



AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTE GERADO EM BIODIGESTOR ANAERÓBIO VISANDO APLICAÇÃO COMO FERTILIZANTE AGRÍCOLA

**Kuroki, V.¹; Almeida, L.F.¹; Novaes, A.P.²; Magnoni Jr, L.³;
Nogueira, A.R.A.⁴; Souza, G.B.⁵, Silva, W.T. L.⁶**

¹Graduanda em Química, Universidade Federal de São Carlos, em estagiária na Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos – SP. lilian@cnpdia.embrapa.br, viviankuroki@gmail.com

²Consultor - Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos – SP. novaes-consultor@cnpdia.embrapa.br

³Diretor - Escola Técnica Astor de Mattos Carvalho, Cabrália Paulista – SP. sofia@neobiz.com.br

⁴Pesquisadora - Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos – SP. anarita@cnpdia.embrapa.br

⁵Analista A - Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos – SP. gilberto@cnpdia.embrapa.br

⁶Analista A - Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos – SP. wilson@cnpdia.embrapa.br

Resumo

A geração de efluente a partir do tratamento de esgoto vem se incrementando, e sua disposição final representa uma questão a ser resolvida. Uma das alternativas encontradas é sua utilização na agricultura como adubo orgânico, podendo substituir parte da adubação mineral. Essa prática, além de benéfica do ponto de vista da reciclagem de nutrientes, representa uma economia de água no setor agrícola, que é cerca de 70% do consumo total no Brasil. Os objetivos desse trabalho são acompanhar o processo de biodigestão por meio de determinações físico-químicas e microbiológicas do efluente (CONAMA 357) e caracterizar o efluente gerado, em termos de quantidade de nutrientes e matéria orgânica. Um sistema biodigestor anaeróbio foi instalado na cidade de Cabrália Paulista, na Escola Técnica Estadual (ETEC) Astor de Mattos Carvalho, ligada ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). Foram determinados valores de pH, oxigênio dissolvido, potencial redox, condutividade e temperatura utilizando-se uma Sonda Multiparâmetros. O efluente foi caracterizado em termos de quantidade de macro e micronutrientes, via ICP-OES, com exceção do nitrogênio, que foi determinado através do método Kjeldhal. A matéria orgânica presente foi analisada por FTIR. O sistema de biodigestão apresentou resultados satisfatórios, do ponto de vista de redução das taxas de DQO, DBO e E. coli. Foram determinados valores de concentrações de macronutrientes e micronutrientes no efluente tratado, como Ca (50–70 mg/L), Mg (20 – 30 mg/L), P (15 - 50 mg/L), K (65-100 mg/L), N (224 -231 mg/L), e obteve-se os valores de pH sempre próximos de 7. A quantidade de oxigênio dissolvido (0,05 mg L⁻¹) mostra que o sistema se encontrava em regime anaeróbio. Os resultados iniciais mostraram que o biodigestor produz efluente que pode ser utilizado como fertilizante. A quantidade a ser utilizada dependerá do tipo de solo e cultura agrícola.

Palavras-chave: biodigestor, efluente, fertirrigação.



PHYSICO-CHEMICAL EVALUATION OF AN EFFLUENT TREATED IN ANAEROBIC BIODIGESTER REGARDING TO ITS APPLICATION AS FERTILIZER

Abstract

The effluent quantity obtained from sewage treatment is improving itself and its final deposition is a question to be solved. A real possibility is its agriculture use as organic fertilizer, to replace part of the mineral fertilization. This practice, besides its benefic action from the nutrients recycling point of view, represents water economy in agriculture, which is responsible for 70% of the total Brazilian water consumption. The objectives of this study are: analyze the biodigestion process by physical, chemical and microbiological determinations according to Brazilian legal parameters (CONAMA 357/2005) and characterize the treated effluent regarding to nutrient quantities and organic matter. An anaerobic biodigester was build in the “Astor de Mattos Carvalho” Agrotechnical School, in the city of Cabrália Paulista/SP. The values of pH, dissolved oxygen, redox potential, electrical conductivity and temperature were determined *in situ*. The effluent was also analyzed, regarding to macro- and micro-nutrients quantity, by ICP-OES. Nitrogen was determined by Kjeldhal method. The quality of the organic matter was observed by FTIR. The biodigestion process presented good results, as showed by the decreased values of the Chemical Oxygen Demand – COD, Biochemical Oxygen Demand-BOD and E. Coli. Some values of micro- and macronutrient were Ca (50 –70 mg/L), Mg (20 – 30 mg/L), P (15 - 50 mg/L), K (65-100 mg/L), N (224 -231 mg/L). The determined pH values were always close to 7.0. Dissolved Oxygen ($0,05 \text{ mg L}^{-1}$) showed that the system was in anaerobic conditions. FTIR analysis showed organic matter with characteristics of liability. The results showed that the biodigester produces an effluent able to be used as fertilizer. The quantity used depends on the soil characteristics and crop.

