

## II-149 – TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO DE AVES

**Camila Mascarenhas Florentino** <sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Pesquisadora do Centro Interdisciplinar de Estudo em Transportes da Universidade de Brasília CEFTRU/UNB).

**Fernanda Pereira de Souza** <sup>(2)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Mestranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (PTARH/UNB).

**Eveline Silva Moraes** <sup>(3)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Brasília (UCB).

**Douglas José da Silva** <sup>(4)</sup>

Engenheiro Químico pelo Centro Universitário do Sul de Minas. Mestre em Engenharia Química Área de Desenvolvimento de processos Biotecnológicos pela Universidade Estadual de Maringá. Doutor em Engenharia Civil Área de Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Diretor do Curso de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais na Universidade Católica de Brasília (UCB).

**Perseu Fernando dos Santos** <sup>(5)</sup>

Biólogo pela New Mexico State University. Mestre em Ecologia Aplicada e Estatística Ambiental pela New Mexico State University. Doutor em Ecologia e agronomia pela New Mexico State University. Pós-Doutor em Planejamento e Gestão Ambiental de projetos de desenvolvimento Regional pelo Drylands Research Institute da NMSU/USA.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Universidade de Brasília Campus Darcy Ribeiro – Edifício CEFTRU - Brasília -DF - CEP: 70919-970,- Brasil - Tel: (61) 33072058 - e-mail: [cmascarenhasflorentino@gmail.com](mailto:cmascarenhasflorentino@gmail.com)

### RESUMO

A indústria de abate de aves é muito importante para a economia do país. A elevação da produtividade e a busca do mercado internacional fazem com que haja um aumento no consumo de água o qual tem como consequência a maior geração de efluentes altamente poluidores. Essa água residuária apresenta elevada demanda bioquímica de oxigênio, sólidos em suspensão, material flutuante e óleos e graxas. Com o objetivo de tratar esse efluente foi proposto a utilização de uma mistura de enzimas (amilases, lipases e proteases) imobilizadas em terra diatomácea, as quais auxiliam no processo de tratamento. O presente trabalho avaliou em escala de bancada as condições de tratabilidade do efluente industrial, investigando a melhor relação peso/volume de solução (reagente), variando de 8% (peso/volume) a 24% (peso/volume), para obter resultados compatíveis com os padrões de lançamento estabelecidos na legislação. Os resultados demonstraram que a solução enzimática com concentração 20% (peso/volume) apresentou o melhor desempenho, removendo 94% da cor, 99% de óleos e graxas e 99% de coliformes da água residuária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água residuária, Tratamento de efluente, Efluente industrial, Mistura Enzimática.

### INTRODUÇÃO

Segundo Faccina (2006), o Brasil se destacou no mercado internacional de carnes, em 2004, tendo assumido a posição de maior exportador mundial de carne bovina e de frango. Nesse ano, a indústria avícola no país atingiu uma participação de 43% no mercado internacional. Estudos mostram que o consumo de carne de frango cresce mais que o de outras carnes, uma das razões, é o fato de ser mais acessível se comparada com as carnes vermelhas, bovina e suína. (Filho et al., 2005).

Dependendo dos processos de fabricação industrial há uma variação ampla de volume e concentração dos despejos. A caracterização dos efluentes é essencial para obter informações quanto a sua composição e assim determinar o sistema de tratamento mais adequado. (Mendes et al., 2005). Para Kummer et al. (2011) a descarga de efluentes, com tratamento insuficiente em corpos de água receptores, pode resultar em severos problemas ambientais, deterioração dos meios naturais e morte da fauna de rios e lagos. A quantidade de águas residuárias descarregadas das operações de transformação numa unidade de abate de aves pode variar de 5 a 10 litros por cabeça, sendo 7 litros/cabeça um valor típico. (Rajakumar et al., 2011)

Para o atendimento aos restritivos padrões de lançamento são recomendados procedimentos e tecnologias de controle efetivos para os efluentes industriais. Contudo, as diferentes composições físicas, químicas e biológicas; a potencialidade de toxicidade; as variações de qualidade e de volumes gerados nos processos produtivos e os diversos pontos de geração de águas residuárias demandam caracterização, quantificação e tratamento adequado dos efluentes líquidos anteriormente à disposição final no meio ambiente (de Nardi et al., 2005).

Para Mittal (2006), o tratamento de águas residuárias, provenientes de matadouros, passa por um pré-tratamento para a recuperação de proteínas e gorduras. Cerca de 40-60% dos sólidos ou aproximadamente 25-35% da demanda biológica de oxigênio (DBO) podem ser separados por pré-tratamento de triagem e sedimentação. Para águas residuárias de matadouros o tratamento anaeróbio é bem adequado, pois é rico em compostos orgânicos, com reduções típicas relatadas de até 97% de DBO, 95% SS e DQO 96%.

