

II-183 – OTIMIZAÇÃO DA BIODEGRADAÇÃO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO DE BOVINOS MEDIANTE ADIÇÃO DE BIOFERTILIZANTE

Erika Rabello Moretti⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental – modalidade Controle Ambiental, pela Faculdade de Tecnologia FT/UNICAMP.

Daniel Alexndre Morales

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pela FT/UNICAMP.

Regis Fernando Spadotim

Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental pela FT/UNICAMP.

Geraldo Dragoni Sobrinho

Mestre em Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil/UNICAMP.

Cassiana Maria Reganhan Coneglian

Doutora em Ciências Biológicas – Microbiologia Aplicada pela UNESP/Campus Rio Claro.

Endereço⁽¹⁾: Rua Paschoal Marmo, 1888 – Jd. Nova Itália – Limeira - SP - CEP: 13484332 - Brasil - Tel: (19) 2113-3359 - e-mail: erikarmoretti@yahoo.com.br

RESUMO

O setor de abate de bovinos, em crescente expansão, descarrega no ambiente um grande volume de águas residuárias com elevada concentração de carga orgânica e nutriente. Frequentemente, para o tratamento biológico de efluentes com alta carga orgânica empregam-se processos biológicos, dentre os quais o de lodos ativados. Embora bastante utilizado, o tratamento biológico pode ser limitado devido à ausência de nutrientes, essenciais ao adequado crescimento da microbiota que consumirá a matéria orgânica presente no efluente. Os biofertilizantes de uso agrícola possuem em sua composição quase todos os nutrientes, o que o torna uma alternativa para uso em estações de tratamento biológico de efluentes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de um biofertilizante comercial em otimizar a biodegradação do processo de lodos ativados no tratamento de efluente de abatedouro de bovinos. Testaram-se três taxas de aplicação do biofertilizante (1, 5 e 10%) ao tratamento do efluente pelo processo de lodos ativados. O trabalho foi conduzido em reatores com capacidade de 20L em escala piloto. O ensaio teve 8 horas de duração: 6 horas de aeração e 2 horas de decantação. O tratamento biológico por lodos ativados adicionado do biofertilizante foi efetivo para o efluente utilizado, obtendo-se 84% de remoção de DBO quando aplicado à taxa de 10%.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilizante, efluente de abatedouro de bovinos, remoção de DBO.

INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de abate de bovinos teve um aumento de 22% na produção de carne na última década (Regitano e Leal, 2010). Tal expansão acarreta em um aumento no volume de águas residuárias oriundas da atividade. O efluente originado em sistemas de abate de bovinos constitui-se por esterco, urina, conteúdo estomacal e intestinal, sangue, gorduras, fragmentos de tecido etc., além de água de limpeza. Devido à sua composição, tais efluentes caracterizam-se por alta carga orgânica, alto conteúdo de gordura, nitrogênio, fósforo, sais e pH variável em detrimento do uso de produtos de limpeza.

Efluentes com elevada concentração de carga orgânica, medida em Demanda Química de Oxigênio - DQO e Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO; e nutrientes (avaliados em termos de concentração de nitrogênio e fósforo) causam risco ao meio ambiente. Por isso é imprescindível realizar o tratamento dos efluentes para reduzir satisfatoriamente seu potencial poluidor.

Frequentemente, para este tratamento empregam-se processos biológicos, dado que costuma ser menos oneroso por dispensar a compra de produtos químicos, sendo seu principal gasto com consumo de energia para aeração, no caso de tratamentos aeróbios. Os principais processos biológicos de tratamento envolvem oxidação aeróbia, como lodos ativados, filtros biológicos, lagoas de estabilização; e anaeróbia, como os reatores anaeróbios de fluxo ascendente. Segundo Tizghadam *et al.* (2008), mais de 80% das plantas de tratamento

biológico de efluentes baseiam-se no princípio de lodos ativados, pois apresenta maior eficiência de tratamento e menores requisitos de área quando comparado a outros tratamentos biológicos.

Segundo Hammer e Hammer (2004) os efluentes tratados biologicamente devem conter suficientes concentrações de carbono, nitrogênio, fósforo e traços de nutrientes para garantir um crescimento adequado da biomassa microbiana. Usualmente esta adição de nutrientes e organismos realiza-se pela aplicação de esgoto doméstico como “semente”. Entretanto os biofertilizantes de uso agrícola, produtos biologicamente fermentados e com matéria orgânica como base, possuem em sua composição quase todos os nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, ferro etc.), variando em suas concentrações conforme a matéria-prima utilizada (Neto, 2006). Esta composição rica em nutrientes pode tornar os biofertilizantes uma alternativa para uso em estações de tratamento biológico de efluentes.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de um biofertilizante comercial de uso agrícola em otimizar a biodegradação do processo de lodos ativados no tratamento de efluente de abatedouro de bovinos. Esta avaliação foi realizada em escala laboratorial pela remoção de Demanda Química e Bioquímica de Oxigênio a partir de taxas de aplicação do biofertilizante ao tratamento por lodos ativados em reatores sequenciais em batelada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Efluente de abate de bovinos e biofertilizante

