

Avaliação quantitativa de biogás e eficiência de biodigestores suínolas com aplicação do produto kòpros-bio¹

Chrystian Araujo Alves², Eender Nunes³, Marcelo Frazão⁴, Antonio Graciano Ribeiro⁵

¹ Artigo apresentado pelo acadêmico Chrystian Araujo Alves à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013.

² Aluno de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail: chrystian@hotmail.com.br

³ Aluno de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail: eender.nunes@brf-br.com

⁴ Engenheiro Ambiental Graduado na Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail:

⁵ Orientador, Professor da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, 2013. E-mail: sinteerv@hotmail.com

Resumo: Dejetos de suínos quando manejados de forma inadequada, tornam-se uma fonte de poluição ambiental de níveis elevados, geralmente com altos teores de cobre e zinco tóxicos. A digestão anaeróbia através de biodigestores como forma de tratamento desses dejetos orgânicos, promove uma fonte energética, além de reciclar esse efluente para o reuso na fertirrigação. O assoreamento em biodigestores reduz a eficiência da produção de biogás. As pesquisas foram realizadas em quatro granjas da BRF - Brasil Foods S.A., localizadas próximo à cidade de Rio Verde-Go. Cada granja suporta até 1000 animais e cada biodigestor 560 m³ de dejetos. O objetivo desta pesquisa utilizando o produto Kòpros-Bio (tratamento biológico), foi avaliar a eficiência da produção de biogás e a redução da DBO, DQO, ph, sólidos suspensos e sedimentáveis, óleos e graxas, turbidez, nitrogênio amoniacal total, além de macro e micronutrientes, com ênfase para o Cu e Zn presentes no efluente destinado à fertirrigação. Foram constatados aumentos de até 50% na produção de biogás, e reduções significativas na DBO (99,15%); DQO (99,14%); Óleos e graxas (94,32%); Sólidos suspensos (98,56%); Sólidos sedimentáveis (97,18%); turbidez (98,47%); Nitrog.Amon (100%); cobre (99,42%); zinco (97,73%).

Palavras-Chave: cobre, dbo e dqo, fertirrigação, suínos, zinco

Quantitative evaluation of biogas digesters and efficiency of pig with product application kòpros-bio

Abstract: When swine manure is handled improperly, it becomes a source of environmental pollution in high quantity, usually with high levels of toxic copper and zinc. Anaerobic digestion through biodigesters as a treatment of these organic wastes, promotes an energy source, besides recycling this effluent for reuse in fertigation. Siltation in digesters reduces the efficiency of biogas production. The surveys were conducted on four BRF - Brazil Foods SA granges, located near the town of Rio Verde - Go. Each grange supports up to 1000 animals and each biodigester 560 m³ of manure. The object of this research, using the product "Kòpros-Bio"(biological treatment), was to evaluate the efficiency of the biogas production and the reduction of BOD, COD, pH, suspended and settleabled solids, oil and grease, turbidity, total ammoniacal nitrogen, as well as macro and micronutrients, with emphasis on the Cu and Zn in the effluent for fertigation . There were found increases of up to 50% in biogas production and significant reductions in BOD (99.15%); COD (99.14%); oils and grease (94.32%);

suspended solids (98.56%); settleable solids (97.18%), turbidity (98.47%); Ammon.Nitrogen (100%); copper (99.4%); zinc (97.73%).

Key words: bod and cod, copper, fertigation, pigs, zinc

INTRODUÇÃO

Para Gervásio (2013), o processamento de carne suína no Brasil vem crescendo atualmente devido à influência de grandes processadoras de carne como a BR Foods dentre outras, que aderem ao sistema integrado de produção. Essas indústrias investem em tecnologias altamente avançadas para operar desde o manejo até o seu produto final, submetidas a uma rígida fiscalização para certificação sanitária.

Segundo Lima (2007), o Brasil tinha em 2005 um total de 34,5 milhões de cabeças de suínos. Aproximadamente, 47% dessa concentração de suínos estavam localizadas na região Sul do país com cerca de 16,5 milhões de cabeças de suínos. De acordo com Dados do IBGE (2010), em 2010, o efetivo nacional foi de 38,957 milhões de cabeças, significando um aumento de 2,4% com relação a 2009. A região Centro-Oeste teve um aumento de 7,6% de 2009 para 2010. Os municípios de Uberlândia-MG, Rio Verde-GO e Toledo-PR se mantiveram nas mesmas posições em relação a 2009 sendo os três municípios de maiores plantéis nacionais em 2010.