Um método alternativo para melhorar a qualidade do efluente tratado foi proposto por Pereira et. al. (2003). Neste método foi utilizada a hidrólise enzimática dos lipídeos que variou entre 8,1% a 22, 6%, com lipase microbiana de *Cândida rugosa*, buscando aumentar a eficiência dos biodigestores. As lipases hidrolisam os óleos e gorduras, reduzindo a concentração em efluentes com alto teor de lipídeos. Após a hidrólise enzimática houve um aumento da Demanda Química de Oxigênio (DQO) em 15% devido à concentração de lipídeos no efluente tratado (48,3g/L).

Valladão et. al. (2007) avaliaram o efeito da adição de um preparado enzimático sólido (PES), produzido pelo fungo *Penicillium restrictum*, por fermentação em meio sólido, numa etapa preliminar à biodegradação anaeróbia, tendo como finalidade a hidrólise dos triglicerídeos e proteínas presentes no efluente a moléculas mais simples. A adição desse preparado enzimático sólido à água residuária também promoveu a hidrólise das gorduras, liberando ácidos livres, enquanto a variação da DQO apresentada foi de 74%, 42% e 24%, dependendo da concentração do substrato introduzido, sendo que os níveis alcançados ficaram entre 500 e 1500 mg/L.

Ao avaliar o efeito de um Preparado Enzimático Sólido – PES num efluente de abatedouro de aves numa etapa preliminar à biodegradação anaeróbia, Schoenhals (2006) e Schoenhals et. al. (2006) relatam a utilização de enzimas como complemento ao tratamento convencional de efluentes. Segundo esse, a enzima que obteve o melhor desempenho dentre as outras analisadas, apresentou redução de 98% da cor, 90% de óleos e graxas, 98% da turbidez, 97% dos sólidos suspensos totais e 83% da DQO.

O presente trabalho teve o objetivo de estabelecer e avaliar em escala de bancada as condições de tratabilidade de efluentes industriais, otimizando a rotina operacional de aplicação do reagente, mistura enzimática de amilases, lipases e proteases, proposto para o tratamento de água residuária de abatedouro de aves. Foi investigada a melhor relação peso volume de solução (reagente) para obtenção do efluente tratado compatível com os padrões de lançamento estabelecidos na Resolução CONAMA nº 430 de 2011 que complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

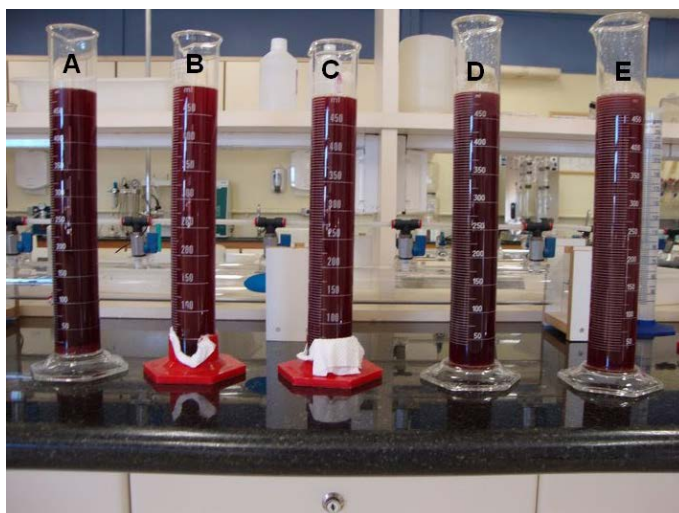
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A parte experimental deste trabalho foi realizada no Laboratório de Caracterização de Resíduos do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Católica de Brasília – UCB, durante o primeiro semestre de 2010, onde foram conduzidos os ensaios de sedimentação e a determinação dos parâmetros para avaliar a eficiência do tratamento. Os parâmetros analisados foram: Cor, DQO, pH, Sólidos Suspensos Totais, Óleos e Graxas, Turbidez e Coliformes. Todas as determinações dos parâmetros físico-químicos foram realizadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2005), tanto na caracterização inicial da água residuária quanto na análise do sobrenadante.

No experimento foi utilizada água residuária afluenta da estação de tratamento de um abatedouro de aves. O reagente usado nos ensaios foi preparado usando enzimas comerciais (amilases, lipases e proteases) imobilizadas em terra diatomácea. O procedimento de obtenção do reagente é mantido como trade secret.

