

Processo de biodigestão anaeróbia em uma granja de suínos

The anaerobic digestion process on a pig farm

Dangela Maria Fernandes^{1(*)}

Ricardo Nagamine Costanzi²

Armin Feiden³

Samuel Nelson Melegari de Souza⁴

Danilo Sey Kitamura⁵

Resumo

A biomassa é a abrangência de matéria vegetal e orgânica contida na disposição de resíduos oriundos das atividades agropecuárias, domésticas e municipais. Contudo, a disponibilidade e o aproveitamento da biomassa têm potencial para a solução dos problemas ambientais gerados pelos combustíveis fósseis. Nesse sentido, a suinocultura é considerada uma atividade de grande potencial poluidor que, por meio da tecnologia de biodigestão anaeróbia, permite o gerenciamento dos dejetos. Para avaliar se o tipo de tratamento empregado é eficiente, a caracterização da biomassa residual torna-se um procedimento muito importante. Objetivou-se, neste estudo, avaliar a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia no tratamento da biomassa residual em uma granja de suínos. Foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros de pH, alcalinidade, sólidos totais, DBO e DQO do efluente da granja no período de Outubro de 2010 a Maio de 2011. As variáveis analisadas permitiram verificar que os biodigestores têm operado com faixa média satisfatória de pH variando de 7,36 a 7,66, e obteve uma eficiência de remoção global de 67,38% e 52,61% para DBO e DQO, respectivamente. Assim, os resultados sugerem que foi eficiente a depuração da biomassa pelo processo de

- 1 MSc.; Engenheira Ambiental; Doutoranda em Agronomia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Endereço: Rua Pernambuco, 1777, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil; E-mail: dangelafer@hotmail.com (*) Autora para correspondência.
- 2 Dr.; Engenheiro Civil; Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, CEP: 86036-370, Londrina, Paraná, Brasil; E-mail: ricardocostanzi@gmail.com
- 3 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Endereço: Rua Pernambuco, 1777, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil; E-mail: armin.feiden@gmail.com
- 4 Dr.; Engenheiro Mecânico; Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Endereço: Rua Universitária, 1220, Jardim Faculdade, CEP: 85819-110, Cascavel, Paraná, E-mail: melegsouza@hotmail.com
- 5 Engenheiro Eletricista; Mestrando em Energia na Agricultura na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Endereço: Rua Universitária, 1220, Jardim Faculdade, CEP: 85819-110, Cascavel, Paraná, E-mail: dankitamura@gmail.com

Recebido para publicação em 15/05/2012 e aceito em 06/08/2014

biodigestão anaeróbia, sendo condizente com sistemas de tratamentos semelhantes, porém, para garantir maior eficiência deste processo, torna-se importante o monitoramento do manejo da biomassa e manutenção dos biodigestores.

Palavras-chave: suinocultura; manejo de dejetos; tecnologia de tratamento.

Abstract

Biomass is the scope of plant and organic matter contained in the disposal of waste arising from agricultural, domestic and municipal activities. However, the availability and use of biomass have the potential to solve the environmental problems caused by fossil fuels. In this sense, the swine is considered an activity of great pollution potential, which through anaerobic digestion technology allows management of waste. And evaluating the type of treatment used is efficient characterization of residual biomass has become a very important procedure. The aim of this study was to evaluate the efficiency of the process of anaerobic digestion in the treatment of residual biomass in a swine herd. Physico-chemical analysis of the parameters of pH, alkalinity, total solids, DBO and DQO of the effluent from the farm in the period October 2010 to May 2011 were performed. Variables analyzed allowed us to verify that the digesters are operated with satisfactory average range pH ranging from 7.36 to 7.66, and obtained an overall removal efficiency 67.38% and 52.61% for DBO and DQO, respectively. Thus, the results suggest that was efficient purification of the biomass by anaerobic digestion process and is consistent with similar systems treatments, however, to ensure higher efficiency of this procedure, it is important to monitor the management and maintenance of biomass digesters.

Key words: swine; manure management; treatment technology.

Introdução

A biomassa é considerada uma fonte de energia renovável devido ao fato de que a sua reposição na natureza pode ser realizada sem grandes dificuldades, em prazos de apenas alguns anos ou até menos, ao contrário dos combustíveis fósseis, os quais a reposição natural envolve milhares de anos e condições favoráveis (SILVA, 1996). Segundo Staiss e Pereira (2001), a biomassa pode ser definida como a massa total de matéria orgânica que

se acumula em um espaço vital, pertencendo a ela todas as plantas e os animais, incluindo seus resíduos.

