

Redução de impactos ambientais pelo tratamento de águas cinzas**Reduction of Environmental Impacts by Treatment of Gray Water**

DOI:10.34117/bjdv6n7-079

Recebimento dos originais: 01/06/2020

Aceitação para publicação: 03/07/2020

Samara Pereira Vieira

Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia.

Instituição: Instituto Federal da Bahia, Campus Paulo Afonso.

Endereço: Avenida Marcondes Ferraz, 200, General Dutra, CEP: 48607-000, Paulo Afonso, BA, Brasil.

E-mail: samara.maia@hotmail.com

Maria Gabriela da Silva Cavalcanti

Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia.

Instituição: Instituto Federal da Bahia, Campus Salvador.

Endereço: Rua Emídio dos Santos S/N, Barbalho, CEP: 40301-015, Salvador, BA, Brasil.

Email: mgaby.eq@gmail.com

Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco.

Instituição: Instituto Federal da Bahia, Campus Salvador.

Endereço: Rua Emídio dos Santos S/N, Barbalho, CEP: 40301-015, Salvador, BA, Brasil.

E-mail: luizufpe@yahoo.com.br

RESUMO

As *wetlands* se comportam como excelentes filtros naturais de águas por desempenharem um papel ecossistêmico na ciclagem de materiais e se tornam atrativas pelo baixo custo e fácil aplicação para a fitoremediação de águas residuárias domésticas (águas cinzas). Com base nisso, o presente trabalho consistiu em dimensionar e construir um protótipo de *wetlands*, a fim de realizar o tratamento de águas cinzas visto que a mesma traz consigo uma quantidade relevante de carga orgânica. A vegetação escolhida para compor o sistema foi a Baronesa (*Eichhornia crassipes*), pois, além de ser a espécie flutuante mais utilizada para esse tipo de tratamento, também vem causando grandes problemas com a poluição dos rios e lagos da cidade de Paulo Afonso – BA. Para o experimento foram recolhidos 100 L de efluente para um período de 9 dias no qual foram recolhidas amostras do efluente bruto e após o tratamento objetivando realizar o comparativo das mesmas. As variáveis físicas e químicas avaliadas foram pH, turbidez, DQO, e Sólidos Dissolvidos comparadas com os parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA. O pH se aproximou ao padrão estabelecido, e houve uma atenuação significativa de turbidez (92%), DQO (95%) e Sólidos Dissolvidos (56%). Os resultados obtidos após a análise constataram a eficiência do protótipo de *wetlands* construído com a utilização das baronesas como alternativa para redução de impactos causados pela água cinza.

Palavras-chave: Baronesas, Tratamento de água, Wetlands Construídos

ABSTRACT

How wetlands behave as excellent natural water filters by using an ecosystem role of material cycling and becoming attractive for the low cost and easy application for domestic wastewater phytoremediation (gray water). Based on this, the present work consists in designing and designing a model of Pantanal, an end to perform the wastewater treatment of the dairy industry seen that has the same maximum amount of payload. The vegetation chosen to compose or system was for Baroness (*Eichhornia crassipes*), besides being a floating species most used for this type of treatment, also presents major problems with the pollution of rivers and lakes in the city of Paulo Afonso - Ba. For the experiment with collection of 100 L of effluent for a period of 9 days, no samples of raw effluent samples were collected and after treatment aiming to perform or compare them. The technical and chemical variables evaluated were pH, turbidity, COD and dissolved solids compared with the parameters defined by CONAMA Resolution No. 430/2011. The pH is approximately the established standard, and there was a significant attenuation of turbidity (91%), COD (9%) and Dissolved Solids (92%). The results obtained after the analysis verified the performance of the wetland model and were constructed using barons as an alternative to reduce the impacts caused by gray water.

Keywords: Baronesses, Water Treatment, Constructed Wetlands

1 INTRODUÇÃO

A água tem se tornado cada vez mais um recurso escasso, seja pelo aumento populacional, com a elevação da demanda, seja pela redução da disponibilidade, por causa da poluição e contaminação de rios e lagos. Com esse problema, conseqüentemente, toda a população é afetada pela elevação dos preços da água, distribuição e problemas na qualidade. Tendo em vista que o recurso hídrico disponível é limitado, tem-se procurado alternativas que preserve as reservas de água e minimize os impactos ambientais (ARAÚJO; SANTOS; OLIVEIRA, 2020; MONTEIRO, 2015).