O tratamento da água residuária feito por ensaio de sedimentação, teve como objetivo determinar a melhor concentração de reagente e o tempo necessário para que o rejeito fosse depositado no fundo da unidade obtendo a separação sólido líquido.

Nos ensaios de sedimentação, por meio de um sistema em batelada, utilizaram-se cinco provetas de 500 ml da água residuária à temperatura ambiente, Figura 1. A cada proveta foram adicionados 50 ml do reagente hidratado com concentrações de 8% (A), 12% (B), 16% (C), 20% (D) e 24% (E) p/v. As misturas da água residuária/reagente foram homogeneizadas com o auxílio de um bastão de vidro durante 20 segundos.



**Figura 1. Água residuária antes do tratamento**

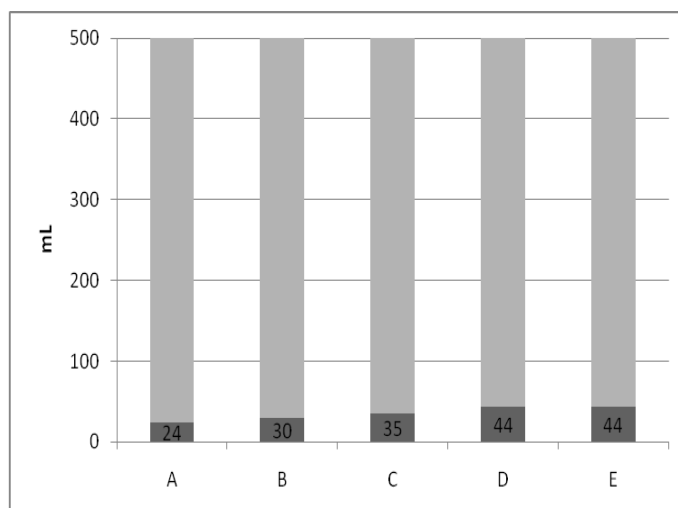
Após agitação iniciou-se a contagem cronométrica de sedimentação dos resíduos no decorrer da ação do reagente, sendo monitorada a sedimentação por um período de 120 minutos.

Em seguida a sedimentação, o sobrenadante foi segregado do rejeito para análise, conforme os parâmetros iniciais de caracterização da amostra, a fim de indicar os valores finais analisados. A quantidade de rejeito foi estimada para determinação do sedimento em cada concentração.

## **RESULTADOS**

Os padrões de lançamento de efluentes líquidos, de forma direta ou indireta, nos cursos d'água em âmbito federal são estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), que foi completada e alterada pela resolução CONAMA 430/11 (Brasil, 2011). Assim, toda fonte de poluição deve promover a adequação do efluente a ser descartado aos limites máximos descritos na resolução, por meio do gerenciamento das atividades para redução do potencial poluidor dos despejos com a implantação de um sistema de tratamento.

Ao fim do procedimento experimental de 120 min, foi possível identificar a separação sólido líquido, principalmente, nas concentrações C (16%), D (20%) e E (24%), relação p/v, conforme Figura 2.



**Figura 2. Sedimentação após a 120min**

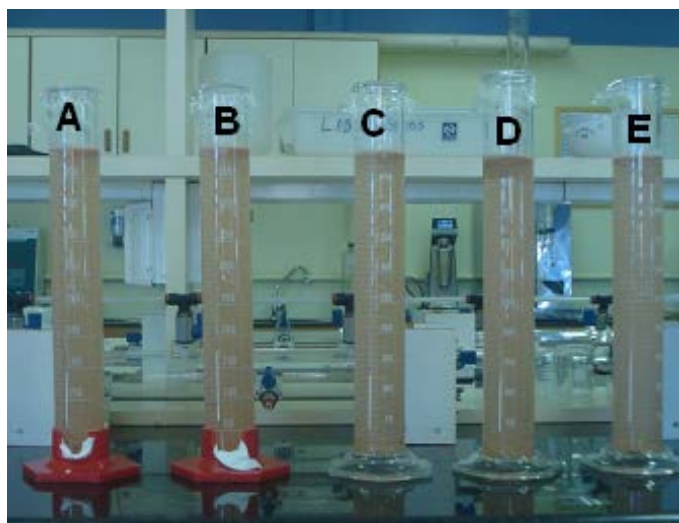
O resultado dos parâmetros analisados em relação à água residuária bruta e as amostras contendo a variação de concentrações obtiveram distinção quanto a todos os parâmetros, exceto para o SST, devido à contribuição de concentração da solução reagente. A Tabela 1 apresenta os resultados das análises realizadas.

