbon** Chichester, West Sussex: Ellis Horwood, 1991.
- LETTERMAN, D. , **Water quality and treatment**, McGraw-Hill, 1999.
- Li, ZJ; Jaroniec, M; Lee, YJ; Radovic, LR. **High surface area graphitized carbon with uniform mesopores synthesised by a colloidal imprinting method**. Chemical Communications, 13, p. 1346-1347, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria no 518/GM**; Secretaria de Atenção à Saúde. 2004

Phillips, J; Kelly, D; Radovic, L; Xie, F; **Microcalorimetric study of the influence of surface chemistry on the adsorption of water by high surface area carbons**. J. Phys. Chem. B; v. 104, p.8170-8176, 2000.

SAUTCHUK, Carla, et al. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**, São Paulo, Editora gráfica, 2005, 152p.

SILVA, Frank de. **Activated Carbon Filtration**. Published in water quality products Magazine, January, 2000.

WORCH, Eckhard. **Adsorption Technology in Water Treatment Fundamentals processes and Modeling**, January 2012

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA CINZA

Glicicleide de Sousa Lima¹, Albaneide Fernandes Wanderley².

Universidade Federal de Campina Grande glicicleide.1@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande albawanderley@gmail.com

Resumo

O uso racional da água tem sido tema de discussões pertinentes em ambientes educacionais onde se busca metodologias para tratamento e reuso das águas domésticas em diversas finalidades, contribuindo para formação de uma sociedade consciente da necessidade de preservar este bem mineral. A utilização das biomassas como material adsorvente para a descontaminação de efluentes residenciais, como a água que resulta da lavagem de roupas, é uma alternativa interessante. Neste sentido, o carvão ativado é um material que possui excelentes características de adsorção, baixo custo e pode ser sintetizado a partir da biomassa, abundante no semiárido brasileiro. Neste trabalho, o carvão ativado foi utilizado para remover o sabão de uma solução aquosa de concentração definida, preparada em laboratório, visando simular a concentração usual de sabão em uma máquina de lavar com capacidade para 8 kg de roupas. Propriedades organolépticas como cor e toque mostraram que a filtração foi eficiente, foi possível perceber também, que o filtrado não emulsificou após agitação vigorosa. Medidas de condutividade evidenciaram um decréscimo expressivo na condutividade da solução após a filtração, visto que o sabão é um sal orgânico e sua remoção leva a uma maior resistência da passagem de corrente elétrica no meio. Foram realizadas medidas de dureza da solução antes e depois da filtração, os resultados indicaram uma diminuição nos índices de dureza na água fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, representando uma alternativa interessante para reuso industrial, já que para este fim, águas de baixa dureza possuem inúmeras vantagens nos processos de síntese.

Palavras chave: Carvão Ativado, Reuso de Água, Recursos Hídricos.

Introdução

A estiagem no sertão da Paraíba é um dos grandes problemas enfrentados pela população. Em meio a essa crise hídrica surge à necessidade de reutilização de água nos trabalhos domésticos para amenizar tal dificuldade. Diante dessa realidade o desenvolvimento de técnicas e mecanismos

¹ Graduanda em Licenciatura em Química UACEN/CFP/UFCG

² Professora Dr. Albaneide Fernandes Wanderley UACEN/CFP/UFCG

que diminuam o desperdício de água se torna primordial. O desenvolvimento de metodologias alternativas de remanejamento de águas residuais através de um simples tratamento utilizando a filtração seria viável para alguns tipos de reuso doméstico.

Analisando o consumo de água doméstico, a máquina de lavar é responsável por grande parte do desperdício de água, pois gasta em média 98 a 144L de água em um ciclo de lavagem econômica. Nesse contexto o processo de filtração utilizando carvão ativado em virtude de suas características como o poder de adsorção devido suas propriedades estruturais e texturais é um campo promissor a ser explorado e bastante viável caso seja produzido de forma sustentável.