Diante dessa causa, o reuso da água se tornou crescente, surgindo com ele formas de realizar essa prática objetivando melhor saneamento na comunidade. Segundo Monteiro (2015), um desses meios que tem se apresentado bastante eficaz é o tratamento de efluentes residenciais. Esses que se dividem em águas negra/marrom (fezes), amarela (urina) e cinzas (lavação e banho), destaca-se a água cinza. Ela representa cerca de 50-80% do esgoto total produzido em uma residência, e se tratada, pode contabilizar uma economia de água potável de até 30% (AGUIAR, 2011).

As tecnologias adotadas para o procedimento têm características semelhantes ao tratamento de esgoto sanitário, incluindo as etapas físicas, químicas e biológicas. Dentre os biológicos, há os *wetlands* construídos, que consistem em sistemas artificiais dos *wetlands* naturais, sob condições controladas de engenharia (KNUPP, 2013). São caracterizados como sistemas sustentáveis, pois a partir dos seus processos degrada a matéria orgânica nutrindo as plantas utilizadas e melhorando a qualidade do efluente (ALMEIDA *et al.* 2018).

A espécie *Eichhornia Crassipes*, conhecida como baronesa, é uma das macrófitas flutuantes mais usadas para o tratamento de águas residuárias e para despoluição dos rios por serem altamente eficazes no armazenamento de grandes quantidades de elementos e possuir alta taxa de crescimento

(COELHO, 2017). Posto que a cidade de Paulo Afonso tem constantemente sofrido com a presença exagerada da espécie nos rios e lagos, essa foi a vegetação escolhida para compor o protótipo de *wetlands*, podendo-se tornar uma das formas de redução desse problema.

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo dimensionar e construir um protótipo de *wetlands* construído de fluxo horizontal a fim de realizar o tratamento de água cinza e garantir o descarte adequado, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA, e conjuntamente, fornecer a cidade de Paulo Afonso uma possibilidade para o destino da grande quantidade de baronesa que tem se multiplicado nos rios e lagos do município.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DIMENSIONAMENTO DO PROTÓTIPO

O dimensionamento do protótipo foi realizado considerando o efluente residual de águas cinzas e foi equacionado conforme apresentado nas Equações 1 a 4.

2.2 VOLUME DO REATOR

$$V = a \cdot b \cdot c \quad \text{Equação 1}$$

Onde a, b e c são as dimensões de um recipiente paralelepípedo.

2.3 TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICA

É o tempo médio (geralmente expresso em dias) em que os despejos líquidos permanecem em uma unidade ou sistema.

$$t = n \frac{V}{Q} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

t é o tempo de detenção hidráulica (dia);

n a porosidade do leito filtrante (m³ vazios/m³ material);

V o volume do leito (m³);

Q a vazão a ser tratada (m³/d).

2.4 CONSTANTE DE REAÇÃO CINÉTICA DE PRIMEIRA ORDEM

Pode ser obtida por equações empíricas que relacionam a constante de reação a 20 °C (K_{20}) com a equação modificada de Van't Hoff-Arrhenius:

$$K_T = K_{20} \cdot (1,06)^{T-20} \quad \text{Equação 3}$$

Onde T é a temperatura de operação

K_{20} é a constante de reação a 20°C

2.5 ÁREA DO WETLANDS CONSTRUÍDO

$$A = \frac{Q \cdot (\ln C_o - \ln C_e)}{K_T \cdot n \cdot H} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

Q é a vazão a ser tratada;

C_o a concentração afluente em termos de DBO_5 (mg/L);

C_e é a concentração efluente em termos de DBO_5 (mg/L);

K_T a constante de reação da cinética de primeira ordem, dependente de T (d^{-1})

H a altura da coluna d'água do reator.

2.6 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a construção do protótipo utilizou-se uma caixa d'água com capacidade de 100 L para armazenar o efluente bruto. Um organizador transparente de plástico com 0,2035 m² com camadas de areia e brita como leito para o tratamento do efluente e 4 recipientes de 20 L para coletar o efluente tratado de modo que a medida que fosse enchendo o recipiente fosse sendo substituído e dessa forma possibilitando o acompanhamento do tratamento, tendo em vista o tempo de retenção hidráulica já pré-determinado como mostrado nos cálculos de dimensionamento. Para as tubulações foram utilizadas uma vara de tubo PVC 20 mm x 6 m, 5 curvas de 90°, 1 flange, 1 tê, 2 tampões todos de material PVC e 2 registros do tipo esfera, com 20 mm. A Figura 1 mostra a construção da tubulação no leito de tratamento.

Figura 1: Construção do prototipo de Wetlands para tratamento de águas residuais



Fonte: Autoria Própria

2.7 FILTRO DE LEITO FIXO

O filtro de leito fixo foi composto por uma camada areia, seguida de uma camada de brita que na qual foi posicionada a tubulação de distribuição do efluente bruto. Esse filtro será responsável por reter os poluentes do efluente. Logo abaixo do filtro estará posicionada a tubulação de coleta do efluente tratado.