Ligado a esse crescimento da suinocultura, está o sistema de confinamento, que visa obter um rápido ganho de peso em menor tempo de criação. Fernandes e Oliveira (2006, p.244) afirmam que “a adoção de sistemas confinados de produção com o uso intensivo da água para higienização das instalações produz grandes quantidades de dejetos líquidos”. Conforme Angonese et al (2005), “o dejetos bruto do sistema de terminação é constituído de fezes + urina dos animais, água de derrame dos bebedouros e restos de alimentação”.

Os dejetos de suínos quando manejados de forma inadequada podem se tornar uma fonte de poluição ambiental de níveis elevados, porém, produtores suínos e a sociedade têm demonstrado uma atenção especial a esta problemática, seja pela intensa fiscalização dos órgãos responsáveis ou pelo simples aumento da consciência ambiental de ambos. Para sanar esses problemas, é que profissionais da área vêm tentando suprir a demanda de tecnologias capazes de solucionar a questão do manejo inadequado e incorreta disposição desses dejetos no meio ambiente (DISSEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Para Dartora et al. (1998), dados quantitativos e qualitativos dos resíduos suínos são fundamentais para o adequado manejo dos mesmos, pois a qualidade dos dejetos varia de acordo com criação e a característica de cada animal, como o peso, o tamanho, raça, sexo, atividade, digestibilidade, o conteúdo de fibras e proteínas contidas na alimentação, o consumo de água, a temperatura e umidade do ambiente, enfim, fatores zootécnicos, dietéticos e ambientais. No âmbito quantitativo, sua importância abrange o planejamento das instalações de coleta e estocagem dos dejetos, a seleção dos equipamentos necessários para o transporte e distribuição dos rejeitos na lavoura, e a forma de disposição sustentável e menos agressiva dos dejetos no solo ou corpo hídrico.

Quanto as lavoura, Factor et al (2008) afirmam que se torna preocupante a expansão da produção agrícola moderna, devido à poluição ambiental por pesticidas, erosões e salinização dos solos pelo excessivo uso dos recursos naturais, dentre eles, a água como o principal recurso utilizado.

Segundo Mondardo et al. (2006), a poluição dos ecossistemas terrestres alcançou níveis internacionais, onde países têm adotado medidas reguladoras que mantêm a qualidade ambiental como base de uma gestão de desenvolvimento sustentável a longo prazo. O reuso da água se tornou uma ferramenta de grande importância para gestão dos recursos hídricos, pois, foca o controle da poluição hídrica, disponibiliza água e fertilizantes para as lavouras, recicla nutrientes e potencializa o aumento da produção agrícola (SMANHOTTO, 2008).

Segundo Mattias (2006), a aplicação dos dejetos de suínos no solo como fertilizantes, é uma forma de reciclagem, pois os dejetos possuem elementos químicos nutritivos as plantas, desde que esses elementos sejam mineralizados pelo solo, possibilitando que as plantas os absorvam assim como os fertilizantes minerais são absorvidos. Por outro lado, para Giroto (2007), os elementos químicos dos dejetos no solo podem sofrer transformações que possibilitam a liberação de metais pesados que são altamente tóxicos, as plantas e microrganismos, ou que também podem ser adsorvidos as camadas argilosas e a matéria orgânica presente no solo, se tornando uma fonte potencial de poluição ao meio ambiente.

Segundo Giroto et al (2010), os dejetos suínos geralmente apresentam altos teores de cobre (Cu) e zinco (Zn), portanto, se forem feitas frequentes aplicações desses dejetos ao campo, o solo sofrerá acúmulo de metais pesados em formas solúveis e trocáveis, sendo altamente tóxico às plantas e podendo ser transferíveis para os mananciais aquáticos superficiais via sedimentos. Para muitos poluentes o solo

consegue atuar como um filtro, mas para poluentes orgânicos o mesmo age como um biorreator de degradação orgânica (GIROTTI, 2007).

Segundo Amaral et al (2004), a biodigestão anaeróbia se torna uma eficiente opção de tratamento para esses rejeitos de suínos, promovendo a redução do seu potencial poluidor, reduzindo os riscos sanitários, e gerando uma fonte energética além de reciclar esse efluente para seu reuso na fertirrigação. Uma alternativa para promover a digestão anaeróbia, é o uso de grandes câmaras de biodigestão denominadas biodigestores.

Biodigestores são equipamentos utilizados para promover o tratamento biológico de resíduos orgânicos. O processo de degradação da matéria orgânica acontece sob uma condição anaeróbia, onde microrganismos anaeróbios (bactérias) degradam a matéria orgânica promovendo a geração de gases, dentre eles o metano.