A biomassa residual das atividades agropecuárias constitui uma vasta reserva energética de que o Brasil dispõe, mas, que está inerte e espalhada pelos campos do país, esperando para ser usada. Seu aproveitamento sinaliza para novas oportunidades de geração de emprego e renda, e da promoção do desenvolvimento com sustentabilidade (BLEY JÚNIOR et al., 2009). Entretanto,

essa disponibilidade da biomassa e seu aspecto poluidor tornam-se alvo de pesquisas, que, diante da preocupação mundial em torno da questão ambiental, buscam alternativas pelo uso crescente desta fonte como um vetor energético moderno e potencial solução para os problemas ambientais gerados pelos combustíveis fósseis.

Nesse contexto, a suinocultura é de grande importância socioeconômica, especialmente nos estados do Sul do Brasil, além de responsável pela geração de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia suinícola (MIELLE, 2006). Contudo, essa atividade trouxe consigo não somente contribuições, mas também problemas, com o crescimento desenfreado da produção sem o devido planejamento, gerando passivos ambientais (BORTOLI et al., 2009). Assim, o principal efeito referente à suinocultura está relacionado com os resíduos gerados, decorrente da elevada carga orgânica biodegradável e carga de nutrientes presentes, que podem causar contaminação do solo, lençol freático e atingir os corpos hídricos (KUNZ et al., 2005).

Diante disso, a tecnologia de biodigestão anaeróbia por biodigestores é uma alternativa para o gerenciamento dos dejetos de suínos (PERDOMO et al., 2003). Para Chernicharo (2007), a biodigestão anaeróbia tornou-se uma tecnologia de boa aceitação para o tratamento biológico de águas residuárias uma vez que, além da redução da carga orgânica, tem-se também a produção do biogás permitindo agregar valor aos efluentes. Sendo assim, o uso de biodigestores para o tratamento dos resíduos da suinocultura gera como

subprodutos o biogás e o biofertilizante, o que vem permitindo a muitos suinocultores um incremento ao valor de seus sistemas produtivos, por meio da geração de energia proveniente do biogás, que pode ser utilizada na atividade ou vendida através da Geração Distribuída (GD), além da comercialização de créditos de carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

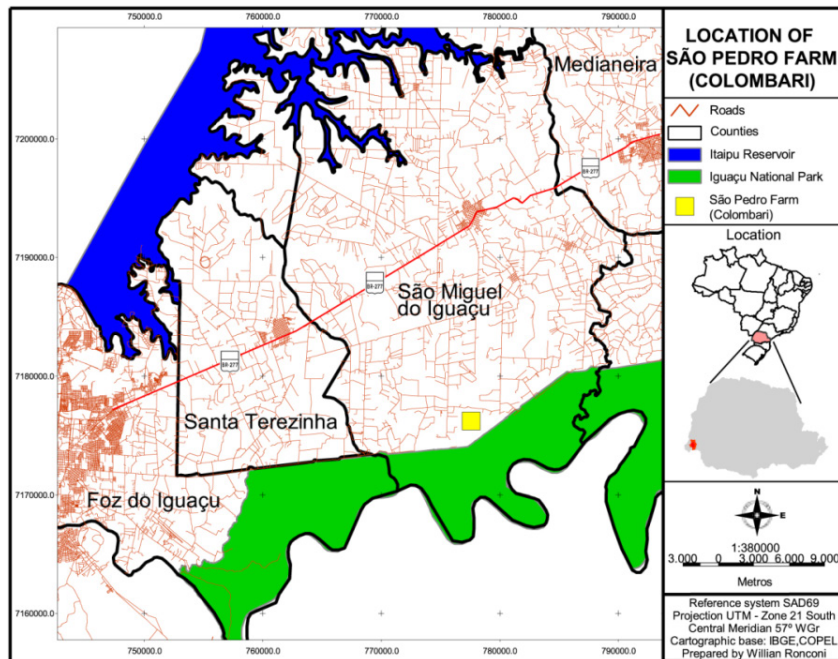
Dessa forma, a caracterização da biomassa é um procedimento importante para possibilitar a avaliação do tipo de tratamento realizado e os impactos ambientais relativos à disposição inadequada dos resíduos. Em vista disso, o sistema de produção utilizado em cada granja é que define o grau de diluição dos dejetos e suas características físico-químicas. Assim, no sistema de tratamento deve se considerar os tipos de bebedouros, manejo e limpeza (DARTORA et al., 1998). O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia no tratamento da biomassa residual em uma granja de suínos.