Os agentes tensoativos ou surfatantes inclui os sabões, os detergentes, os emulsificadores, os agentes umectantes e os agentes penetrantes. HUNTER (1992) definiu os tensoativos como substâncias naturais ou sintéticas, que possuem em sua estrutura uma parte lipofílica (ou hidrofóbica) e uma parte hidrofílica, responsáveis pela adsorção de moléculas tensoativas nas interfaces líquido-líquido, líquido-gás ou sólido-líquido de um dado sistema. Ele é o agente promovedor da redução na tensão superficial e é um dos principais componentes do sabão. A parte hidrofóbica de um tensoativo é formada por uma cadeia linear, ramificada ou com partes cíclicas de cadeia carbônica enquanto que a parte polar é constituída por alguns átomos que possuem concentração de carga formando polo negativo ou positivo. A parte hidrofílica é encarregada de solubilizar a molécula em água, em virtude da atração eletrostática que exercem sobre as moléculas vizinhas, pois estas apresentam cargas negativa e positiva na mesma molécula, ou seja, além de reduzir a tensão superficial da água, proporcionam o deslocamento e dispersão das partículas de sujeira.

Segundo DALVIN (2011) Os tensoativos podem ser classificados como aniônicos, não iônicos, catiônicos e anfóteros. No Brasil os tensoativos aniônicos são os mais empregados devido ao seu baixo custo, estes apresentam em suas moléculas uma região polar com carga negativa e possuem propriedades de alto poder espumante, detergência e umectância. Os tensoativos não-iônicos possuem em suas moléculas, grupos hidrofílicos sem cargas, presentes também em detergentes. Os catiônicos apresentam em suas moléculas um grupo hidrofílico positivo, utilizados por terem os fatores antiestáticos e antibacterianos presentes nos amaciantes e detergentes. Os tensoativos anfóteros possuem, na mesma molécula, grupamentos positivos e negativos e também estão presentes em detergentes.

JONSSON et al., (1997) informa que o sabão é formado basicamente por íons sódio, potássio, amônio, cálcio e várias aminas alquil protonadas. Estes produtos oferecem solubilidade a

água como também a óleos. Algumas substâncias presentes nos sabões em sua composição química matam micro-organismos que são benéficos e formam compostos cancerígenos BRANCO (1990). Diante desses fatores e de outros para que a água de sabão seja propícia à reutilização em outras atividades domésticas ou industriais e a filtração da água utilizando o carvão ativado pode ser uma alternativa viável de reaproveitar a água cinza, de origem doméstica.

WORCH (2012) explica que o carvão ativado é um material carbonoso que passa por um processo físico e químico para o aumento da sua porosidade. Sua elevada área porosa e seu poder de adsorção diferenciam do carvão comum. É o adsorvente mais significativo empregado em tratamento de água em virtude de remover substâncias orgânicas em diferentes tipos de água, como potável, residual, subterrânea, água de lixiviados de aterros sanitário e outras. Peculiaridades físicas e químicas do carvão determina a capacidade de adsorção e o diferencia dos carvões comuns como, por exemplo, a presença de micro e mesoporos em grande quantidade. Quanto maior quantidade de poros e mais finos, maior é a capacidade de adsorção. O tamanho dos poros também influencia no processo de adsorção pois atua diretamente na filtração de partículas e moléculas com concentrações baixas.

Conforme União Internacional de Química Pura e Aplicada IUPAC (1982) o carvão ativado é classificado em duas espécies: O carvão ativado granular (GAC) em que o tamanho da partícula é de 0.5 a 4mm e o Carvão ativo em pó (PAC) sua partícula é menor que 0,4mm. A área interna do carvão também é variável essa característica dos poros concede eficiência a adsorção de moléculas orgânicas que promovem sabor odor e toxidade.

SILVA (2000) informa que o processo de adsorção em carvão ativado ocorre em virtude das moléculas exercerem forças de adesão uma sobre as outras como também as forças de atração que envolve a superfície do carbono não polar e o contaminante (não polar) possuem mais força do que as forças que mantêm o contaminante dissolvido em água (polar). Portanto existem dois tipos de interações que controlam a adsorção de compostos orgânicos em carvão ativado, interações químicas e interações físicas.

LI (2002) diz que as interações físicas são caracterizadas pela área de exclusão e microporosidade neste caso o tamanho e distribuição dos poros fazem o controle de acesso da molécula à área de adsorção na qual pode dificultar a difusão de macromoléculas como também ajudar a passagem de moléculas pequenas como exemplar os gases.

