ESTUDO PRELIMINAR PARA UM SISTEMA DE PURIFICAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

PRELIMINARY STUDY FOR A CLEANING AND WATER REUSE SYSTEM

Pezzini, Alessandra¹; Brião, Vandrê B.¹; DE BONI, Luis A. B.^{2*}

¹ Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia. RS Brasil.

² Instituto MIX, Nova Prata.

** Autor correspondente
e-mail: labdeboni@gmail.com*

Received 25 November 2015; received in revised form 29 May 2016; accepted 15 June 2016

RESUMO

Os recentes eventos relacionados à falta de água no Brasil apontam para a necessidade de reaproveitamento da água residencial. No presente trabalho, foi realizada uma pesquisa para determinar alguma fonte de água doméstica que possa ser tratada e reaproveitada com o equipamento desenvolvido no trabalho, cujos componentes são produzidos pela indústria nacional ou disponíveis no mercado nacional. Foi selecionado o tratamento da água do banho proveniente do chuveiro. Os resultados dos parâmetros analisados, pH, condutividade, cor, turbidez, DQO, fósforo, sólidos suspensos totais, óleos e graxas, bactérias, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e coliformes totais, apontam que o equipamento desenvolvido precisa de ajustes, remoção de cheiro e otimização do tempo de residência do efluente no tanque de tratamento. Corrigidos estas inconsistências o sistema poderia ser convertido em um produto para a utilização doméstica em regiões onde existe a carência de água.

Palavras-chave: reúso de água do banho, eletrocoagulação, filtração, recirculação de água.

ABSTRACT

Recent events related to lack of water in Brazil demonstrated that the reuse of water is an issue that needs to be explored. In the present study a research was conducted to determine a source of domestic water that can be treated and reused with simple equipment, produced by national industry or available in the domestic market. It was selected the treatment of the bath water from the shower. The results of the parameters analyzed, pH, conductivity, color, turbidity, COD, phosphorus, total suspended solids, oil and grease, bacteria, total nitrogen, ammonia nitrogen and total coliforms indicates that the model used need adjustments, odor removal and optimization of the effluent residence time in the treatment tank. Corrected these inconsistencies the system could be converted into a product for domestic use in regions where there is a shortage of water.

Keywords: bathwater reuse, electrocoagulation, filtration, water recirculation.

INTRODUÇÃO

A falta de água é um importante desafio a ser superado, recentemente grande parte do Brasil passou por um período de escassez hídrica elevada (CALIXTO, B. e IMERCIO, A., 2014; Folha UOL, 2014).

Existem inúmeros meios para realizar o reaproveitamento da água, como um sistema para recuperação de águas residuais e reciclagem de água do chuveiro / banho para uso no tanque do toalete (Diemand, 1992), conforme a Figura 1. Conceitos similares são apresentados por Sanchez (1993), Figura 2, Rosenblatt (2000), Figura 3 e Stimpson (2009), Figura 4, entre outras.

Figura 1. Sistema de reciclagem de água do chuveiro/Banheira. US 5345625 A

Figura 2: Aparelho de reciclagem de água de chuveiro. US 5277218 A

Figura 3: Sistema residencial de reciclagem de águas residuais. US 6328882 B1

Figura 4: Aparelho de reciclagem da água residual de chuveiro. EP 2305899 A1

As figuras 1 a 4 demonstram que uma forma racional de reduzir o consumo de água potável é a utilização da água residual do banho como água de enxágue em vaso sanitário.

Outro meio possível para reaproveitar a água do chuveiro é apresentado nas patentes de Keeler (1988), Figura 5 e Lee (1992), Figura 6. Nestes sistemas parte da água utilizada é reaproveitada no próprio banho, reduzindo o

consumo de água e energia.

Figura 5: Chuveiro de reciclagem de água. US 4893364 A

Figura 6: Sistema de reciclagem de água usando água gasta reciclada com água fresca. US 5353448 A

Já Volpe (2003) apresenta um processo de tratamento de água que utiliza um tanque com um sistema de eletrocoagulação para purificar águas residuais tornando-as aptas ao reúso, conforme a Figura 7.

Grigg (2001) também apresenta um sistema eletrolítico para a remoção de contaminantes, conforme a Figura 8. Assim como Bertonecelj e Dragos (2012) descrevem o uso de processo eletrolítico para a purificação de líquidos, na Figura 9. Cerqueira *et al* (2010) e De Boni e Camana (2014) também exploram a

utilização da eletrocoagulação para o tratamento de efluentes.