O assoreamento em biodigestores é bastante comum, pois surge como consequência da deposição de uma grossa camada de sedimentos ao fundo, ou formação de crostas flutuantes, que potencialmente, reduzem a eficiência de biodigestão e da produção do biogás. É devido a esses problemas que tecnologias são desenvolvidas para melhorar o sistema de biodigestão anaeróbia em biodigestores do tipo balão.

O Kòpros-Bio é um produto de tecnologia Geolife, desenvolvido na Suíça pelo Bioma Agro Ecology. É composto por microrganismos (bactérias) e componentes naturais associados a um líquido ativador. Sua ação oxidante permite eliminar problemas de odor no processo de decomposição da matéria orgânica e de assoreamento em biodigestores. Ele reduz substancialmente os níveis de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) no efluente. Potencializa o processo de decomposição da matéria orgânica do efluente, a qualidade do biogás e do composto produzido ao final do processo de biodigestão. O composto residual obtido ao final deste processo poderá ser utilizado como fertilizante na agricultura (GEOLIFE, sem data).

O objetivo desta pesquisa utilizando o produto Kòpros-Bio (tratamento biológico), é avaliar a eficiência dos biodigestores na produção de biogás e a redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), pH, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, turbidez, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total, potássio, fósforo total, além de macro e micronutrientes, com ênfase para o cobre e zinco presentes no efluente gerado destinado à fertirrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas propriedades de integrados da empresa Brasil Foods S.A. (BRF), que se responsabiliza pela instalação das granjas de suínos, composteiras, biodigestores e das lagoas que compõem o sistema completo. Todas as granjas estão localizadas próximas à cidade de Rio Verde, Goiás.

Detalhadamente, cada sistema é constituído de quatro unidades de alojamento (galpão) com capacidade para 1000 animais cada; uma composteira; dois balões de biodigestão interligados com volume de 560 m³ cada; dois decantadores, sendo um na entrada dos chamados balões (biodigestores) e outro na saída dos mesmos; um medidor de produção de biogás; um queimador de gás metano e três lagoas facultativas para recepção dos efluentes líquidos.

O dejetos bruto, composto principalmente de urina, fezes e água é conduzido por tubulações a um decantador que distribui o mesmo em cada biodigestor de forma homogênea e igualitária. Cada balão detém os dejetos em seu interior por um período de 30 a 45 dias, e após esse tempo de detenção hídrica, o efluente líquido é liberado passando por um segundo decantador que direciona esse efluente às lagoas facultativas.

Os biodigestores testados serão chamados de integrados A, B e C. Já o biodigestor controle será chamado de integrado D. O cronograma de atividades da pesquisa são apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Cronograma de atividades realizadas na pesquisa.

Integrados	Alojamento	Intervalo	Aplicação e 1ª coleta	Intervalo	2ª Coleta	Intervalo	3ª Coleta saída do lote
A Teste	10/5/2013	7 dias	17/5/2013	52 dias	8/7/2013	51 dias	28/8/2013
C Teste	24/5/2013	7 dias	31/5/2013	50 dias	20/7/2013	53 dias	11/9/2013
D Controle	25/5/2013	5 dias	30/5/2013	51 dias	20/7/2013	54 dias	12/9/2013
B Teste	21/6/2013	7 dias	28/6/2013	49 dias	16/8/2013	55 dias	9/10/2013

Foram definidos três pontos específicos para coletas de amostras, sendo eles, o decantador que antecede os biodigestores; o decantador que está após os biodigestores,

o qual direciona o dejetos líquido tratado para as lagoas; e nas próprias lagoas facultativas, junto à tubulação de retirada do efluente para fertirrigação.

Foram utilizados como recipientes frascos plásticos para coleta de amostras, onde os mesmos foram cuidadosamente mantidos sob-baixa temperatura em uma caixa de isopor com gelo, para evitar a fermentação dos dejetos nas garrafas e o possível estouro das mesmas.

As análises químicas laboratoriais foram realizadas no Laboratório Microlab, localizado na cidade de Goiânia-GO. Foram analisados os parâmetros de pH, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, turbidez, potássio, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total, fósforo total. Os macronutrientes e micronutrientes (zinco e cobre) foram analisados no laboratório da Universidade de Rio Verde (UNIRV).

A metodologia de manejo e aplicação do produto que é uma tecnologia de tratamento biológico foi executada de acordo com as orientações do manual Kòpros-Bio.

O produto é composto por diversos microrganismos dentre eles os *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringensis*, *Bacillus licheniformis*, *Aspergillus oryzae*, Protease, Amilase, Celulase e Lipase.

A caixa do produto contém três embalagens: A sacola 1 contém o sólido liofilizado de densidade 0.52 g/l; a sacola 2 contém o sólido liofilizado de densidade 0.59 g/l; e a garrafa contém o líquido inerte de densidade 0.97g/l.