PHILLIPS (2000) complementa informando que as interações químicas entre o fluido adsorvido e o sólido adsorvente dependem da natureza química que foi ativado o carvão e do fluido

a ser adsorvido na qual o tamanho das moléculas influenciam de forma semelhante no processo de adsorção. Assim sendo as interações podem ocorrer na superfície do carvão ativado que é composto por cadeias carbônicas e ligações de grupos funcionais que podem de forma similar interferir na polaridade da superfície e sua interação com o fluido adsorvido.

Segundo WORCH (2012) o carvão ativado pode ser produzido de qualquer material com alto teor de Carbono através de uma série de metodologias com a utilização de ácidos, bases, vapores de água, nitrogênio ou dióxido de carbono. As matérias-primas mais comuns utilizadas são casca de coco, serragem, palhas de arroz e turfas. .

JANKOWSKA (1991) explica que o carvão ativado promove a troca de ânions, e a acidificação das superfícies promove trocas catiônicas. Dessa forma é proposto o processo de filtração da água proveniente da máquina de lavar para reduzir os tensoativos presentes no sabão em pó, através do processo da troca de ânions com a utilização do carvão ativado.

Segundo a NBR- 13-969/97 o reuso de água para algumas atividades domésticas /industriais devem obedecer a parâmetros de qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura para fins de irrigação de jardins, lavagem de pisos, lavagem de veículos automotivos, na descarga de vasos sanitários, na irrigação de campos agrícolas etc.

A ciência tem buscado cada vez mais estratégias para oferecer soluções á problemas ambientais, sendo assim simples mudanças de hábitos tanto no campo científico como no cotidiano das pessoas fazem grande diferença para o meio ambiente. Neste trabalho, foram analisadas as propriedades organolépticas e parâmetros de condutividade e salinidade de uma solução aquosa de sabão em pó. Para melhor avaliar a natureza dos íons retidos no filtro, a dureza total da solução inicial e das amostras filtradas em carvão ativado, com a finalidade de reutilizar águas cinzas em processos domésticos e/ou industriais.

PARTE EXPERIMENTAL

Material e Métodos

Inicialmente foram dissolvidos 1.0500 g de sabão em pó em 1000 ml de água distribuída pela companhia de águas e esgotos da Paraíba (CAGEPA). A solução foi filtrada em carvão ativado

comercial de massa 480g na vazão de 2,22 ml/min. De acordo com a vazão foram sendo coletadas 6 alíquotas de 100 ml e separadas em béqueres.

Um filtro utilizando carvão ativado comercial foi produzido utilizando tubulação de PVC diâmetro 40 cm. A solução saponácea foi adicionada ao filtro através de uma mangueira com vazão controlada. O filtrado foi recolhido e analisado em relação a suas propriedades organolépticas. Posteriormente, as amostras foram analisadas em um condutivímetro SCHOTT Gerate GmbH, para comparação, foram analisadas o solvente e a solução de sabão.

Figura-1: Meio filtrante de com carvão ativado



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

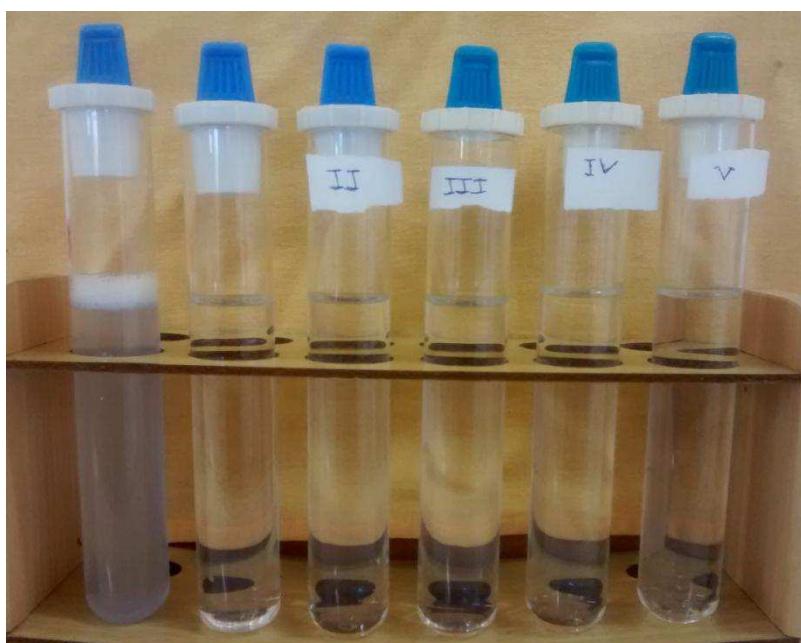
Para determinar o índice de dureza total das amostras, análise titrimétrica foi realizada pelo procedimento clássico, utilizando como titulante, o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 0,010mol/L, Eriochrome Black como indicador e hidróxido de amônio / cloreto de amônio pH 10,0, como solução tampão. Todas as titulações foram feitas em triplicatas.