Materiais e Métodos

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado na Unidade Granja Colombari (UGC), localizada no município de São Miguel do Iguçu, no Oeste do Paraná, cujo mapa de localização é apresentado na figura 1. A unidade produtiva possui uma área total de 250 hectares e desenvolve a atividade de suinocultura na fase terminação com capacidade de produção de cinco mil animais.

Figura 1 - Mapa de localização da Unidade Granja Colombari



Fonte: Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) (2011).

Ressalta-se que esta propriedade rural é uma das unidades de demonstração do Projeto Geração Distribuída de Energia Elétrica com Saneamento Ambiental, que visa estimular o saneamento ambiental com foco, principalmente, na Região Oeste do Paraná.

Sistema de produção de suínos

A geração de biomassa residual na Unidade Granja Colombari está interligada principalmente a fatores de manejo, sistema de abastecimento de água e procedimentos de limpeza. Assim, o sistema de produção é realizado com suínos na fase de terminação (Figura 2), que inicia o processo de engorda com aproximadamente 25 kg/cabeça e finaliza com 120 kg/cabeça. Durante toda a fase de engorda, o consumo médio

de ração por cabeça é em torno de 2,8 kg de ração/dia, sendo produzida no próprio local a partir do farelo de soja e milho triturado.

Figura 2 - Sistema de produção de suínos na fase de terminação



Fonte: Autor (2012).

O sistema de desmamentação dos animais é do tipo chupeta (*nipple*),

regulado com a angulação adequada, entre 30 e 60° para evitar desperdícios (Figura 3). Adota-se a regulação da altura, conforme o crescimento dos animais, para valores de aproximadamente 10 cm acima do dorso dos suínos, sendo que, as baias possuem dez animais para cada bebedouro.

Figura 3 - Sistema de dessedentação dos suínos



Fonte: Autor (2012).

No sistema de limpeza da granja, prioriza-se a lavagem com mangueiras sob pressão após a limpeza por raspagem (Figura 4), sendo esse modelo considerado econômico e racional. Este procedimento de limpeza por raspagem é realizado durante todo o ciclo de ganho de proteína animal, ocorrendo à limpeza por lavagem programada com utilização de sanitizantes a base de glutaraldeído e cloreto de benzalcônio, apenas no fim de cada ciclo, de modo a aumentar a concentração de sólidos na biomassa, permitindo assim, menor diluição dos dejetos sem reduzir o potencial de produção de biogás.

Figura 4 - Sistema de limpeza por raspagem



Fonte: Autor (2012).

Sistema de tratamento

O sistema de tratamento da UGC foi implantado em 2006 para tratar a biomassa residual proveniente de 3.000 suínos, porém, com o aumento da produção para 4.400 animais, o sistema foi ampliado. Atualmente, o sistema de tratamento é composto por dois biodigestores em série (Figura 5), ambos modelo canadense, operando em sistema contínuo e geram como subprodutos desse processo, o biogás e o biofertilizante, sendo que esse sistema é seguido de um tanque de armazenamento para o biofertilizante.

Figura 5 - Biodigestores implantados em série na UGC



Fonte: Autor (2012).

A tabela 1 apresenta os dados dos biodigestores implantados na UGC, em função da vazão, do Tempo de Retenção Hidráulica (TRH) e da estimativa de produção de biogás.

Tabela 1 - Dados referentes aos biodigestores

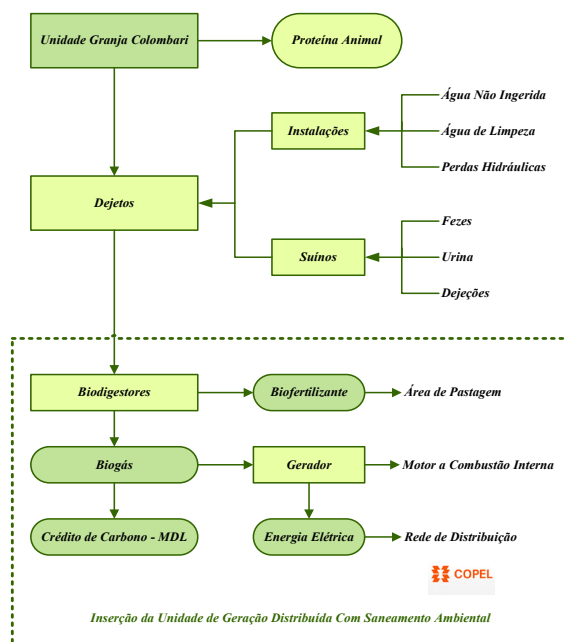
Ano	Número de Suínos	Biodigestores	Vazão (m ³ /dia)	TRH (Dias)	Biogás (m ³ /dia)
2006	3.000	1	30	30	600
2009	4.400	2	50	35	1.230

Fonte: Autor (2012).