**Tabela 1. Valores dos parâmetros analisados em laboratório**

Parâmetros	Valor De Referência*	Água Residuária Bruta	Conc. A 8%	Conc. B 12%	Conc. C 16%	Conc. D 20%	Conc. E 24%
Cor (mgPtCo/L)	Até 75	5080	2540	3580	496	314	406
DQO (mg/L)	-	1290	448	425	296	323	337
pH	5 a 9	6,22	12,48	12,49	12,45	12,40	12,36
SST (mg/L)	-	3645	3876	4020	3413	3339	3502
O&G (mg/L)	Até 50	818	54	88	105	9	76
Turbidez (UNT)	100	794	511	445	244	111	101
Coliformes Termotolerantes	1000	>10000	14,1	18,9	20,4	19,5	20,9

\*Resoluções CONAMA 357/05 e 430/11 – Aplicada a água doce de classe 2.

Em relação à cor, inicialmente foi observado um tom avermelhado devido à compostos inorgânicos de ferro presentes no sangue. Após tratamento, a cor, apresentou valores menores nas concentrações C, D e E, com variação pouco expressiva entre elas, tendo uma redução de 90 a 94%. Porém todas as concentrações obtiveram alterações visíveis quanto a esse parâmetro, Figura 3.



**Figura 3. Água residuária após o tratamento.**

A resolução CONAMA 357/05 não faz referência ao parâmetro DQO na classificação dos corpos d'água e nos padrões de lançamento de efluentes líquidos, porém algumas legislações ambientais estaduais estabelecem limites máximos para este parâmetro em seus padrões de lançamento (Aquino et. al., 2006).

Para Valente et al (1997), a DQO é um indicador de matéria orgânica baseado na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não. A concentração C foi a que se mostrou com o melhor valor de redução, igual a 77%.

Inicialmente a água residuária apresentou um potencial hidrogeniônico igual a 6,22, após a introdução do reagente as misturas apresentaram concentrações básicas, esse fato deve-se ao reagente apresentar características alcalinas, pH igual a 12.

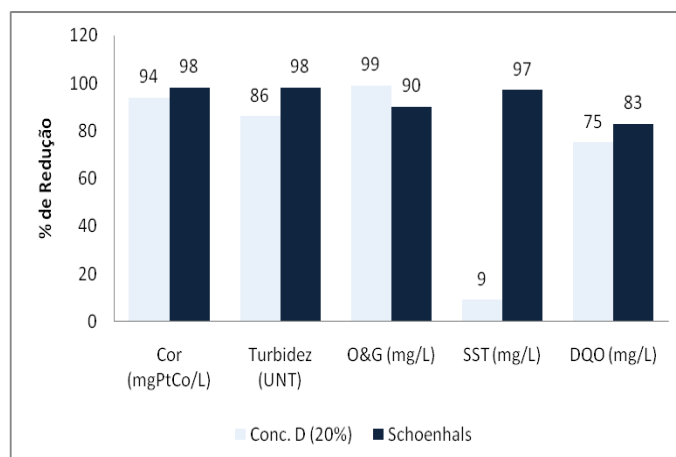
Em relação a óleos e graxas, o desempenho da concentração D foi a melhor dentre as outras, com uma remoção de 98,9%. Comparando os resultados das concentrações com o constatado na água residuária, pode-se observar a eficiência do reagente.

A amostra de água residuária analisada apresentou valores elevados de turbidez, o que exige procedimentos operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, quando do tratamento em estações de tratamento. Nas concentrações D e E a turbidez estabilizou-se apresentando valores aproximados, em contraste às diferenças entre as concentrações iniciais.

Brasil (2005), não especifica os limites de coliformes termotolerantes para lançamento de efluente, sendo considerado apenas para a classificação das águas. Como referência utilizou-se o valor para classe 2 de Água Doce. A remoção de coliformes foi considerável, porém não houve variação expressiva dos resultados entre as concentrações, a redução variou de 99% a 99,5%.

Dentre os ensaios feitos, a concentração D apresentou os resultados mais satisfatórios em relação à amostra e a menor concentração de reagente utilizada.

Confrontando os resultados obtidos pelo processo enzimático proposto por Schoenhals e os obtidos no presente trabalho (concentração D - 20% (p/v), a mistura de enzimas mostrou-se mais eficiente na redução de óleos e graxas, com remoção de 98,9% contra 90,5% de Schoenhals. Em relação aos outros parâmetros as diferenças percentuais foram pequenas exceto para a análise de SST, Figura 4.