Key-words: sewage treatment, fertilizer, sustainability.

Introdução

É comum nas propriedades agrícolas o uso de fossas rudimentares, que contaminam águas subterrâneas e, obviamente os poços de água, os conhecido “poços caipiras”. Assim, há a possibilidade de contaminação dessa população, por doenças feco-orais. Alia-se a isso, o problema da escassez de água que é agravada em virtude da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. Dentro dessa ótica, os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação. O uso de biodigestores anaeróbios possibilita esta visão, pois é bastante eficiente, desde que seja bem manuseado. No Brasil, estudos envolvendo o uso de biodigestores têm sido utilizados em duas principais vertentes: (i) tratamento de efluentes e (ii) uso energético do biogás. Existe uma terceira vertente importante relacionada ao uso do efluente para melhorar a fertilidade de solo, e com isso, aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo.



Os trabalhos científicos sobre a utilização de esgotos tratados em práticas agrícolas têm demonstrado que sua disposição no solo adiciona uma série de substâncias que podem alterar suas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, afetando em geral, positivamente o desenvolvimento das plantas. Os resíduos de esgotos gerados após tratamento são constituídos essencialmente de água como a presença de minerais e matéria orgânica suspensa ou dissolvida. A principal vantagem na utilização de efluentes reside na recuperação de um recurso de grande importância para a agricultura – a água; além disso, os constituintes desses efluentes são produtos que podem aumentar a fertilidade dos solos por conter nutrientes essenciais às plantas. Por outro lado, melhoram também a aptidão agrícola dos solos, devido à MO que lhe é adicionada, com a conseqüente formação de húmus.

Neste projeto, uma unidade modelo de um sistema biodigestor anaeróbio foi instalado na cidade de Cabrália Paulista, na Escola Técnica Estadual (ETEC) Astor de Mattos Carvalho, ligada ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). Com esse sistema, os dejetos de suínos criados no local e dejetos humanos são tratados.

Os objetivos desse trabalho são acompanhar o processo de biodigestão através de determinações físico-químicas e microbiológicas do efluente (CONAMA 357) e caracterizar o efluente gerado, em termos de quantidade de nutrientes e matéria orgânica.

Material e Métodos

Para a realização dos ensaios foram coletadas amostras nos pontos 1 e 5, os quais correspondem ao efluente bruto (sem tratamento) e ao efluente tratado no sistema biodigestor, respectivamente.

Durante as coletas, foram determinados valores de pH, oxigênio dissolvido, potencial redox, condutividade e temperatura utilizando-se uma Sonda Multiparâmetros WTW modelo Multi340i.

No que se refere à fertilidade, o efluente foi caracterizado em termos de quantidade de macro e micronutrientes, bem como a matéria orgânica presente. Para tais ensaios, as amostras foram analisadas via ICP-OES, nos laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste, com exceção do nitrogênio, que foi determinado através do método Kjeldhal, no Laboratório de Saneamento da Universidade de São Paulo, juntamente com outros parâmetros relevantes de serem comparados com a Resolução nº 357 do CONAMA.

Investigou-se através da Espectroscopia de Absorbância na Região do Infravermelho (FTIR), entre outros ensaios, a qualidade da matéria orgânica presente no efluente tratado por um biodigestor unidade modelo, instalado em Cabrália Paulista –SP. Utilizou-se um espectrofotômetro de FTIR Perkin Elmer, Paragon 1000 PC, da Embrapa Instrumentação Agropecuária. Os espectros de pastilhas das amostras do efluente liofilizado, preparadas com 1,0 mg de amostra e 100 mg de KBr, foram obtidos a partir de 64 varreduras, com resolução de 4 cm⁻¹.



Resultados e Discussão

As análises físico-químicas determinadas *in situ* demonstraram que o sistema biodigestor encontra-se em condições favoráveis de funcionamento. Observou-se que a variação de temperatura entre 16,6 e 27°C encontradas nas análises das coletas realizadas até o presente momento, o processo de biodigestão anaeróbio ocorreu de maneira regular de acordo com os outros parâmetros analisados. O pH em cada ponto de coleta manteve-se na faixa de 7, sendo esse valor propício ao crescimento de microorganismos que degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio. Os resultados de oxigênio dissolvido (~0,05 mg/L) e potencial redox (~-3) apresentam-se relativamente baixos por se tratar de um sistema redutor. A condutividade elétrica caracteriza certo grau de salinidade presente no efluente, o que limita sua utilização em irrigação agrícola, mas não o seu uso como fertilizante, desde que controlado.

Os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas apresentados na Tabela 1, segundo os parâmetros estabelecidos pelo Conama nº 357/2005, obteve-se uma redução bastante expressiva quanto as taxas de DQO e DBO de aproximadamente 97% e 96% respectivamente, assim como o E.coli que apresentou uma redução de 99,9999% muito significativa do ponto de vista de redução de patógenos, porém ainda passível de melhora.

