

**Avaliação cinética da utilização de *Hydrocotyle ranunculoides* L. no pós-tratamento de efluente de frigorífico****kinetic evaluation of the use of *Hydrocotyle ranunculoides* L. in the post-treatment of slaughterhouse effluent**

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-013

Recebimento dos originais: 20/05/2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

**Débora Cristina de Souza**

Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão (UTFPR-CM)

Endereço: Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 – Campo Mourão, PR, 87301-899

E-mail: dcsouza@utfpr.edu.br

**Sonia Barbosa de Lima**

Doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão (UTFPR-CM)

Endereço: Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 – Campo Mourão, PR, 87301-899

E-mail: sblima@utfpr.edu.br

**Matheus Bueno Patrício**

Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto Politécnico de Bragança

Instituição: Centro de Investigação Científicas Avançada da Universidade da Corunha, Espanha

Endereço: Rua da Maestranza, 9, 15001 Corunha, Galiza, Espanha

E-mail: matheus\_bueno29@hotmail.com

**Ana Paula Peron**

Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão (UTFPR-CM)

Endereço: Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 – Campo Mourão, PR, 87301-899

E-mail: anaperon@utfpr.edu.br

**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar um sistema de leitos cultivados nos pós tratamento do efluente de frigorífico utilizando a macrófita aquática *Hydrocotyle ranunculoides* L. avaliando a remoção e a cinética de DQO e fósforo total. Em escala de bancada foram montados recipientes com um litro de efluente recém coletado no frigorífico. O tempo de detenção total do efluente do frigorífico no sistema de tratamento foi de 48 horas, com amostragem no período de 3, 6, 12, 24 e 48 horas e foram analisados quanto a concentração de fosforo total, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). O pH variou de 7,85 para até 8,3, esta característica básica do meio pode ser a explicação para os resultados obtidos quanto a variação da DQO (45,9%) e do P total foi de 94%. O coeficiente de correlação ( $R^2$ ) obtido para DQO foi 0,5077 e do fosforo total 0,863. Os valores de k foram -0,015 e -0,012 para DQO e Fósforo Total, respectivamente. O valor encontrado para a equação ajustada de DQO neste trabalho não foi satisfatório quando comparado com outros trabalhos. Apesar disto, não se deve descartar *Hydrocotyle ranunculoides* neste tipo de tratamento, mas sua utilização deve ocorrer em conjunto com outras espécies.

**Palavras-chave:** fitotratamento, leitos cultivados, macrófitas aquáticas

#### **ABSTRACT**

This work aims to evaluate a system of beds grown in post-treatment of refrigerator effluent using the aquatic macrophyte *Hydrocotyle ranunculoides* L., evaluating the removal and kinetics of COD and total phosphorus. On a bench scale, containers with one liter of freshly collected effluent in the Slaughterhouse. The total effluent detention time in Slaughterhouse in the treatment system was 48 hours, with sampling over 3, 6, 12, 24 and 48 hours. and were analyzed for total phosphorus concentration, temperature, hydrogen potential (pH) and COD (Chemical Oxygen Demand). The pH varied from 7.85 to up to 8.3, this basic characteristic of the medium may be the explanation for the results obtained regarding the variation in COD (45.9%) and total P was 94%. The correlation coefficient ( $R^2$ ) obtained for COD was 0.5077 and for total phosphorus 0.863. The k values were -0.015 and -0.012 for COD and total phosphorus, respectively. The value found for the adjusted COD equation in this study was not satisfactory when compared to other studies. Despite this, *Hydrocotyle ranunculoides* should not be discarded in this type of treatment, but its use must occur in conjunction with other species.

**Keywords:** phytotreatment, system of bedsgrown, aquatic macrophyte

## **1 INTRODUÇÃO**

A atividade frigorífica além de consumir muita água também gera efluente líquido com alto potencial poluidor e por isso é caracterizada como de alto risco para o ambiente, podendo gerar impactos ambientais relacionados ao ar, água e solo (LOREZENTTI, ROSSATO, 2010).