Resultados e Discussão

A portaria 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece parâmetro para a cor da água. Sendo proveniente da matéria orgânica ou substâncias húmicas, de concentrações de ferro e manganês

além de resíduos industriais fortemente coloridos em sistemas industriais ou em sistemas de abastecimento de água. As alíquotas de água obtidas a partir do tratamento com o carvão ativado pelo processo de filtração resultaram em amostras inodoras, incolores e sem emulsificação, mesmo após agitação vigorosa dos tubos. De acordo com a Fig. 4 é possível observar a solução inicial de sabão em pó e as amostras filtradas. Essa mudança foi verificada em todas as alíquotas filtradas pelo carvão ativado, mesmo após saturação.

Figura-4: Solução saponácea $1,05\text{gL}^{-1}$ e amostras de água filtradas



Fonte: Arquivo pessoal (2016)

ATKINS (2012) explica que a condutividade elétrica verifica a capacidade que a água possui de transmitir corrente elétrica, sua concentração é relacionada as espécies iônicas dissolvidas. Pode ser expressa em $\mu\text{S}/\text{cm}$ como também em mS/cm enquanto que mg/L informa a sua relação com sólidos dissolvidos totais, outra característica importante desta análise é que a condutividade varia com a temperatura. Em águas doces a condutividade é inferior a $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ e que valores superiores a estes indicam problemas de poluição.

Na Tabela II consta a condutividade das amostras filtradas, água disponibilizada através da rede de distribuição hídrica e da solução de sabão $1,05\ \text{gL}^{-1}$. A água oriunda da tubulação do laboratório possui uma alta condutividade ($628\ \mu\text{S}/\text{cm}$, $29,8^\circ\text{K}$) em relação à água deionizada, obtida em um deionizador de água do laboratório de química. Após a mistura do sabão em pó a condutividade elevou-se consideravelmente. Após a filtração, foram adsorvidos pelo carvão ativado

uma grande quantidade de íons, provavelmente associado a remoção do tensoativo dissolvido. Entretanto, a partir de 500 ml de filtração a quantidade de íons em solução aumentou, indicando a saturação do adsorvente.

Tabela II- Análise de condutividade das amostras em estudo.

	Condutividade($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Temperatura (K)
Água deionizada	11,0	29,8
Água da tubulação	628	29,2
Solução saponácea	1773	30,5
Amostra I	3,10	27,5
Amostra II	2,36	27,3
Amostra III	2,22	27,8
Amostra IV	2,11	26,7
Amostra V	1750	25,4
Amostra VI	1967	27,3

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Segundo COLIN e CANN (2016) a dureza da água é decorrente da presença de íons como Ca^{2+} , Mg^{2+} , que quando presentes em águas duras resistem a ação dos sabões e provoca incrustações. Quando a concentração destes sais é alta a água é considerada dura e quando é baixa diz-se que é mole. A dureza total de uma amostra pode ser determinada por titulação dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} com solução de EDTA sob pH 10, usando o negro de eriocromo T como indicador conforme ROCHA (2009). O resultado é expresso em mg L^{-1} de CaCO_3 . A análise de dureza foi utilizada com o propósito de avaliar a capacidade de adsorção do carvão ativado em reter estes cátions.

ROCHA, Julio César et.al. (2009) demonstraram o grau de dureza da água e classificaram-nas de acordo com a *Tabela 2*, informando a concentração total de sais de cálcio e de magnésio, expressa como carbonato de cálcio, CaCO_3 (mg L^{-1}).