Figura 7: Método de purificação de água. US 20070199868 A1

Figura 8: Aparelho de remoção de contaminantes e método de instalação. US 20050247571 A1

Figura 9: Aparelho de eletrocoagulação. EP 2644573 A1

Também existem produtos comercialmente disponíveis para reciclar e

reaproveitar a água do chuveiro, como o chuveiro da empresa sueca Orbital Systems. O sistema é muito bom no processo de filtragem da água para recirculação e economia de energia. A Figura 10 demonstra um dos modelos comercialmente disponíveis

Figura 10: Orbital Systems cabin shower.
<<https://orbital-systems.com/store/>>

Estes dez exemplos apresentam ótimos meios para reciclar e reaproveitar a água. E, a literatura sobre o tema é ampla e diversificada.

O presente trabalho visou estudar o reaproveitamento de águas residuais domésticas. Explorando a possibilidade de utilizar equipamentos comuns e disponíveis no mercado nacional para realizar a reciclagem da água atingindo os padrões de qualidade da EPA (2009) e WHO (2006).

DESENVOLVIMENTO

Foi construído um sistema eletrolítico utilizando-se uma fonte ATX (de computador) e latas de alumínio (de refrigerantes) como eletrodos, conforme a Figura 11.

O sistema simulou a recirculação da água do banho coletada em um recipiente de coleta (1), posteriormente captada por uma bomba (3) e recirculada no chuveiro (7), ou filtrada (4) e recirculada no chuveiro (7). Após a água ter sido utilizada a mesma foi conduzida para o tanque

(9) onde foi tratada e posteriormente retornou a caixa (1) para reuso.

Figura 11: Montagem representativa de um sistema de coleta e reciclagem de água.

A Figura 11 é constituída de 1- Caixa de coleta de água para recirculação; 2- válvula para eliminação de resíduos; 3- bomba de água; 4- filtro de água; 5- registro de água; 6- fonte ATX; 7- chuveiro doméstico; 8 - retorno de água tratada; 9- reator eletrolítico. A Figura 12 registrou a utilização de material reciclado, latas de alumínio, como eletrodos na eletrocoagulação (EC).

Figura 12: Execução de EC utilizando eletrodos reciclados.

Para realização dos ensaios de laboratório utilizou-se água misturada com sabão e detergente para simular a água do banho.

Foram realizadas as análises de

determinação do pH, condutividade, cor, turbidez, DQO, fósforo, sólidos suspensos totais, Óleos e Graxas, Bactérias, nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal e Coliformes Totais para determinar os parâmetros de qualidade obtidos após o tratamento da água, sugeridas por Scherer^b (2015) .

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A adição de 0,4 g/L de NaCl melhorou a condutividade elétrica do sistema, acelerando o processo eletrolítico de remoção das impurezas. Na Tabela 1 foi registrado que a condutividade elétrica aumentou aproximadamente 6 vezes em relação a condutividade inicial. É provável que resultados equivalentes sejam obtidos com a adição de 0,2 g/L de NaCl.

A adição de polieletrólitos para a floculação acelerou a remoção das impurezas após a eletrocoagulação.

Os parâmetros de controle de qualidade analisados e descritos na Tabela 1 devem ser melhorados para tornar o produto do processo mais adequado. Apesar disso, foi possível observar que a aparência visual da amostra, antes e após o tratamento, apresentou melhora considerável, conforme a Figura 13.

Figura 13: Amostras de efluente de água do chuveiro antes e após o tratamento.

Durante a etapa de eletrocoagulação o procedimento foi mais eficiente quando foi mantida a agitação constante do sistema.

Posterior ao tratamento, o cheiro da água

não era agradável. De acordo com Scherer^a (2015) isto pode indicar a presença residual de sulfato de hidrogênio.

Novas melhorias devem incluir a automação do sistema. O microcontrolador Arduino pode realizar uma sequência programada de ações para facilitar a operação da máquina.

Um produto desenvolvido nacionalmente foi uma opção para reduzir as importações de soluções tecnológicas para os problemas nacionais, gerando empregos e divisas no Brasil.

CONCLUSÕES:

Os resultados preliminares apontaram que o sistema apresenta questões a serem melhor desenvolvidas, como a eliminação do cheiro residual.

A remoção de cor foi bastante satisfatória. A utilização de eletrodos de latas de alumínio foi viável, porém os eletrodos tiveram vida útil relativamente curta.

Os resultados obtidos ainda não estão de acordo com o esperado, dentro dos padrões de qualidade de água. Experimentos e desenvolvimentos complementares são necessários para a adequação dos resultados.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Laboratório de Operações Unitárias da Faculdade de Engenharia – UPF e a UPFTec pelo apoio e suporte ao projeto.