Suas características são extremamente variáveis (NAIME E GARCIA, 2005). Estes efluentes possuem carga orgânica elevada devido à presença de sangue, alto teor de gorduras, fragmentos de tecidos, esterco, conteúdo estomacal não-digerido e conteúdo intestinal (PARDI et al., 2006), sendo altamente putrescíveis, entrando em decomposição imediatamente após a sua formação, e liberando odores tão desagradáveis quanto seu aspecto.

O lançamento indevido desses efluentes ocasiona modificações nas características da água e solo podendo contaminar o meio ambiente (PACHECO e WOLFF, 2004). A recuperação de áreas contaminadas pela atividade humana pode ser realizada por vários métodos. De acordo com Dinardi (2003) atualmente são preferidas às técnicas de descontaminação in situ, por perturbarem menos o meio ambiente, sendo de baixo custo e facilidades de aplicação.

Uma alternativa para pós-tratamento seria o sistema de leitos cultivados, que se dá principalmente pela ação de macrófitas aquáticas. A fitorremediação é uma técnica que utiliza sistemas vegetais para recuperar águas e solos contaminados por poluentes orgânicos e inorgânicos, que constituem um grave problema ambiental e de saúde humana (SCRAGG, 2007). Este tipo de sistema é de baixo custo e eficaz na melhoria dos parâmetros que caracterizam os recursos hídricos (SALATI, 2009).

Um fator importante para realizar esse tipo de técnica é a escolha da macrófita aquática. O critério da escolha de qual espécie utilizar nos sistemas de tratamento está associado à disponibilidade desta planta na região onde será implantado o sistema (IWA, 2000). As espécies nativas devem ser utilizadas na fitorremediação, por serem mais adaptadas ao clima, solo e comunidades de plantas e animais do local (COLARES et al., 2009).

Para Kincanon & McAnally (2004), a capacidade de um Sistema de leitos cultivados em remover poluentes é função de suas características físicas, químicas e biológicas. O desempenho dos sistemas pode ser descrito por meio de modelos matemáticos que, por sua vez, podem auxiliar na compreensão de como se processa a estimativa da remoção de poluentes e a dinâmica desta remoção no sistema.

Os modelos mais comumente utilizados para descrição da cinética de remoção do material orgânico em leitos cultivados são as equações de primeira ordem que predizem um decaimento exponencial da concentração afluente (Rousseau et al., 2004).

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar um sistema de leitos cultivados no pós-tratamento do efluente de frigorífico utilizando a macrófita aquática *Hydrocotyle ranunculoides* L. avaliando a remoção e a cinética de DQO e fósforo total.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O efluente foi coletado em um frigorífico no município de Campo Mourão, PR, sendo que este foi tratado por meio de sistema de lagoas de estabilização, o material para análise foi coletado na última lagoa, sendo esta, uma lagoa de maturação. Após a coleta da macrófita aquática *Hydrocotyle ranunculoides*, realizou-se a remoção dos substratos para que a biomassa fosse constituída prioritariamente por indivíduos da planta.

Depois foi montado o sistema de wetlands construído em nível de bancada utilizando recipientes de dois litros onde foram colocados aproximadamente 300 gramas de *Hydrocotyle ranunculoides* em cada recipiente. Em seguida adicionou-se um litro de efluente recém coletado no frigorífico em cada recipiente. Os recipientes foram dispostos próximos à janela, para que as macrófitas aquáticas recebessem quantidades adequadas de luz solar. O tempo de detenção total do efluente do frigorífico no sistema de tratamento foi de 48 horas, com amostragem no período de 3, 6, 12, 24 e 48 horas.

Com intuito de comparação, separou-se uma amostra que continha as características encontradas *in locu*, denominada de amostra zero. As análises de fósforo total (P total), temperatura, potencial hidrogeniônico (pH) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) foram realizadas seguindo a

metodologia presente no Standard Methods for the examination of water and wastewater (EATON, 2005).