Dessa maneira, a inserção da geração distribuída na Unidade Granja Colombari (Figura 6) associa a geração de biomassa residual proveniente de dejetos de suínos que, por meio do processo de biodigestão anaeróbia, é tratada em biodigestores, gerando, como subprodutos desse processo, o biofertilizante, aplicado na pastagem para a criação dos bovinos de corte e o biogás, utilizado para a geração de energia elétrica, responsável por sustentar todo

o consumo interno da propriedade rural. O excedente de energia elétrica gerada é comercializado à distribuidora de energia local, a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), conforme regulamentado atualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Dessa forma, o biogás, além de gerar energia elétrica, proporciona também a comercialização dos créditos de carbono, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Figura 6 - Inserção da geração distribuída na Unidade Granja Colombari



Fonte: Autor (2012).

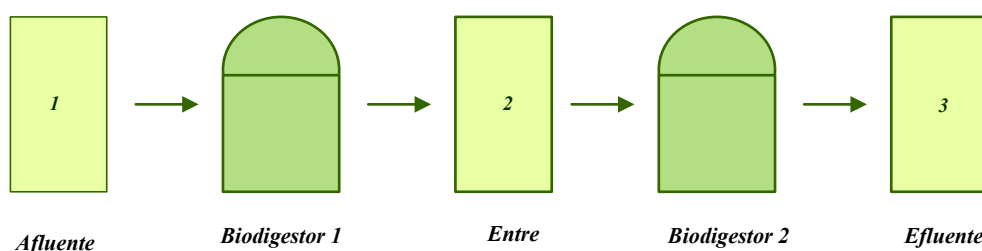
Caracterização da biomassa residual

Cortez et al. (2008) mencionam que, uma série de parâmetros físico-químicos são importantes na caracterização da biomassa residual para avaliar a eficiência do sistema de tratamento. De acordo com Silveira et al. (2000), dentre os parâmetros que são tradicionalmente avaliados, destacam-se: Potencial Hidrogeniônico (pH), Alcalinidade, Sólidos Totais (ST), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Para executar essa metodologia, realizou-se o monitoramento dos

parâmetros físico-químicos do sistema de tratamento de efluentes da unidade produtiva, por um período de oito meses, sendo de Outubro de 2010 a Maio de 2011. Esse monitoramento permitiu a coleta de efluente gerado, para posterior análise em laboratório. Dessa maneira, os principais pontos de amostragens para a coleta do efluente foram localizados no afluente (Ponto de Amostragem 1), no efluente 1 referente ao primeiro biodigestor (Ponto de Amostragem 2) e no efluente 2 referente ao segundo biodigestor (Ponto de Amostragem 3), conforme mostra a figura 7.

Figura 7 - Localização dos pontos de amostragem de coleta do efluente



Fonte: Autor (2012).

As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas pelo Laboratório São Camilo Alimentos e Água, de acordo com os métodos estabelecidos pelo Standard Methods (APHA, 1998). Ressalta-se que, o laboratório está credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e habilitado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Os resultados obtidos com a análise dos parâmetros físico-químicos foram submetidos à análise estatística baseados na média e desvio padrão.

Resultados e Discussão

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos referentes aos pontos de amostragens, obtidos durante o período de monitoramento do sistema de tratamento de efluentes da Unidade Granja Colombari são apresentados na tabela 2. Assim, esses resultados permitem avaliar a eficiência do tratamento da biomassa residual, quanto à remoção carbonácea no processo de biodigestão anaeróbia.

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros físico-químico

Parâmetro	Afluente*	Entre*	Efluente*
pH	7,66 ± 0,50	7,36 ± 0,120	7,61 ± 0,09
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	8285,04 ± 3170,27	10247,83 ± 2913,71	10640,92 ± 2975,37
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	31393,83 ± 15385,82	23221,65 ± 8368,27	19058,25 ± 5302,36
DBO (mg L ⁻¹)	15756,31 ± 7122,68	10211,56 ± 3324,25	5139,6 ± 3367,82
DQO (mg L ⁻¹)	30043,87 ± 11578,72	21623,42 ± 8896,80	14238,33 ± 3530,54

Fonte: Autor (2012).