O manual recomenda-se a utilização de uma caixa de 2 kg para uma instalação de 1.000 m³ a ser tratada. Porém, a dosagem estará relacionada aos níveis de DBO e DQO que apresentarem os biodigestores. Para a diluição e preparo da mistura, recomenda-se a aplicação de 200 ml por metro cúbico e a utilização de água que não apresente altos teores de cloro.

Para a preparação e aplicação da mistura, recomenda-se que o usuário disponha dos seguintes equipamentos: Balança eletrônica com tara; recipientes de plástico; colheres dosadoras; haste metálica para a agitação; aquecedor de água; dosador de cloro; termômetro; recipiente de 10 litros para fazer a diluição intermediária; tanque com capacidade de pelo menos 200 litros para realizar a diluição final (o volume vai variar de acordo com a área de aplicação); e implementos para realizar a aplicação.

Para preparação da mistura, adicionamos o conteúdo da sacola 1 em 10 litros de água morna (30 a 40°C) e agitamos bem para dissolver o conteúdo. Logo após acrescentamos o conteúdo da sacola 2 sob o mesmo procedimento. É natural que permaneçam

materiais em suspensão, pois os substratos inertes utilizados para fixar os microrganismos geralmente não são dissolvidos.

Para a ativação dos microrganismos, deixamos essa mistura em descanso por uma (1) hora em local protegido da luz e em temperatura ambiente (25 °c). Após o tempo de descanso, realizamos a diluição final em um tanque com capacidade para 200 litros e adicionar o conteúdo da garrafa, o líquido ativador, agitando bem a mistura. O manual recomenda não ultrapassar o período de quatro horas para aplicação após o preparo.

Após o preparo da solução, foi realizada a aplicação no decantador de acesso aos biodigestores, através das tubulações que estão interligadas a cada balão, sendo adicionados 100 litros, perfazendo um total de 200 litros, para os dois balões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aferições necessárias para avaliar a produção de biogás na pesquisa, foram realizadas pelos técnicos da empresa BRF. A pesquisa obteve resultados satisfatórios em relação à produção de biogás em dois dos três biodigestores que receberam aplicação do produto Kòpros-Bio. Os resultados concernentes à produção ou queima de biogás estão todos relacionados na Tabela 2, que mostra todo o histórico de queima do lote atual e dos três lotes anteriores à pesquisa.

Tabela 2- Alojamento das granjas e histórico de queima de biogás de quatro lotes.

Integrado	Data de alojamento	Lote atual Queima m ³	Data 1º lote ant. Queima m ³	Data 2º lote ant. Queima m ³	Data 3º lote ant. Queima m ³
A Teste	10/5/2013	10.05.13 a	04.01.13 a	09.09.12 a	09.05.12 a
		30.08.13	08.05.13	02.01.13	06.09.12
		81.296,23 m³	58.524,55 m³	49.382,26 m³	53.903,53 m³
C Teste	24/5/2013	24.05.13 a	22.01.13 a	19.09.12 a	17.05.12 a
		19.09.13	22.05.13	20.01.13	15.09.12
		46.198,21 m³	50.988,73 m³	57.524,54 m³	43.325,88 m³
D Controle	25/5/2013	25.05.13 a	23.01.13 a	17.09.12 a	23.05.12 a
		20.09.13	23.05.13	20.01.13	15.09.12
		43.633,70 m³	40.923,09 m³	48.457,95 m³	44.311,27 m³
B Teste	21/6/2013	21.06.13 a	02.03.13 a	17.10.12 a	26.06.12 a
		14.10.13	19.06.13	28.02.13	15.10.12
		79.059,12 m³	54.796,17 m³	42.228,75 m³	48.693,51 m³

Todos os biodigestores testes da pesquisa receberam a mesma dose de aplicação do produto Kòpros-Bio.

Calculou-se a diferença da produção de biogás entre, os valores de queima do lote atual dos biodigestores teste, com a queima atual do biodigestor controle (Tabela 3).

Foi calculada a diferença da produção de biogás de todos os biodigestores, entre os lotes de queima atual e o primeiro lote antes do início da pesquisa (Tabela 4).

Calculou-se a eficiência produtiva de biogás entre, o lote atual de queima com relação à média dos três lotes anteriores de cada biodigestor pesquisado (Tabela 5).

Tabela 3 - Diferença da produção de biogás entre a queima atual dos biodigestores testes com o controle.

Integrados	Queima lote atual - Teste	Queima lote atual (Controle)	Diferença de produção
A	81.296,23 m ³	43.633,70 m ³	37.665,53 m ³
C	46.198,21 m ³	43.633,70 m ³	2.564,51 m ³
B	79.059,12 m ³	43.633,70 m ³	35.425,42 m ³

Tabela 4 - Diferença da produção de biogás entre, os lotes de queima atual e o primeiro lote anterior.