**Figura 4. Comparativo da eficiência de remoção**

No método abordado por Schoenhals (2006) a separação sólido líquido foi realizada com flotação, onde utilizou-se vazões de ar na faixa de 0,2 a 1,0 L.min<sup>-1</sup>, com tempo de detenção variando de 110s a 20s. O trabalho em questão usou o método de sedimentação, onde com a ação da gravidade, a concentração com 20% (p/v), obteve melhor desempenho, finalizando a sedimentação por compressão após 120 min de ensaio.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A mistura enzimática que denota melhor desempenho em relação à remoção dos parâmetros analisados foi a concentração D (20% (peso/volume));

O reagente contribui para o aumento da concentração dos sólidos suspensos totais;

O pH alcalino das concentrações se deu ao fato da solução reagente apresentar essa característica, sendo assim necessário proceder uma correção deste após a inclusão do reagente;

A aplicação do reagente em concentrações superiores a 24% (peso/volume) resultaria num aumento de custos sem aumento significativo de eficiência;

Para tratamento da água residuária e enquadramento do efluente para lançamento em corpo receptor é necessário o uso de tratamento complementar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Baltimore: American Public Health Association, 2005.
2. Aquino, S. F. de; Silva, S. de Q.; Chernicharo, C. A. L.. Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios. Engenharia Sanitária Ambiental, v.11, n.4, p. 295-304, 2006.
3. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357. Diário Oficial da União, 17 de março de 2005.
4. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 430. Diário Oficial da União, 13 de maio de 2011.
5. De Nardi, I. R. ; Lima, A. R. de; Amorim, A. K. B.; Nery, V. D. Análise de séries temporais na operação de sistema de tratamento de águas residuárias de abatedouro de frango. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 10, n. 4, p. 339-346, 2005.
6. Faccina, C. O sucesso do agronegócio no Brasil e na Argentina: cinco casos. Revista de Economia & Relações Internacionais, v. 5 (edição especial), p. 80-101, 2006.

7. Filho, D. O. L.; Sproesser, R. L.; Tredezini, C. A. O.; Moretti, L. Determinantes da compra de carne de frango: saúde ou preço?. *Informações Econômicas*, SP, v. 35, n. 12, dez. 2005.
8. Kummer, A. C. B.; Andrade, L.; Gomes, S. D.; Fazolo, A.; Hasan, S. D. M.; Machado, F. Tratamento de efluente de abatedouro de tilápia com adição de manipueira na fase anóxica. *Eng. Agríc. Jaboticabal*, v.31, n.1, jan./fev. 2011.
9. Mendes, A. A.; Castro, H. F. de; Pereira, E. B.; Furigo Junior, A. Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. *Quím. Nova* [online]. 2005, v.28, n.2, p. 296-305. ISSN 0100-4042.
10. Mittal, G. S. Treatment of wastewater from abattoirs before land application-a review. *School of Engineering, University of Guelph, Guelph, Ont., Canada, N1G 2W1. Bioresource Technology Volume 97, Issue9 June 2006, Pages 1119-1135.*
11. Pereira, E. B.; Castro, H. F. de; Furigo A. J. Hidrólise enzimática do efluente proveniente de frigorífico avícola utilizando Lipase de *Candida rugosa*. In: *Anais do XIV Simpósio nacional de fermentações - SINAFERM*, Florianópolis/SC, 2003.
12. Rajakumar, R.; Meenambal, T.; Banu, J. R.; Yeom, I. T. Treatment of poultry slaughterhouse wastewater in upflow anaerobic filter under low upflow velocity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 8 (1), p. 149-158, 2011.
13. Schoenhals, M. Avaliação da eficiência do processo de flotação aplicado ao tratamento primário de efluentes de abatedouro avícola. Florianópolis: UFSC, Fevereiro de 2006. 99p. Dissertação de Mestrado.
14. Schoenhals, M.; Sena, R. F.; José, H. J. Avaliação da eficiência do processo de coagulação/flotação aplicado como tratamento primário de efluentes de abatedouro de frango. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia – Espírito Santo do Pinhal*, v. 3, n. 2, p. 005-024, Julho de 2006.
15. Valente, J. P. S.; Padilha, P. M.; Silva, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. *Eclét. Quím.* v.22, São Paulo, 1997.
16. Valladão, A. B. G.; Biagio, J. A.; Freire, D. M. G.; Cammarota, M. C. Avaliação da toxicidade de preparado enzimático sólido utilizado no tratamento anaeróbio de efluente de abatedouro de aves, II-117. In: *Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, ABES, v. 1, p. 1-8, 2007, Belo Horizonte.