REFERÊNCIAS:

1. CALIXTO, B. e IMERCIO, A. Crise da água em São Paulo: Quanto falta para o desastre?.
<<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2014/06/crise-da-agua-em-sao-paulo-quanto-falta-para-bo-desastreb.html>>.
2. Falta de água atinge 71% em SP; no país, 39% ficaram sem luz.
<<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2>

- 015/02/1587226-falta-de-agua-atinge-71-em-sp-no-pais-39-ficaram-sem-luz.shtml>.
3. DIEMAND, Jeffrey P. US 5345625 A, 1992.
 4. SANCHEZ, Ronald A. US5277218 A, 1993.
 5. ROSENBLATT, Joel H. US6328882 B1, 2000.
 6. STIMPSON, Robert W. EP2305899 A1, 2009.
 7. KEELER, Francis R. US4893364 A, 1988.
 8. LEE, Gary M. US5353448 A, 1992.
 9. VOLPE, Patrick. US20070199868 A1, 2003.
 10. GRIGG, Brian. US20050247571 A1, 2002.
 11. BERTONCELJ, Sandi; DRAGOS, Ana. EP2644573 A1, 2012.
 12. Orbital Systems. Cabin shower. Disponível em: <<https://orbital-systems.com/store/>>. Acesso em 05/07/2016
 13. RODRIGUES, B. M.; CERQUEIRA, A. A.; RUSSO, C.; MARQUES, M. R. da C. APLICAÇÃO DA ELETROFLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES GERADOS NA PRODUÇÃO DE ÓLEO. Periódico Tchê Química. V. 7, n. 14, 2010.
 14. De Boni, L. A. B.; Camana, J. REMOÇÃO DO CORANTE E RECICLAGEM DA ÁGUA DO EFLUENTE DO ENSAIO DE LÍQUIDO PENETRANTE ATRAVÉS DA ELETROCOAGULAÇÃO E REAÇÃO DE FENTON. Periódico Tchê Química. V. 11, n. 22, 2014.
 15. SCHERER, Tom^a. What's Wrong With My Water? Choosing the Right Test. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/h2oqual/watsys/wq1352.pdf>>. Mar. 2015. Acesso em 01 de Maio de 2015.
 16. SCHERER, Tom^b. Drinking Water Quality: Testing and Interpreting Your Results. Disponível em: <<https://www.ag.ndsu.edu/pubs/h2oqual/watsys/wq1341.pdf>>. Mar. 2015. Acesso em 01 de Maio de 2015.
 17. US Environmental Protection Agency. Table of Regulated Drinking Water Contaminants. 2009. Disponível em <<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/table-regulated-drinking-water-contaminants#three>>. Acesso em 01 de Maio de 2016.
 18. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. FIRST ADDENDUM TO THIRD EDITION. Volume 1 Recommendations. 2006. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf>. Acesso em 01 de Maio de 2016.

Tabela 1 - Caracterização dos efluentes antes e após o processo de tratamento proposto.

Parâmetro	Bruto	Eletrolisado	Método*
pH	6,4	7,0	1
Condutividade (µS/cm)	68,83	415,2	2
Cor (Hz)	75	13	3
Turbidez (NTU)	89	5	4
DQO (mg/L)	671,37	102,58	5
Fósforo (mg/L)	6,90 E ⁻⁰⁴	1,90 E ⁻⁰⁴	6
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	57,33	22,00	7
Óleos e Graxas (mg/L)	24,00	71,33	8
Bactérias (colônias)	1030	0	9
Nitrogênio Total (mg/L)	3,173	1,306	10
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,37	0	11
Coliformes Totais (colônias)	-	-	12

* Os métodos foram aplicados por bolsista do Laboratório de Operações Unitárias, da Universidade de Passo Fundo, Curso de Engenharia de Alimentos.

- 1 – Determinação do pH usando um pHmetro.
- 2 - Condutimetria
- 3 - Espectrofotometria
- 4 - Espectrofotometria
- 5 - Standart Methods 20st - Método 5220 D
- 6 - Adaptado do Standard Methods 21st - Método 4500-P E
- 7 - Adaptado do Standard Methods 21st - Método 2540 D
- 8 - Adaptado do Standard Methods 21st - Método 5520 D
- 9 - Petrifilm AC
- 10 - Adaptado do Standard Methods 21st - Método 4500-Norg B
- 11 - Adaptado do Standard Methods 21st - Método 4500-NH3 C