Integrados	Queima lote atual	Queima 1º lote anterior	Diferença de produção
A	81.296,23 m ³	58.524,55 m ³	22.771,68 m ³
C	46.198,21 m ³	50.988,73 m ³	-4.790,52 m ³
B	79.059,12 m ³	54.796,17 m ³	24.262,95 m ³
D (controle)	43.633,70 m ³	40.923,09 m ³	2.710,61 m ³

Tabela 5 - Eficiência da produção de biogás entre, o lote atual de queima sob a média dos três lotes anteriores.

Integrados	Lote atual	1º Lote anterior	2º Lote anterior	3º Lote anterior	Media Lotes Anteriores	Efic. Sobre a média
A	81296,23	58524,55	49382,26	53903,53	53936,78	50,725
B	79059,12	54796,17	42228,75	48693,51	48572,81	62,764
C	46198,21	50988,73	57524,54	43325,88	50613,05	-8,723
D (controle)	43633,7	40923,09	48457,95	44311,27	44564,10	-2,088

Também foi calculada a eficiência da produção de biogás referente, ao lote atual de queima e o terceiro lote anterior (Tabela 6). O que esses dois lotes têm em comum são suas épocas de aferições, coincidindo no mesmo período (maio, junho, julho e agosto) de cada ano. A semelhança climática da época de aferição desses dois lotes de queima

avaliados favorece a redução da incompatibilidade climática que pode interferir na eficiência dos biodigestores, uma vez que o fator climático pode afetar diretamente na ação das bactérias, aumentando ou reduzindo seu potencial metabólico, e consequentemente, afetando a produção de biogás.

Tabela 6 - Eficiência produtiva de biogás entre o lote atual e o 3º lote anterior.

Integrados	Lote atual - Prop.	3º Lote anterior	Eficiência %
A	81.296,23	53.903,53	50,82
B	79.059,12	48.693,51	62,36
C	46.198,21	43.325,88	6,63
D (controle)	43.633,7	44.311,27	-1,53

O gráfico da Figura 1 mostra a diferença satisfatória obtida na produção de biogás entre os biodigestores teste com relação ao controle, e comparando os lotes atuais de queima de biogás com os lotes anteriores ao início da pesquisa.

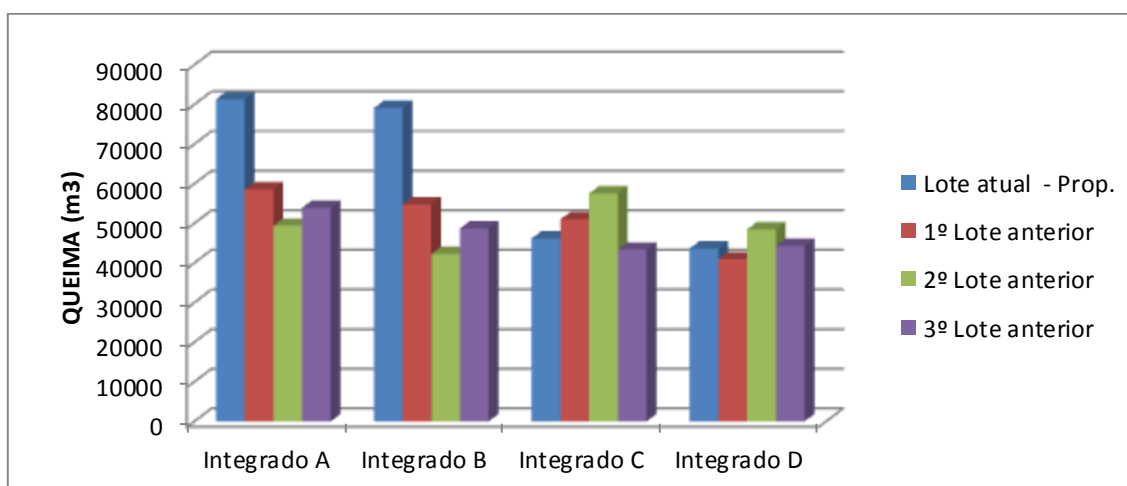


Figura 1 – Produção de Metano dos biodigestores Teste e controle.

Analisando a geração de biogás do integrado C com relação aos outros testados, considerou-se uma baixa produção nesse biodigestor, e a hipótese atribuída a esse resultado, é de que houve uma possível interferência de um problema de vazamento de gás ocorrido nos balões e no suspiro (válvula de escape de gás), porém, não se têm dados para comprovar tal afirmação, tem-se somente o nosso testemunho presencial. Segundo o proprietário da granja, o problema de vazamento só pode ser solucionado após o esvaziamento dos balões para manutenção dos mesmos.