O efluente de abatedouro de bovinos utilizado foi obtido em empresa localizada na cidade de Piracicaba, SP. O material foi coletado após passar por um flotador e antes do tratamento biológico. As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente em frascos de plástico com capacidade para 50L, sendo utilizados no mesmo dia de coleta. O efluente do abatedouro constituiu o afluente dos reatores utilizados no trabalho e foi homogeneizado anteriormente ao uso.

O biofertilizante comercial foi fornecido pela empresa localizada na cidade de Limeira, SP. O biofertilizante líquido foi composto por 5% do produto comercial (sólido), 20% de esterco bovino e água. O composto comercial é um meio de cultura (probiótico) que alimenta os micro-organismos do rumem bovino em um processo denominado Compostagem Líquida Contínua (CLC®; D’Andrea, 2010). A mistura e fermentação de tal produto com água e esterco bovino gera um adubo biológico. A CLC® processa a grande diversidade dos grupos biológicos heterotróficos, com as suas necessidades e funções específicas e suas diferentes rotas fermentativas, alimentadas e dirigidas pelo meio de cultura utilizada.

Ensaio de biodegradação

O efluente do abatedouro de bovinos foi tratado por processo de lodos ativados em batelada por reatores em escala laboratorial. Para o experimento utilizou-se cinco reatores de plástico com capacidade para 20L. Estes reatores foram divididos em dois níveis/volumes: o primeiro nível (N1) com 6.600 mL e o segundo (N2) com 18.000 mL.

Primeiramente, conforme Figura 1, quatro destes reatores tiveram o volume N1 completado com o efluente do abatedouro de bovinos: em três reatores adicionou-se biofertilizante líquido ao volume N1 nas taxas de 1% (T1), 5% (T5) e 10% (T10); o quarto reator operou somente com o efluente estudado (TA). Em um quinto reator colocou-se o mesmo volume (N1) de esgoto doméstico.

O tratamento com esgoto doméstico (TE) foi utilizado com a finalidade de comparação entre os tratamentos utilizando-se o biofertilizante, visto que o esgoto doméstico é usualmente adicionado como “semente” para tratamento de efluentes. Assim, pode-se comparar qual produto (esgoto ou biofertilizante) melhor auxilia a biodegradação do efluente testado.

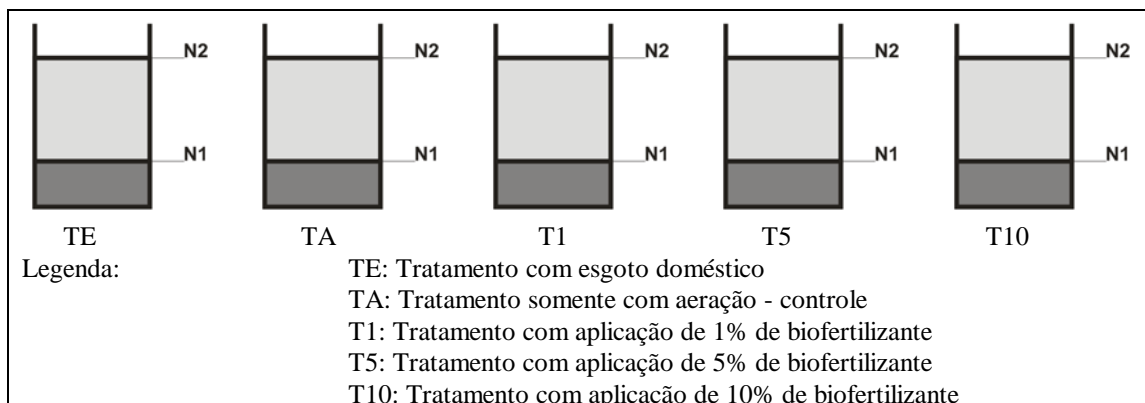


Figura 1 - Esquema dos reatores utilizados no presente estudo com os níveis N1 e N2.

Em todos os cinco reatores os 6.600mL de material contido em cada caso permaneceu sob aeração por 24 horas para aclimação dos micro-organismos naturalmente presentes. Após o período de aclimação, completou-se todos os reatores para o nível N2 com o efluente do abatedouro de bovinos.

A seguir o efluente permaneceu sob aeração constante por 6 horas. A aeração foi realizada por um compressor de ar (modelo ACQ-007, marca *Boyu*) e quatro difusores para aquário em cada reator. Seguido o tempo de aeração/tratamento, os reatores permaneceram em repouso para sedimentação por 2 horas, sendo então coletadas alíquotas do sobrenadante de cada reator.