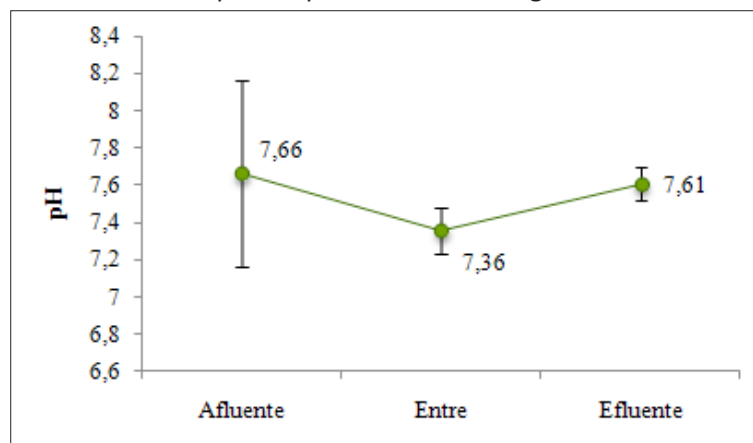
Nota: *Médias ± Desvio Padrão.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é uma variável relevante pelo fato de funcionar como regulador do processo de degradação

anaeróbia. A faixa média do pH referente ao afluente, entre os biodigestores e ao efluente situaram-se entre 7,66, 7,36 e 7,61, respectivamente, conforme apresenta o gráfico 1.

Gráfico 1 - Valores médios de pH nos pontos de amostragem



Fonte: Autor (2012).

Os valores encontrados para a variável pH mantiveram-se em faixas estáveis, permitindo condições favoráveis para o processo de degradação anaeróbia da biomassa. Esses valores são relativamente condizentes aos processos de tratamentos anaeróbios analisados por Chernicharo (1997), ao mencionar que o pH influencia em todo o sistema ambiental do reator, sendo importante manter os valores

entre 6,0 a 8,0. Kozen (1983) e Vivan et al. (2010) encontraram resultados semelhantes, apresentando valores médios de pH de 6,94 e 7,12, respectivamente.

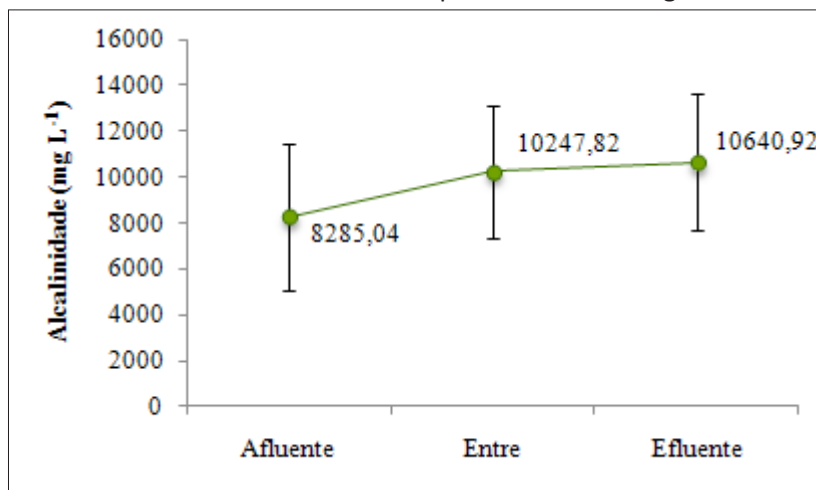
Além disso, o monitoramento desse parâmetro é importante, pois alterações bruscas no pH podem afetar a sobrevivência de algumas espécies de bactérias, que são responsáveis pela metabolização da biomassa.

Alcalinidade

A alcalinidade desempenha a função de substância tampão, ou seja, evita variações significativas no pH e consequentemente, evita que hajam problemas no desempenho dos organismos que atuam na decomposição da matéria orgânica (CHERNICHARO, 1997).

A média dos valores de alcalinidade situaram-se entre 8285,04 mg.L⁻¹, 10247,83 mg.L⁻¹ e 10640,92 mg.L⁻¹ de carbonato de cálcio (CaCO₃), no afluente, entre os biodigestores e no efluente, respectivamente, podendo aferir que o tratamento não foi alterado devido à variações do pH (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Valores médios de alcalinidade nos pontos de amostragem



Fonte: Autor (2012).

Observou-se que os valores médios de alcalinidade estão próximos à média de 7.202 mg.L⁻¹ de carbonato de cálcio encontrado por Moretti (2009), em suas pesquisas sobre as características da água residuária da suinocultura.