Através do programa Bio stat 5.0 utilizando o Teste T, foram avaliados os parâmetros de DBO, DQO, Óleos e Graxas, Turbidez e Nitrogênio amoniacal total, e estatisticamente, conclui-se que não houve uma diferença significativa entre as médias obtidas nos biodigestores teste em relação às médias do controle para os parâmetros descritos (Tabela 7).

Tabela 7 - Aplicação do Teste T, sob as médias obtidas entre a eficiência dos biodigestores testes com o controle para os parâmetros de DBO, DQO, óleos e graxas, turbidez e nitrogênio amoniacal total.

Grupo	n	Média	Variância	Teste t	p
DBO (controle)	3	85.8000	89.2100	0.9233	0.1899
DBO (Teste)	8	73.7100	1133.7500		
DQO (controle)	3	85.4000	100.7200	1.4241	0.0924
DQO (Teste)	9	68.5000	965.3800		
Óleos e Graxas (Controle)	3	79.9000	79.1700	0.0385	0.4850
Óleos e Graxas (Teste)	9	310.1000	931.5700		
Turbidez (Controle)	3	36.8800	6487.3800	-0.7910	0.2559
Turbidez (Teste)	9	73.8800	227.7100		
Nitrog. Amon. Total (Controle)	3	28.0000	96.4700	0.6248	0.2747
Nitrog. Amon. Total (Teste)	9	22.8100	161.0500		

A Tabela 8 mostra a eficiência dos biodigestores quanto à redução de ph, DBO, DQO, Óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, turbidez, potássio, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total e fósforo total, referente ao dejetos que entrou no biodigestor na primeira coleta a saiu na segunda coleta, sob um tempo de detenção hídrica de 53 dias (Tabela 8).

Tabela 8 – Eficiência do biodigestor, dejetos da entrada da 1ª coleta a saída da 2ª coleta.

Integrados	Ph	DBO	DQO	Óleos e graxas	Sólidos Sedem	Sólidos suspen	Turbidez	Potássio	Nitrog Amon	Nitrog Total	Fósforo Total
A	-50	92,57	92,53	94,32	98,56	97,18	98,47	51,65	39,67	44	92,69
C	-14,29	99,15	99,14	86,39	-	80,69	81,47	-	11,27	-	96,07
B	0	69,38	69,26	92,09	-	93,22	79,73	100	32,94	45,83	-166,62
D (contr.)	-14,29	93,5	93,4	94,41	78,09	48,59	76,92	-	5,26	-	86,12

A Tabela 9 mostra eficiência dos biodigestores quanto à redução de ph, DBO, DQO, Óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, turbidez, potássio, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total e fósforo total, referente ao dejetos que entrou no

biodigestor na segunda coleta e saiu na terceira coleta, sob um tempo de detenção hídrica de 52 dias (Tabela 9).

Foi analisada a eficiência dos biodigestores quanto à redução de macro e micronutrientes, presentes no efluente recebido pelas lagoas facultativas, referente ao dejetos que entrou no biodigestor na primeira coleta realizada e saiu na segunda coleta (Tabela 10).

Tabela 9 – Eficiência do biodigestor, referente ao dejetos de entrada na 2ª coleta a saída da 3ª coleta.

Integrados	Ph	DBO	DQO	Óleos e graxas	Sólidos Sedem	Sólidos Suspen	Turbidez	Potássio	Nitrog Amon	Nitrog Total	Fósforo Total
A	-3,9	21,54	19,91	73,13	-50	-137,96	13,47	64,78	12,7	4,62	-151,08
C	0	97	56,94	91,16	-	71,5	32,43	100	100	100	100
B	-14,29	78,71	75,18	70,29	-	73,24	48,77	100	100	100	100
D (contr.)	12,5	88,05	87,73	48,67	-	87,98	-99,77	-	100	100	100

Tabela 10 – Eficiência do biodigestor, referente ao efluente da lagoa. Dejetos de entrada na 1ª coleta a saída na 2ª coleta.

Integrados	N.Total	P	K	Ca	Mg	S(SO4)	Fe	Mn	Cu	Zn
A	15,19	-249,56	-73,78	-202,51	-409,49	-195,05	-471,15	-291,67	-6850,00	-1561,54
C	28,57	-2,32	-56,62	-25,29	-6,35	6,18	-40,00	-33,33	-28,57	-29,25
B	32,14	79,38	-10,66	59,01	88,41	51,78	61,11	59,26	71,43	80,80
D (contr.)	17,65	55,15	-19,33	24,78	75,27	21,30	51,52	33,33	71,43	61,54

Analisou-se também a eficiência dos biodigestores quanto à redução de macro e micronutrientes, presentes no efluente das lagoas referente ao dejetos que entrou no biodigestor na segunda coleta e saiu na terceira coleta (Tabela 11).