2.8 VEGETAÇÃO

As espécies de *Eichhornia crassipes* também conhecidas como baronessas foram recolhidas no Rio São Francisco na cidade de Paulo Afonso-BA. Por se tratar de uma espécie flutuante deixamos um espaço no leito para que pudesse encher com água bruta e garantir a permanência das plantas em meio flutuante.

2.9 TRATAMENTO ÁGUAS CINZAS ATRAVÉS DE WETLANDS CONSTRUÍDOS

O efluente residual foi recolhido foi proveniente de atividades domésticas. O volume de 100 L do efluente foram utilizados para realizar o tratamento que perdurou 9 dias. Para análise foram recolhidas 2 amostras sendo elas do efluente bruto e do último dia de tratamento para que pudesse ser realizado um comparativo do efluente de antes e após o tratamento no que tange aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430/2011 para qualidade de despejo de águas residuárias.

3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS EFLUENTES

3.1 DETERMINAÇÃO DO PH

Os valores de pH das soluções brutas e pós-tratamento das águas residuais foram medidos via pHmetro digital (Quimis, modelo: Q400AS) a 25 °C.

3.2 DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ

As medidas de turbidez foram realizadas via método nefelométrico (EATON et al., 2005), em turbidímetro de bancada (Turbidímetro multiprocessado DLM 2000B, Del Lab®).

3.3 DETERMINAÇÃO DE DQO

As análises de DQO foram realizadas via método colorimétrico (*Standard Methods 5220 D*) com bloco digestor do tipo TE-021 *DryBlock Digestor* (TECNAL). A DQO nas amostras foi quantificada por espectrofotometria (Spectrophotometer SP1105, Bel Photonics), tomando-se como branco um padrão água destilada (BioClass) (EATON et al., 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROTÓTIPO DE SISTEMA DE WETLANDS CONSTRUÍDO HORIZONTAL

Para a construção do protótipo de *wetlands* construído se fez necessária a realização de uma revisão bibliográfica em artigos e revistas científicas com o intuito de estudar os equipamentos e componentes a serem usados no modelo. Fundamentado nesse estudo, fez-se o cálculo a partir das equações apresentadas na metodologia em que se obteve o volume do reator ($40,7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$) de acordo com a Equação 1, o tempo de retenção hidráulica (3,44 dias), para uma vazão de $8,29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dia}$, Equação 2, com temperatura média de Paulo Afonso de 35° C, tendo como área do de 0,20349 m^2 , utilizando a Equação 3. Desse modo, por meio dos cálculos efetuados, foi possível a construção do protótipo e realização do tratamento. A Figura 2 mostra o protótipo de *wetlands* em funcionamento, construído com base em todas as etapas anteriormente descritas.

Figura 2: Tratamento de água residual de Águas Cinzas via *Wetlands* Construídos.

Fonte: Autoria Própria

5 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

A Tabela 1 apresenta os valores das variáveis para água cinza bruta, além dos valores para água tratada no *wetlands* construído. Nesta, destaca-se a eficiência da remoção da carga orgânica no sistema controlado com a espécie *Eichhornia crassipes* da região.

Tabela 1: Comparação de valores das variáveis medidas do efluente antes e após tratamento.

Variável	Bruto	Tratado
pH	7,49	7,25
Turbidez (UNT)	65,44	5,06
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	241,53	379,03
DQO (mg/L)	789,77	40,67
Sólidos Dissolvidos	257,88	112,64

Com base nos resultados obtidos, observou-se que houve uma diminuição nos valores das variáveis, caracterizando o efluente como adequado para o descarte. O pH apresentou-se na faixa da neutralidade, houve uma redução significativa de DQO (95%), Turbidez (92%) e também de Sólidos Dissolvidos (56%), e destaca-se o aumento da condutividade em 57%.

5.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

A caracterização do efluente bruto já se destacou como neutro, ao passar pelo processo de tratamento houve uma pequena redução. Prata *et al.* (2013) dizem que faixas de pH neutro possibilitam condições adequadas para o desenvolvimento microbológico na degradação da matéria orgânica, além de que o tempo de retenção hidráulica influencia diretamente de modo que Vymazal

e Brezinová (2016) relatam que o contato das plantas com o efluente é importante, visto que ela absorve metais pesados e nutrientes presente no meio. Outros pesquisadores já registraram pH acima de 9 para água cinza justificando que o uso de alguns produtos (sabão em pó, detergentes e amaciante) podem elevar o pH, todavia, o valor obtido da amostra analisada está na faixa indicada pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA para lançamento em curso d'água, entre 5 e 9.