Chernicharo (1997) relata que a elevação nos níveis da alcalinidade permite que as concentrações de ácidos voláteis sejam tamponadas sem haver a alteração no nível do pH. Dessa maneira, constata-se que o valor de alcalinidade aumentou do afluente para o primeiro biodigestor e se manteve estável no segundo biodigestor, indicando assim, haver geração de alcalinidade. Neste caso, tais valores podem ser considerados adequados ao sistema de tratamento, porque garantem

o efeito de tamponamento, para evitar que os ácidos voláteis reduzam o pH no processo

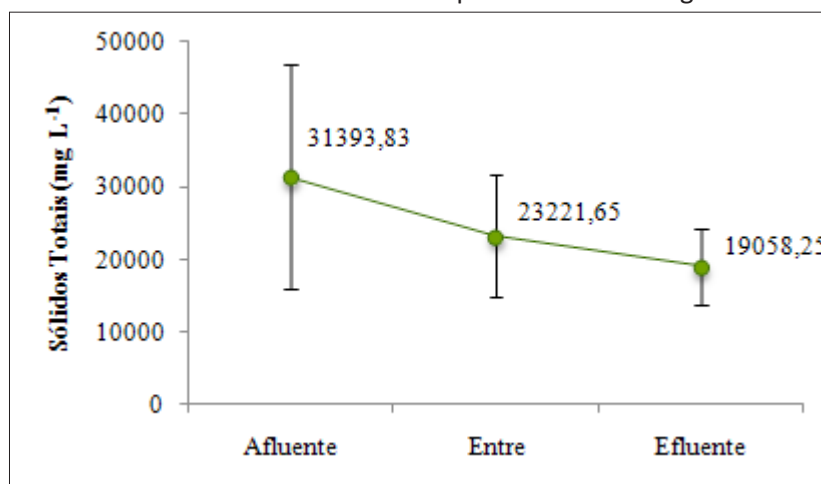
Sólidos Totais (ST)

Cortez et al. (2008) consideram que o conteúdo de sólidos é o parâmetro físico mais importante para a caracterização de um resíduo obtido no meio rural, pois determinará a necessidade ou não de diluição dos dejetos.

Os sólidos totais apresentaram valores médios de 31.393,83 mg.L⁻¹ no afluente, 23.221,65 mg.L⁻¹ no primeiro biodigestor e 19.058,25 mg.L⁻¹ no segundo biodigestor, conforme demonstra o gráfico 3. Kozen (1980) verificou

previamente sobre as características físico-químicas dos dejetos de suínos, assim, o valor máximo de sólidos totais foi de 49.432 mg.L⁻¹ e o valor mínimo de 12.697 mg.L⁻¹, tendo uma média de 22.399 mg.L⁻¹ de ST.

Gráfico 3 - Valores médios de sólidos totais nos pontos de amostragem



Fonte: Autor (2012).

A eficiência média do sistema de tratamento para a remoção de sólidos totais foi da ordem de 39,29%. Vivan et al. (2010), ao estudarem a eficiência da remoção de sólidos totais em biodigestores encontraram 24,16%. Para Feiden (2001), a eficiência do sistema pode ter sido influenciada pelo volume de lodo anaeróbio ativo desenvolvido nos biodigestores. Orrico Júnior (2007) destaca que os resultados encontrados na literatura sempre apresentam maior redução de ST na biodigestão da fração líquida dos dejetos e isso pode ser devido, ao material que não sofreu separação da fração sólida possuir uma quantidade elevada de material sedimentável e, com isso, a redução de sólidos dos biodigestores podem apresentar valores superiores, ao que realmente ocorreu em função da ação microbiológica.

Contudo, os valores de ST são aceitáveis para o sistema de tratamento de efluentes na UGC, pois estão relacionados com a quantidade de matéria orgânica

presente na fração sólida da biomassa, ou seja, esta variável está, intrinsecamente, associada ao potencial de produção de biogás a partir da biomassa residual.

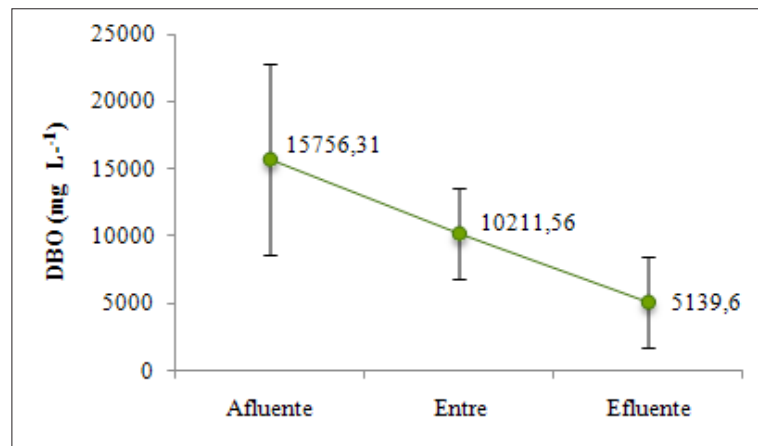
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Cortez et al. (2008) definem Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) como a quantidade de oxigênio requerida para se estabilizar bioquimicamente um composto orgânico pela ação de microrganismos em condições anaeróbias.