Tabela 11 – Eficiência do biodigestor, referente ao efluente da lagoa. Dejetos de entrada na 2ª coleta a saída na 3ª coleta.

Integrados	N.Total	P	K	Ca	Mg	S(SO4)	Fe	Mn	Cu	Zn
A	19,23	80,53	38,28	79,41	94,73	75,24	86,77	81,82	99,42	97,73
C	16,67	71,22	-19,45	51,80	78,66	31,57	69,05	45,45	69,79	55,06
B	15,00	76,23	-32,96	69,49	88,61	57,08	91,06	76,47	86,81	86,84
D (contr.)	60,87	83,81	3,34	66,69	81,24	55,43	98,77	78,26	92,45	93,44

A tabela 7 mostra que não houve um resultado significativo para os parâmetros analisados no programa Bio stat (teste T), mas caso houve-se, a importância ambiental para reduções significativas dos parâmetros analisados, esta relacionada à tamanha

consequência negativa que esses compostos orgânicos e inorgânicos podem trazer ao meio ambiente, poluindo o mesmo e gerando um problema de saúde ambiental.

Vivan et al.(2010), pesquisando a eficiência da interação entre biodigestores e lagoas de estabilização para a remoção de poluentes em dejetos suínolas, obtiveram reduções significativas referente aos metais pesados. Para o cobre, a redução foi de 28 mg L⁻¹ para 0,3 mg L⁻¹, ou seja, uma redução de 98,7 %, desde o reservatório de dejetos até a segunda lagoa de maturação. Quanto ao zinco, foram obtidas reduções de 75 mg L⁻¹ para 0,4 mg L⁻¹, ou seja, uma redução de 99,4%, com o processo partindo do lodo até a segunda lagoa de maturação.

Angonese et al. (2005), avaliando a eficiência de um biodigestor tubular quanto à redução da carga orgânica presente nos dejetos de suínos, obtiveram-se reduções significativas de 7% na DQO, 76% na DQO, 45% nos sólidos totais, 13% nos sólidos fixos totais, 59% nos sólidos voláteis totais, 54% no fósforo total, 44% no potássio e um aumento de 12% para o nitrogênio amoniacal. O autor afirma que, esses resíduos mesmo tratados, ainda possuem elevadas cargas orgânicas e nutrientes (N, F, K) para disposição em corpos receptores, porém, estão aptos para o reuso agrícola.

Quanto à produção de biogás, através da utilização de biodigestores tubulares para tratamento de dejetos suínolas, Angonese et al. (2005) constataram uma produção diária de 34,8 m³ no mês de maior pico produtivo e, no mês de menor pico, obteve-se uma media diária de 27,1 m³, obtendo-se uma média mensal de produção de biogás calculada em 945 m³.

Analisando os excelentes resultados obtidos no biodigestor teste do Integrado C quanto à eficiência na redução da carga orgânica dos dejetos, percebe-se que a produção de biogás do mesmo deveria ter alcançando patamares parecidos com a produção dos demais biodigestores testados, uma vez que, sendo melhor a eficiência do biodigestor na redução de sólidos, DBO, e DQO, melhor também será sua geração de biogás.

O odor (metano e amônia) liberado pelo efluente acumulado nas lagoas foi de extrema importância para identificar, presencialmente, os resultados satisfatórios da aplicação do produto na pesquisa. Nas lagoas do biodigestor testemunha, o odor era incômodo de tal forma a ser insuportável permanecer nas bordas das lagoas. Já nas lagoas que receberam o efluente tratado com o produto, praticamente, não se percebeu odor algum.

Quanto à aparência, nas lagoas com o efluente do biodigestor testemunha, era visível a presença de uma grossa e escura camada de sólidos suspensos por toda a extensão da

lagoa. Já nas lagoas com efluente tratado com o produto, percebeu-se a ausência da camada grosseira de sólidos, deixando a lagoa com ótimo aspecto visual, podendo perceber até a presença do lodo ativado, como um ótimo estágio do efluente para seu reuso na fertirrigação.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostram que a utilização do produto Kòpros-Bio, torna-se uma alternativa viável para o tratamento de dejetos suínos em biodigestores, uma vez que foram constatados aumentos de mais de 50% na produção de biogás.