Foi realizado ajuste dos dados experimentais de DQO solúvel, e Fósforo total aplicando-se modelo cinético de primeira ordem (LEVENSPIEL, 2000). O ajuste cinético dos dados experimentais forneceu a constante cinética de primeira ordem (k) para o processo de remoção de poluentes do sistema de tratamento estudado, conforme apresentado na Eq. 1:

$$\frac{C}{C_0} = e^{Kv * t^n} \quad (1)$$

em que:

C - Concentração de efluente, mg L<sup>-1</sup>

C<sub>0</sub> - Concentração de afluente, mg L<sup>-1</sup>

Kv - Coeficiente de decaimento do poluente, H<sup>-1</sup>

t - Tempo de detenção hidráulica, H

n - coeficiente associado ao aumento da resistência à degradação do material orgânico remanescente, adimensional

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH variou de 7,85 para até 8,3 (Tabela 1), a alta concentração de nitrogênio neste tipo de efluente pode ter contribuído para o caráter básico. A temperatura manteve-se na média de 22°C. Mesmo o pH sofrendo esse pequeno aumento, este parâmetro manteve-se dentro das normativas do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, resolução nº 357/2005, o mesmo ocorrendo com a temperatura.

Tabela 1- Resultado das análises químicas no experimento de fitotratamento com *Hidrocotyle ranunculoides* em efluente de frigorífico.

Intervalos (horas)	pH	DQO (mg/L)	P total (mg/L)
0	7,85	38,21	64,8
3	7,27	33,42	21,7
6	7,49	36,41	30,5
12	8,3	36,41	10
24	8,1	32,82	5,1
48	8,2	17,55	3,79

O metabolismo aquático está diretamente relacionado ao pH, com alterações na capacidade de decomposição dos microrganismos e alterando os compostos nitrogenados do meio. Para o desenvolvimento bacteriano o pH deve ficar na faixa de 6,3 a 7,9 (VYMZAL e KRÖPFELOVÁ,

2009), sendo esta, também a faixa que permite a melhor absorção de nutrientes pelas plantas aquáticas (ÓLGUIN, e SÁNCHEZ-GALVÁN, 2010).

Esta característica básica do meio pode ser a explicação para os resultados obtidos quanto a variação da DQO e do P total. A concentração inicial de DQO foi de 38,21 mg/L, e observou-se no período de 48 horas redução de 45,9%, sendo o valor final da DQO de 17,55 mg/L (Tabela 1). Não há regulamentação para valores de DQO, mas a diminuição dos valores deste parâmetro é extremamente importante, pois a DQO é a quantidade de oxigênio necessário para a oxidação da matéria orgânica. Quando a carga de matéria orgânica de um efluente é maior do que a capacidade de autodepuração do corpo d'água, o rio fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos e de odor e mortandade de peixes e outros seres aquáticos. Assim a redução de DQO é um reflexo da redução de matéria orgânica presente no efluente (CETESB, 2009).

Para fósforo total, o valor inicial da concentração foi de 64,8 mg/L após 48 horas a concentração foi de 3,79 mg/L (Tabela 1). Mesmo com redução de 94,1%, o processo não reduziu até a concentração aceita pelo CONAMA na resolução nº 357/2005, que é de 0,05 mg/L. O sistema apresentou melhores resultados que apresentados por outros autores como Philippi e Sezerino (2004), que em sistema de wetlands para esgoto doméstico apresentou entre 52% a 92% no índice de remoção; LOCASTRO et al (2012); GANSKE e ZATONELLI (2007), que apresentaram uma média de 60% na remoção. E no pós-tratamento de água retirada também de uma lagoa de maturação Ormonde (2012) conseguiu chegar ao valor médio de remoção de 53,79% utilizando a planta *Canna indica*.

O valor de coeficiente de correlação ( $R^2$ ) obtido para DQO foi 0,5077 (Figura 1a). O fósforo total apresentou correlação maior com  $R^2 = 0,863$  (Figura 1b). Os valores de k foram -0,015 e -0,012 para DQO e Fósforo Total, respectivamente. E o valor de k do fósforo foi maior, o que mostra que a velocidade de remoção, também, foi maior.