Os valores médios da DBO situaram-se em 15.756,31 mg.L⁻¹ no afluente, 10.211,56 mg.L⁻¹ no efluente 1 e 5.139,6 mg.L⁻¹ no efluente 2 (Gráfico 4), podendo-se perceber a remoção da carga orgânica em todos os pontos de amostragens. Dessa maneira, nota-se que os valores da DBO, no sistema de tratamento, assemelharam-se aos resultados encontrados por Konzen

(1980), em que o valor máximo de DBO de 5.000 mg.L⁻¹, apresentando uma média foi de 15.500 mg.L⁻¹ e o valor mínimo foi de 10.250 mg.L⁻¹.

Gráfico 4 - Valores médios de DBO nos pontos de amostragem



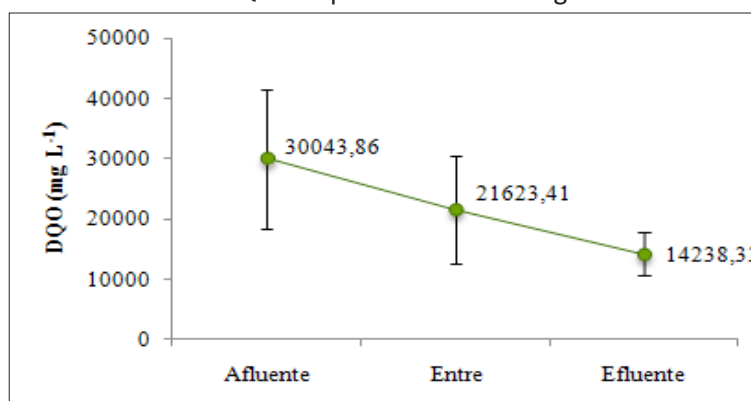
Fonte: Autor (2012).

A eficiência média dos biodigestores para a remoção de DBO foi de 67,38%, apresentando-se com uma taxa de remoção semelhante à encontrada por Orrico Júnior (2007), que foi de 68,42% na depuração da água residuária de dejetos suínos. No entanto, estes valores foram abaixo da taxa indicada por Bertoncini (2011), representada por 90% na remoção da DBO.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) representa a quantidade de oxigênio necessária para degradar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica oxidáveis de um efluente. A DBO apresentou valores médios de 30.043,87 mg.L⁻¹ no afluente, 21.623,42 mg.L⁻¹ no primeiro biodigestor e 14.238,33 mg.L⁻¹ no segundo biodigestor (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Valores médios de DQO nos pontos de amostragem



Fonte: Autor (2012).

Verificou-se que os valores de DQO nos pontos de amostragens do monitoramento foram próximos aos dados relatado por Konzen (1983), tendo um valor máximo de DQO de 38.750 mg.L⁻¹ e um valor mínimo de 12.500 mg.L⁻¹, apresentando uma média de 25.625 mg.L⁻¹.

A eficiência dos biodigestores para a remoção de DQO foi de 52,61%, sendo de acordo com a eficiência global encontrada por Moretti (2009), que resultou em 50,87%, ao analisar o tratamento de dejetos de suínos em confinamento, tendo utilizado em seu sistema de tratamento, dois biodigestores em paralelos.

Orrico Júnior (2007), Vivan et al. (2010) e Bertoncini (2011) avaliaram a eficiência de biodigestores no tratamento de efluentes da suinocultura e obtiveram

uma eficiência de 81,70%, 84,10% e 70% na remoção da DQO, respectivamente. Isso demonstra que a eficiência desse parâmetro no estudo foi inferior aos indicados pelos autores, podendo ser atribuído ao arraste de sólidos nos biodigestores.

Relação de DBO e DQO

Macedo (2001) relata que a relação de DBO e DQO está relacionada com a biodegradabilidade do resíduo pela ação de microrganismos, e quanto maior essa relação, maior será a velocidade de degradação. Os resultados da relação de DBO/DQO, do sistema de tratamento de efluentes da Unidade Granja Colombari, obtiveram valores médios de entrada e saída dos biodigestores, com suas respectivas eficiências de remoção (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios e eficiência de remoção de DBO e DQO

Biodigestor	Parâmetro	DBO (mg.L ⁻¹)	DQO (mg.L ⁻¹)
Biodigestor 1 e 2	Afluente	15.756,31	30.043,87
Biodigestor 1	Efluente 1	10.211,56	21.623,42
	Eficiência de Remoção Parcial (%)	35,19	28,03
Biodigestor 2	Efluente 2	5.139,6	14.238,33
	Eficiência de Remoção Parcial (%)	49,67	34,15
Biodigestor 1 e 2	Eficiência de Remoção Global (%)	67,38	52,61

Fonte: Autor (2012).