A eficiência do produto quanto aos compostos orgânicos considerados poluentes ao meio ambiente, mostram reduções altamente satisfatórias de até 100% para o K; N. Amoniacal 100%; N. Total 100%; P total 100%; DBO 99,15%; DQO 99,14%, Óleos e graxas 94,32%; sólidos sedimentáveis 98,56%; sólidos suspensos 97,18%; e para o parâmetro de turbidez 98,47%.

Em relação à redução de macro e micronutrientes com ênfase para os metais pesados (Cu e Zn), por serem os dois compostos mais poluentes na utilização de dejetos suínos para fertirrigação, houve reduções satisfatórias de até 99,42% no Cobre e 97,73 no Zinco.

Apesar de todos os resultados satisfatórios observados quanto à produção de biogás, eficiência dos biodigestores e reduções de cobre e zinco presentes nos efluentes das lagoas, é importante resaltar que não houve diferença significativa no teste T, para os parâmetros de DBO, DQO, óleos e graxas, turbidez e nitrogênio amoniacal total.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. M. C. do; AMARAL, L. A. do; LUCAS JÚNIOR, J. de; NASCIMENTO, A. A. do; FERREIRA, D. S.; MACHADO, M. R. F. **BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE RETENÇÃO HIDRÁULICA**. In: *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n6/a35v34n6.pdf> >. Acesso em: 30 ago. 2013.

ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; PALACIO, S. M.; SZYMANSKI, N. **Avaliação da eficiência de um biodigestor tubular na redução da carga orgânica e produção de biogás a partir de dejetos de suínos**. Disponível em:

<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100022&script=sci_arttext>. Acesso em: 23, out. 2013.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. N. 11, ano: 7. Março/1998. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Odbv4-z4KokJ:www.cnpsa.embrapa.br/down.php%3Ftipo%3Dpublicacoes%26cod_publicacao%3D186+&cd=6&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: nov. 2013.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. N. 14, ano: 10. Ago. 2002. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>>. Acesso em: out. 2013.

FERNANDES, G. F. R.; OLIVEIRA, R. A. de. **Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura**. Engenharia Agrícola, *versão impressa* ISSN 0100-6916. Jaboticabal, n.1, v.26, jan./abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162006000100027&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: set. 2013.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. **PRODUÇÃO DE PIMENTÃO EM SUBSTRATOS E FERTIRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE BIODIGESTOR**. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, Campina Grande, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a06.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

GERVÁSIO, E. W. **SUINOCULTURA - ANÁLISE DA CONJUNTURA AGROPECUÁRIA**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2013.

GIROTTI, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R. dos; SILVA, L. S. da; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R. C. B.; SCHMATZ, R. **ACÚMULO E FORMAS DE COBRE E ZINCO NO SOLO APÓS APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS**. In: Seção VIII – Fertilizantes e Corretivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:955-965, 2010. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_Gramado/Arquivos%20trabalhos/Ac%20FA%20mulo%20de%20cobre%20e%20zinco_Eduardo%20G.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2013.

GIROTTI, E. **COBRE E ZINCO NO SOLO SOB USO INTENSIVO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS**. In: Dissertação de mestrado. Santa Maria, 2007. Disponível em:

<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/Disserta%E7%E3o_Eduardo%20Giroto.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2013.

GEOLIFE BIOMA AGRO ECOLOGY CO AG. Diagrama indicativo dos passos a serem seguidos para a preparação da mistura do produto KÒPROS®Bio ECOMERIT. (dados não publicados).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. V.38. 61p.

LIMA, P. C. R. **Biogás da suinocultura: uma importante fonte de geração de energia.** Brasília – DF, Câmara dos Deputados, Praça 3 Poderes, Consultoria Legislativa, Anexo III. Out. 2007. Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1724/biogas_suinocultura_lima.pdf?sequence=1>. Acesso em: ago. 2013.

MATTIAS, J. L. **METAIS PESADOS EM SOLOS SOB APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM DUAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DE SANTA CATARINA.** In: Tese de Doutorado . Santa Maria, 2006. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/teses/Tese%20Mattias-PDF-Dez-2006.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2013.

MONDARDO, É.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; SACON, E. **USO DA MACRÓFITA AQUÁTICA (*Eichornia crassipes*) NA REMOÇÃO DE COBRE E ZINCO EM BIOFERTILIZANTE DE ORIGEM SUÍNA.** In: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Ciências Agrárias e Grupo de Estudo em Solos e Meio Ambiente. Ponta Grossa, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/viewFile/865/748>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SMANHOTTO, A. **APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA DE SUINOCULTURA EM SOLO CULTIVADO COM SOJA.** Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/56606>>. Acesso em: 22 ago. 2013.

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.** Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.3, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n3/v14n03a13.pdf>>. Acesso em: set. 2013.