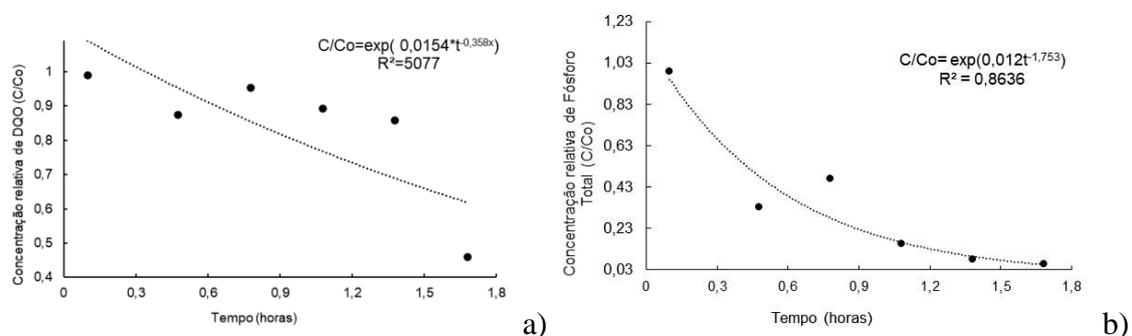


Figura 1- Tendência na alteração de na concentração de a) DQO e b) fósforo Total no experimento de fitotratamento com *Hydrocotyle ranunculoides* em efluente de frigorífico.

O valor encontrado para a equação ajustada de DQO neste trabalho não foi satisfatório quando comparado com outros trabalhos, pois Brasil et al. (2007) encontraram  $R^2=0,981$ , Chagas et al. (2011) encontraram  $R^2$  variando entre 0,75 e 0,977. A explicação para a baixa eficiência neste sistema pode estar na influência do pH do meio que ficou básica e acima da capacidade de desempenho tanto dos microrganismos como para plantas. O fósforo apresentou valor melhor para o modelo com  $R^2=0,8636$ , provavelmente por tratar-se de um macronutriente e de fácil absorção pelas plantas.

Outra explicação para o baixo desempenho em relação a constante cinética está na taxa de decaimento, pois a definição da reação de primeira ordem é que a taxa de decaimento é proporcional à concentração do reagente, isto significa que a relação tamanho do sistema/volume tem influência direta no tempo de detenção. Alguns autores também apontam isso como um fator importante neste tipo de sistema (Fia, 2009; Freitas, 2006). Assim seria importante repetir esse experimento com sistemas variados em tamanho e concentração do efluente.

#### **4 CONCLUSÃO**

Apesar da equação cinética apresentar um  $R^2$  baixo para DQO e fósforo Total, aliado a pouca capacidade de melhorar as condições externas com os valores de pH muito básicos para a permitir o metabolismo mais eficiente dos microrganismos e da planta, houve significativa contribuição da espécie na remoção destes compostos. Não se deve descartar *Hydrocotyle ranunculoides* neste tipo de tratamento, mas sua utilização deve ocorrer em conjunto com outras espécies.

#### **FONTE FINANCIADORA**

Fundação Araucária bolsa de extensão para aluno e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão apoio para execução do trabalho.

**REFERÊNCIAS**

- Brasil, M. S.; Matos, A. T.; Soares, A. A. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Thypha* sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.12, p.266-272, 2007
- CETESB. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Secretaria do Meio Ambiente. Governo de São Paulo. 2009. <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf> < acessado dia 22 de maio de 2015 as 22:45 >
- Chagas, Renata C., Matos, Antonio T. de, Cecon, Paulo R., Monaco, Paola A. V. Lo, & França, Luis G. F. (2011). Cinética de remoção de matéria orgânica em sistemas alagados construídos cultivados com lírio amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(11), 1186-1192.
- COLARES, C.J.G.; SANDRI, D.; BARBOSA, L.S.; CARVALHO, E.H. Tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados: remoção de matéria orgânica, coliformes e sólidos. *Revista Educação & Mudança*, n.22. 2009.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 357: Classificação dos corpos de água. Ministra Marina Silva. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 23 p.
- DINARDI, A. L. Fitorremediação. *FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS*, 3. 2003, Rio Claro. Anais... São Paulo: Faculdades Integradas Claretianas. 2003. p. 1-14.
- EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; RICE, E.W.; GREENBERG, A.B. (Ed.). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 2005.
- Fia, R.; Matos, A. T.; Fia, F. R. L.; Matos, M. P.; Lambert, T. F.; Nascimento, F. S. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.842-847, 2010.
- Freitas, W. S. Desempenho de sistemas alagados construídos, cultivados com diferentes espécies vegetais, no tratamento de águas residuárias da suinocultura. Viçosa: UFV, 2006, 159p. Tese Doutorado
- GANSKE, CATIA C. F.; ZANOTELLI, CLAIR T. Estudo de filtro de zonas de raízes como tratamento complementar de esgoto doméstico para comunidades rurais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 24, 2007, Belo Horizonte.
- IWA – Specialist Group on Use of Macrophytes in Water Pollution. *Constructed Wetlands for Pollution Control: Processes, Performance, Design and Operation*. Scientific and Technical Report. n. 8. London, England: IWA Publishing. 2000.
- Kincanon, R.; McAnally, A. S. Enhancing commonly used model predictions for constructed wetland performance: as-built design considerations. *Ecological Modelling*, v.174, p.309-322, 2004.
- LEVENSPIEL, O. Engenharia das reações químicas. Tradução da 3ª ed. Americana. Editora Edgard Blücher LTDA. 2000. MARIA, R. R. Avaliação da eficácia no tratamento de efluentes líquidos em frigoríficos. 2008. 71 f. Trabalho de Conclusão de curso em Engenharia Ambiental - União Dinâmica de Faculdades Cataratas. Foz do Iguaçu, 2008.

