

O USO DO CARVÃO ATIVADO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS 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

Universidade Federal de Campina Grande

Resumo

O uso racional da água é 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.

¹ Graduanda em Licenciatura em Química UACEN/CFP/UFCG

² Professora Dra Albaneide Fernandes Wanderley UACEN/CFP/UFCG

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 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 DALTIM (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 exempla 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 da molécula influencia 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 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 GEräte GmbH, para comparação, foram analisadas o solvente e a solução de sabão.

Figura-1: Meio filtrante de com carvão ativado



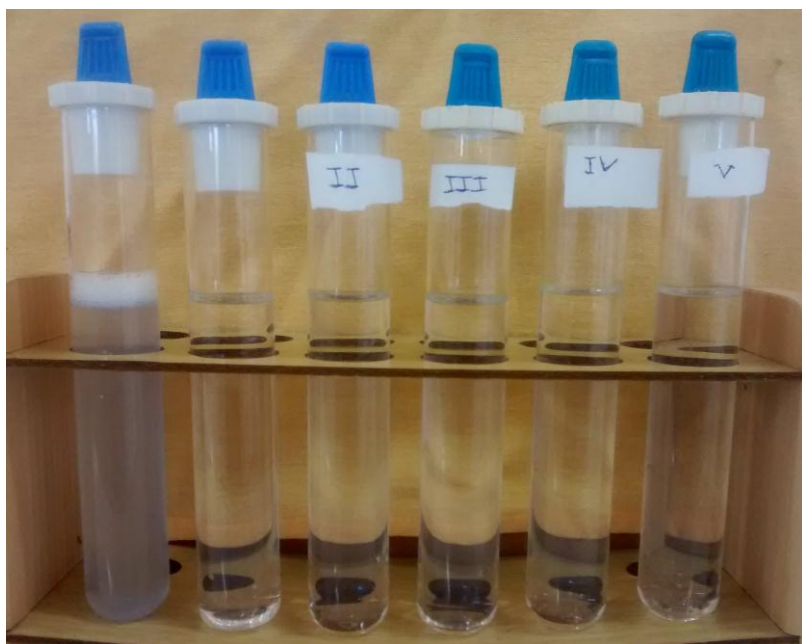
Fonte: Arquivo pessoal (2016).

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 $\mu\text{S/cm}$ 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 $500 \mu\text{S/cm}$ 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 da UFCG. 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.

	CaCO ₃ (mg L ⁻¹)
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.

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.