A eficiência de remoção global do sistema de tratamento da UGC para DBO e DQO foi de 67,38% e 52,61%, respectivamente. Bertoncini (2011) menciona que os biodigestores tubulares, quando bem operados, apresentam redução nos valores

de DBO e DQO de 70 a 90%, porém, esses sistemas têm apresentado baixa eficiência de tratamento, devido à entrada de efluente bruto nos biodigestores com altos teores de sólidos, além de não haver homogeneização das cargas, o que sobrecarrega todo o

processo. Diante disso, constata-se que os valores encontrados no presente trabalho são inferiores ao indicado pelo pesquisador.

Dessa maneira, mais estudos sobre a operação dos biodigestores e monitoramento desses parâmetros são necessários, para garantir maior eficiência do sistema de tratamento da Unidade Granja Colombari.

Conclusão

A caracterização da biomassa por meio da análise de parâmetros físico-químicos mostrou que o processo de tratamento utilizando os biodigestores apresentou uma eficiência condizente com processos anaeróbios semelhantes, para a depuração dos efluentes da granja de suínos, ao ser gerenciada de

forma adequada essa biomassa e que contribui para a minimização dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade. Além disso, essas análises demonstraram potencial para determinar a eficiência do sistema de tratamento, a partir do monitoramento do manejo da biomassa e manutenção dos biodigestores.

Agradecimentos

Agradecemos à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), a Itaipu Binacional (IB), à Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), ao Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação (ITAI), ao Sr. José Carlos Colombari e aos demais parceiros envolvidos no Projeto Geração Distribuída de Energia Elétrica com Saneamento Ambiental.

Referências

- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: AWWA/APHA/WEF, 1998.
- BERTONCINI, E. I. Dejetos da suinocultura - desafios para o uso agrícola. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v.8, n.2, p.1-10, 2011.
- BLEY JÚNIOR, C. J.; LIBÂNIO, J. C.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M. M. **Agroenergia da biomassa residual**: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2009.
- BORTOLI, M.; KUNZ, A.; SOARES, H. M. Comparativo entre reatores UASB e biodigestores para geração de biogás no tratamento de dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 3., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIGERA, 2009. 1 CD-ROM.
- CIH. Centro Internacional de Hidroinformática. **Mapa de localização da unidade granja colombari**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2011.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1997.
- _____. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2007.
- CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas: UNICAMP, 2008.

- DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo de dejetos de suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa e Extensão**, Concórdia, v.7, n.11, p.1-32, 1998.
- FEIDEN, A. **Tratamento de águas residuárias de indústria de fécula de mandioca através de biodigestor anaeróbio com separação de fases em escala piloto**. 2001. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Botucatu, 2001.
- KONZEN, E. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida**. 1980. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 1980.
- _____. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1983.
- KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.22, n.3, p.651-665, 2005.
- MACEDO, J. A. B. **Águas e águas**. São Paulo: Varela, 2001.
- MIELLE, M. **Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina**. 2006. 286 f. Tese (Doutorado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2006.
- MORETTI, C. **Monitoramento da temperatura e eficiência de remoção de poluentes em um sistema de tratamento de efluentes de uma unidade produtora de leitões**. 2009. [S.I.]. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, 2009.
- ORRICO JÚNIOR, M. A. P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Jaboticabal, 2007.
- PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos: Inventário tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003.
- SILVA, E. P. **Fontes renováveis de energia: Geração de energia para um desenvolvimento sustentável**. Campinas: UNICAMP, 1996.
- SILVEIRA, I. C. T.; MONTEGGIA, L. O.; BONATTO, D.; HENRIQUES, J. A. P. Monitoramento de biomassa anaeróbia presente em reatores de baixa carga: Técnicas convencionais x técnicas da biologia molecular. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDIS/ABES, 2000. CD-ROM.
- STAISS, C.; PEREIRA, H. Biomassa: Energia renovável na agricultura e no setor florestal. **Revista Agros**, Instituto Superior de Agronomia, Portugal, v.13, n.1, p.21-28, 2001.
- VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.3, p.320-325, 2010.