5.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

Em termos de DQO, os dados indicam que os resultados obtidos foram bastante satisfatórios em consequência da influência das plantas e do biofilme formado proporcionando a filtração do efluente. A respeito da concentração de carga orgânica, ressalta-se que equivale a resíduos de gordura, sabão, resíduos corporais, dentre outros. Conquanto, o valor alcançado neste estudo apresenta eficiência de 95% de remoção, ao passo que Knupp (2013) obteve 74% também utilizando *wetlands* construídos de fluxo horizontal para o tratamento de águas cinzas.

A *Eichhornia crassipes* (baronesa) é bastante estudada por uma grande capacidade de crescimento vegetativo, já notado no Balneário Prainha de Paulo Afonso – BA, como mostra a Figura 3, é usada no protótipo por ser uma forma ecológica de tratamento de efluentes industriais e sanitários como um sistema biológico (COELHO, 2017).

Figura 3: Vista do Balneário Prainha de Paulo Afonso – BA infestado de *Eichhornia crassipes* (baronesas).



Fonte: Autorial Própria

Na maior parte dos casos, esses sistemas funcionam de forma eficiente, considerando a praticabilidade da redução de DQO, também da redução de Turbidez e Cor Aparente. O aumento da condutibilidade pode estar relacionado a quantidade de Sólidos Dissolvidos, justificando a presença de sais no meio. No entanto, os resultados colhidos são inferiores aos encontrados por Almeida *et al.* (2018) e Knupp (2013). Isso pode ser justificado pelo desempenho da baronesa atuando como

protagonista na medida em que é capaz de absorver e fixar em seus tecidos grandes quantidades de metais pesados e nutrientes (COELHO, 2017). Portanto, destaca-se a importância de meios alternativos e sustentáveis para o tratamento de águas residuárias, visto o crescimento populacional e a crescente produção de efluentes.

6 CONCLUSÃO

O protótipo de *Wetlands* mostrou boa eficiência em termos de dimensionamento constatado pelos resultados obtidos no efluente residual de Águas Cinzas tratado com o pH próximo ao padrão estabelecido, e uma diminuição significativa de Turbidez (92%), DQO (95%) e Sólidos Dissolvidos (56%) no qual se enquadraram nos parâmetros estabelecidos na Resolução nº 430/2011 do CONAMA e dessa forma podendo ser descartada ou reutilizada sem oferecer riscos a outros corpos d'água. Os resultados obtidos após a análise constataram a eficiência do protótipo de *wetlands* construído com a utilização das baronessas como alternativa para redução de impactos causados pelo efluente de águas cinzas, além de trazer alternativa para as autoridades locais da cidade de Paulo Afonso-Ba para solucionar o impacto causado pela grande quantidade das espécies que vem ocupando os rios e lagos da região.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, K. C. **Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinzas e com a coleta segregada de urina humana em uma edificação residencial multifamiliar**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

ALMEIDA, J. V. *et al.* Tratamento de águas cinzas através de “wetland” construído de fluxo horizontal com uso de *Begonia cucullata* cv. Hookeri. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 34, n. esp., p. 360-372, set. 2018. ISSN 2596-2809. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatestes/article/view/520>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

ARAÚJO, G. S.; SANTOS, Y. P.; OLIVEIRA, A. G. Avaliação do uso da moringa oleífera no tratamento de efluente proveniente de usina de concreto. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 32822-32835, 2020.

COELHO, J. C. **Macrofitas aquáticas flutuantes na remoção de elementos químicos de água residuária**. 2017. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2017.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011.

KNUPP, A. M. Desempenho de um sistema composto por um filtro anaeróbio e um wetland horizontal na produção de água para reúso predial a partir de água cinza clara. 2013. 157 f. **Dissertação (Mestrado em Poluição do Ar, Recursos Hídricos, Saneamento Ambiental)** - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

MONTEIRO V. R. C; SEZERINO P. H; PHILIPPI, L. S. **Caracterização e tratamento de água cinza residencial empregando a tecnologia dos Wetlands Construídos**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 12, n. 2 p. 0 93-109, jul./dez. 2015.

PRATA, R.C.C.; *et al.* **Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos cultivados com lírio-amarelo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.33, n.6, p.1144-1155, nov./dez. 2013.

VYMAZAL, J.; BREZINOVA, T. Accumulation of heavy metals in aboveground biomass of *Phragmites australis* in horizontal flow constructed wetlands for wastewater treatment: A review. **Chemical Engineering Journal**, v.290, p.232 -242, apr. 2016.