O ensaio foi mantido à temperatura ambiente, sendo conduzido no mês de março de 2010 na Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT-UNICAMP), campus I de Limeira/SP.

Para avaliação do biofertilizante na remoção da carga orgânica do efluente de abatedouro de bovinos fez-se medições quanto à: oxigênio dissolvido (OD; durante o tratamento), pH, condutividade, cor, turbidez, alcalinidade, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo e nitrogênio total (NTK). Todos os procedimentos experimentais foram executados segundo metodologia AWWA (1995) no Laboratório de Análises Físico-Químicas da referida faculdade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efluente e biofertilizante

O efluente do abatedouro de bovinos e o biofertilizante apresentaram as características apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização do efluente e biofertilizante utilizados		
Parâmetro (unidade)	Efluente	Biofertilizante
pH	6,9	6,3
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	3.314	170
DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	3.779	1.005,2
DBO _{5,20} (mg/L)	2800	905,83
Cor ($\text{mg PtCo}/\text{L}$)	11.960	11.200
Turbidez (UNT)	984	1.410
Alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)	96	75
Fósforo ($\text{mg P}/\text{L}$)	49,6	2,8
Nitrogênio (mg/L)	346,7	32,03

O valor de pH 6,9 demonstra que o efluente não requeria correção deste parâmetro para ser tratado biologicamente. Os valores de DQO e DBO confirmam a alta carga orgânica deste tipo de efluente, justificando a busca por um tratamento que a remova adequadamente.

Tratamento biológico nos reatores

A Tabela 2 expressa a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) após 6 horas de aeração.

Tabela 2 – Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) nos reatores após 2 e 6 horas de tratamento

Reator*	OD (mg/L)	
	2 horas	6 horas
TE	4,2	2,2
TA	0,2	0,1
T1	0,2	2,2
T5	0,5	4,1
T10	1,0	4,6

*TA – tratamento com aeração; T1 – tratamento com 1% de biofertilizante; T5 – tratamento com 5% de biofertilizante; T10 – tratamento com 10% de biofertilizante; TE – tratamento com esgoto.

As elevadas concentrações de OD propiciaram ambiente adequado para que os micro-organismos presentes em cada reator pudessem degradar a matéria orgânica. Tal remoção de carga orgânica, assim como a variação dos demais parâmetros, pode ser observada na Tabela 3

Tabela 3 – Características físico-químicas do efluente após 6 horas de tratamento nos reatores de batelada em escala de laboratório

Amostra	EB	TE	TA	T1	T5	T10
Conductividade (µS/cm)	3.314	2.530	2.565	2.490	2.380	2.270
DQO (mg O₂/L)	3.779	1.780	1.775	1.655	1.590	1.230
DBO (mg/L)	2.800	1.230	745	600	655	460
Cor (mg PtCo/L)	11.960	8.080	9.960	8.120	8.680	7.960
Turbidez (UNT).	984	605	770	545	585	510
Alcalinidade (mg CaCO₃/L)	96	98	82	90	88	82
Fósforo (mg/L)	49,6	35,3	40,9	40,3	40,5	38,2
Nitrogênio total (mg/L)	346,7	196,1	284,2	255,8	244,4	221,7

*EB – efluente bruto; TA – tratamento sem biofertilizante; T1 – tratamento com 1% de biofertilizante; T5 – tratamento com 5% de biofertilizante; T10 – tratamento com 10% de biofertilizante; TE – tratamento com esgoto.

O tratamento T10 (aplicação de 10% de biofertilizante) apresentou melhores resultados para os parâmetros relacionados à carga orgânica, entretanto com relação à remoção dos nutrientes fósforo e nitrogênio o tratamento com esgoto doméstico (TE) mostrou-se mais eficiente.

Em relação à DBO (Figura 2) o tratamento de 8 horas (6 horas de aeração e 2 horas de sedimentação) com 10% de biofertilizante apresentou remoção de 84% se comparado ao efluente bruto, o que já o adequa à legislação paulista quanto a este parâmetro. Os tratamentos com 1 e 5% do biofertilizante apresentaram eficiência de remoção de 79% e 77%, respectivamente.

Supõe-se que aumentando o tempo de aeração e aclimação tais porcentagens de aplicação do biofertilizante poderiam remover maiores quantidades de matéria orgânica. E ainda, que a aplicação de outras porcentagens de biofertilizante poderia reduzir a DBO remanescente ao reator. Deste modo poder-se-ia optar entre maior taxa de aplicação ou maior tempo de reação.