- LACASTRO, J. K.; SOUZAD.C.; LIMA, S.B. Tratamento dos esgotos sanitários gerados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Mourão – por zonas de raízes. Anais: Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012, 1 CD –ROM.
- LORENZETT, D. B.; ROSSATO, M.V. A gestão de Resíduos em Postos de Abastecimento de Combustível – Revista de Gestão Ambiental. Ponta Grossa – Paraná - Brasil/ v.06, n.02: p.110 – 125 – 2010.
- NAIME, Roberto; GARCIA, Ana C. Utilização de Enraizadas no Tratamento de Efluentes Agroindustriais. Estudos Tecnológicos em Engenharia, São Leopoldo, v. 1, p. 2-20, jul-dez. 2005.
- OLGUÍN, Eugenia J.; SÁNCHEZ-GALVÁN, Gloria. Aquatic phytoremediation: Novel insights in tropical and subtropical regions”, Pure Appl. Chem., USA v. 82, n. 1, p.27-38, Janeiro/2010. doi:10.1351/PAC-CON-09-02-13
- ORMONDE, V. S. da S. Avaliação de 'Wetlands' Construídos no Pós tratamento de Efluente de Lagoa de Maturação.2012. 96 f. Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental - Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade De Arquitetura, Engenharia E Tecnologia Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Edificações E Ambiental. Cuiabá, 2012.
- PACHECO, J. A. S.; WOLFF, D. B. Tratamento dos efluentes de um frigorífico por sistema australiano de lagoas de estabilização. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, v.5, p.67-85, 2004
- . PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia, ed: 2 UFG; v.1 p. 624, 2006.
- PHILIPPI, L. S. & SEZERINO, H. P. Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas. 1ª ed. Florianópolis/SC. Ed. do Autor 2004. 144p
- PINTO, A.C.A.; RODRIGUES, L.S.; OLIVEIRA, P.R.; SPERLING, M.V.; CRISÓTOSTOMO, C.M.; SILVA, I.J. Eficiência de lagoas de polimento no pós-tratamento de reator UASB no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec, vol.66, n.2. Belo Horizonte, 2014.
- Rousseau, D. P. L.; Vanrolleghem, P. A.; Pauw, N. D. Model-based design of horizontal subsurface flow constructed treatment wetlands: A review. Water Research, v.38, p.1484-1493, 2004
- SALATI, E.; SALATI FILHO, E.; SALATI, E. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. Instituto Terramax - Consultoria e Projetos Ambientais LTDA. Piracicaba. P. 1-23. Abril de 2009.
- SCRAGG, ALAN, Environmental Bioechnology, second edition. Oxford.2007. p
- Valentim, M. A. A. Desempenho de leitos cultivados ("construtedwetland") para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e operação. Campinas: UNICAMP/FEAGRI, 2003. 210p. Tese Doutorado
- VYMAZAL, jan.; KRÖPFELOVÁ, Lenka. Removal of nitrogen in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: a review. Wetlands, Netherlands, v. 29, n.4, p.1114-1124, dezembro/2009