Tabela 2: Classificação de águas conforme grau de dureza

CLASSIFICAÇÃO	CaCO_3 (mg L^{-1})
---------------	--

Águas moles	<50
Águas moderadamente moles	50 a 100
Águas levemente duras	100 a 150
Águas moderadamente duras	150 a 250
Águas duras	250 a 350
Águas muito duras	> 350

Fonte: ROCHA, Julio César et.al.(2009).

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos a partir da titulação complexiométrica. A análise de dureza total da água da companhia de distribuição da Paraíba, resultou em $492 \pm \text{mg L}^{-1}$, indicando que a amostra atende o parâmetro de potabilidade exigido pelo ministério da saúde e do meio ambiente, visto que o teor máximo permitido da dureza é de 500 mg L^{-1} para água potável. Os resultados para as amostras filtradas indicaram uma concentração menor de cátions divalentes de cálcio e magnésio, sendo reclassificadas em águas moles e moderadamente moles. A mudança na classificação da dureza está associada a retenção destes íons pela matriz de carvão ativado e a saturação da mesma ocorre devido a grande concentração iônica presente na amostra inicial.

Tabela 3. Parâmetro de dureza para as amostras em estudo.

	$\text{CaCO}_3 \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$
Água deionizada	12 ± 0
Água da tubulação	$492 \pm 0,19$
Solução saponácea (solvente água da tubulação)	$494 \pm 0,03$
Solução saponácea (solvente água deionizada)	$13,3 \pm 0$
Amostra I	$30,8 \pm 0,02$
Amostra II	$29,2 \pm 0,04$
Amostra III	32 ± 0
Amostra IV	30 ± 0
Amostra V	$46,8 \pm 0,02$
Amostra VI	$86,8 \pm 0,05$

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

O mesmo estudo foi realizado, para fins comparativos, utilizando a água deionizada como solvente, os resultados obtidos indicaram que não houve mudança considerável no parâmetro de dureza, já que a água deionizada possui baixa concentração destes cátions, quando comparada a água de distribuição da CAGEPA. Neste estudo, a saturação ocorreu após passagem de 500 ml de solução saponácea.

Conclusões

O estudo realizado mostrou que o processo de filtração de água com carvão ativado foi eficiente. A água resultante da filtração apresentou-se inodora e incolor, em contraste com a coloração azul claro da solução inicial e odor característico. Após agitação vigorosa, não houve formação de espuma. Os dados de condutividade evidenciaram que a quantidade de íons em solução diminuiu consideravelmente, resultado associado a retenção do sabão pelo filtro de carvão ativado, que sendo condutor, aumenta a condutividade da água tratada. A análise de dureza, através de titulação complexiométrica, evidenciou a diminuição na quantidade de íons de Ca (II) e Mg (II), resultando na diminuição da dureza total da água, após filtração. A saturação da matriz ocorreu após passagem de 500 ml de solução saponácea.

Referências

- ATKINS, P.; de Paula, J.; **Físico-Química**. Vol. 2. Nona Edição. LTC:Rio de Janeiro. 2012.
- BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. Tradução Marco Tadeu Grassi. 4.ed. Porto Alegre: Bookman 2011.
- BRANCO, S. M. **Natureza e agroquímicos**. São Paulo: Moderna, 1990.
- DALTIN, Decio. **Tensoativos: Química, Propriedades e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011.
- HUNTER, R. J. **Introduction to Modern Colloid Science**. Oxford University Press, New York. 1992.
- JONSSON, B.; LINDUAN, B.; HOLRUBERG, K.; KRONBERG, B. **Surfactantes and polymers in aqueous solution**. 1997.
- Li, ZJ; Jaroniec, M; Lee, YJ; Radovic, LR. **High surface area graphitized carbon with uniform mesopores synthesised by a colloidal imprinting method**. Chemical Communications, 13, p. 1346-1347, 2002.
- Phillips, J; Kelly, D; Radovic, L; Xie, F; **Microcalorimetric study of the influence of surface chemistry on the adsorption of water by high surface area carbons**. J. Phys. Chem. B; v. 104, p.8170-8176, 2000.
- SILVA, Frank de. **Activated Carbon Filtration**. Published in water quality products Magazine, January, 2000.
- WORCH, Eckhard. **Adsorption Technology in Water Treatment Fundamentals processes and Modeling**, January 2012.