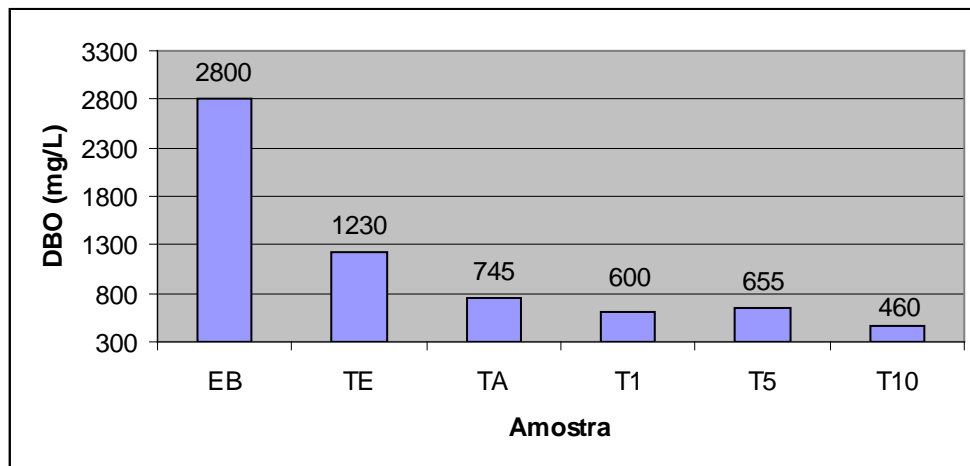


Figura 2 – DBO (mg/L) nas amostras EB, TE, TA, T1, T5 e T10 após 6 horas de tratamento nos reatores e do efluente bruto.

Legenda: EB – efluente bruto; TA – tratamento com aeração; T1 – tratamento com 1% de biofertilizante; T5 – tratamento com 5% de biofertilizante; T10 – tratamento com 10% de biofertilizante.

Embora apresentasse valores elevados de cor e turbidez, o biofertilizante contribuiu para a remoção destes parâmetros para todos os tratamentos, sendo que os tratamentos T1 e T10 apresentaram os melhores resultados com relação à cor 8.120 e 7.960 mg PtCo/L, respectivamente. A baixa remoção destes parâmetros foi notada para o tratamento controle, somente com aeração, o que demonstra que o biofertilizante foi efetivo independentemente da taxa de aplicação.

O tempo de adaptação dos micro-organismos degradadores é diferente para cada efluente, entretanto, para aplicação de metodologia padrão, que pudesse ser comparativa e executável, optou-se pelo tempo de 24 horas para a formação do lodo. Entretanto, como em estações de tratamento por lodos ativados este lodo é utilizado diversas vezes – a fim de manter a relação alimento/micro-organismos satisfatória para a eficiente floculação e consumo da matéria orgânica – supõe-se que com maior tempo de aclimação/idade do lodo, a remoção da carga orgânica seria mais acentuada.

CONCLUSÕES

O tratamento biológico por lodos ativados adicionado do biofertilizante apresenta-se efetivo para o rejeito de abatedouro e frigorífico de bovinos, com 84% de remoção de DBO quando aplicado à taxa de 10% em tratamento de 8 horas, sendo 6 horas de aeração e 2 horas de sedimentação. Entretanto mais estudos quanto às variações de taxas de aplicação e tempo de reação são necessários. Além disso, variações no processo, como tratamento com fluxo contínuo e reatores expostos à luz solar, também são necessários.

Como o biofertilizante apresentou bons resultados para remoção da carga orgânica para o efluente de abatedouro e frigorífico de bovinos, que apresenta altas concentrações de DBO, a metodologia proposta também pode apresentar resultados satisfatórios para efluentes provenientes de outros processos industriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Microbiol Biotecnologia pelo convênio celebrado com a FT/UNICAMP que permitiu a concessão de bolsas e aos técnicos do Laboratório de Ecotoxicologia e Microbiologia Ambiental “Prof. Dr. Abílio Lopes” – LEAL da Faculdade de Tecnologia da Unicamp: Gilberto de Almeida, Adria Caloto Oliveira, Anjaina Fernandes de Albuquerque e Josiane Ap. de Souza Vendemiatti.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. REGITANO, J.B. e LEAL, R.M.P. Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira. *R.Ci.Solo*, v. 34, p.601-616, 2010.
2. TIZGHADAM, M.; DAGOT, C.; BAUDU, M. Wastewater treatment in a hybrid activated sludge baffled reactor. *Journal Hazardous Materials*. p. 550-557, 2008.
3. HAMMER, M.J.; HAMMER Jr., M.J. *Water and wastewater technology*. 5th.ed. New Jersey: Prentice Hall International. 2004. 540 p.
4. NETO, E.A.T.N. *Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2006.
5. D'Andrea, P.A; Microbiol Indústria e Comércio LTDA., *Processo de compostagem líquida contínua – CLC e biofertilizante*. BR n. PI0207342-0. Dez, 2010.
6. AWWA/APHA/WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th edition. Washington. 1995.