Foram determinados valores de concentrações de macronutrientes e micronutrientes no efluente tratado, como Ca (50 –70 mg/L), Mg (20 – 30 mg/L), P (15 - 50 mg/L), K (65-100 mg/L), N (224 -231 mg/L), Zn (0,10 – 0,30 mg/L), Fe (0,40 – 0,80 mg/L), Cu (0,05– 0,1 mg/L) e Al (0,12 – 0,50 mg/L).a fim de verificar o seu grau de fertilidade, sendo testado em plantações de milho e alface.

Observou-se nos espectros (Figura 1) uma banda centrada em torno de 3270 cm^{-1} , que é atribuída ao estiramento N-H de grupos aminas. Uma banda centrada em 1660 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento C=O de grupos carbonílicos. Também foi observada uma banda em 1624 cm^{-1} , atribuída ao estiramento de íons COO^- ligados a metais. Uma outra banda, em 1400 cm^{-1} é atribuída aos estiramentos ν (COO^-) de grupos carboxilatos, sendo estes resultados coerentes com o caráter ligeiramente alcalino do efluente. Na região de 1100 a 1000 cm^{-1} observaram-se bandas provenientes do estiramento C-O de polissacarídeos. A forte intensidade nessa região é praticamente constante nas amostras durante todo o processo de biodigestão, em virtude de muitos polissacarídeos apresentarem alta resistência à degradação biológica. A região de baixa frequência entre 800 a 400 cm^{-1} , é de difícil identificação, geralmente atribuída a compostos aromáticos e absorção de compostos silicatados (FAUSTINO, 2007).

Conclusões

O sistema biodigestor anaeróbio encontra-se em condições favoráveis de funcionamento, acompanhado pelas análises físico-químicas *in situ*.

Foram obtidos resultados satisfatórios, do ponto de vista de redução das taxas de DQO, DBO e E. coli, diminuindo as concentrações de contaminantes. As análises de macro e micronutrientes demonstraram a capacidade fertilizante do efluente que está sendo aplicado em experimento de campo.

As análises da matéria orgânica por Espectroscopia de Absorbância na Região do Infravermelho, mostraram tratar-se de um material ainda pouco degradado, evidenciando mudanças nas intensidades de absorções. Foi observada a presença de grupos funcionais nitrogenados, que quando da sua degradação, liberarão nitrogênio no solo.

O trabalho continua sendo desenvolvido, visando avaliar mais profundamente as características do efluente e suas condições de uso no solo.

Literatura Citada

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357 de 16 de março de 2005.

FAUSTINO, A.S. “Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo”; Dissertação de mestrado, 2007, 120 p.

Tabela 1. Tabela representativa das análises microbiológicas e físico-químicas realizadas no Laboratório de Saneamento da USP – São Carlos.

Ensaio feito de acordo com a 21ª edição do *Standard Methods*.

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 5	Parâmetros do Conama 357*
pH	6,24	7,36	6 A 9
Demanda Química de Oxigênio (Mg O ₂ / L)	9960	297 (~97%**)	4
Demanda Bioquímica de Oxigênio (Mg O ₂ / L)	4512	203 (~96%**)	10
Nitrogênio Nitrato (Mg N/L)	1,23	1,83	10
Nitrogênio Nitrito(Mg N/L)	< 0,001	< 0,001	1
Nitrogênio Amoniacal (Mg Nh ₃ -N/ L)	263	210	20
Fosfato Total (Mg PO ₄ 3-/L)	137	68 (~50%**)	0,15
Óleos e Graxas (Mg/ L)	397	87(~78%**)	70
E. Coli (Ufc 100/ MI)	7,6x10 ¹⁰	2,9x10 ⁵ (~99,9999%**)	4,0x10 ³
Sólidos Sedimentáveis (MI/ L)	140,0	Zero	1

*Condições e padrões de lançamento de efluente em corpos d'água enquadradas na classe 3 do CONAMA 357

** Taxa de redução dos valores obtidos do ponto 1 ao ponto 5

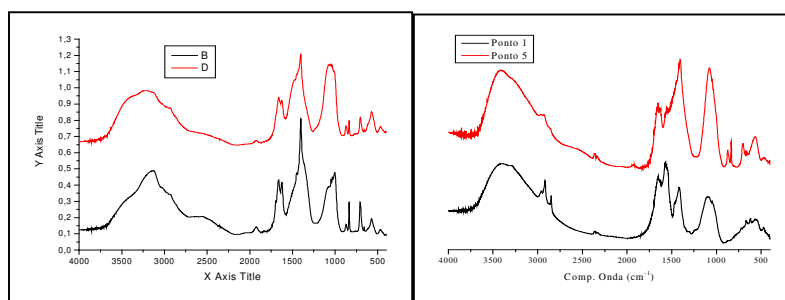


Figura 1. Ensaio com amostras do afluente e efluente (Ponto 1 e Ponto 5) das coletas realizadas em 20/05 e 11/08, respectivamente.