



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8º ENEPE UFGD • 5º EPEX UEMS

REDUÇÕES DOS CONSTITUINTES SÓLIDOS E FIBROSOS DURANTE A CO-DIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS E GLICERINA BRUTA

**Silvana Simm¹; Ana Carolina A. Orrico²; Marco A. P. Orrico Junior³; Aldo
Felipe Fava¹; Natalia da Silva Sunada⁴; Walter R. T. Lopes⁵**

UFGD/FCA – Caixa Postal 533, 79.804-970 – Dourados – MS, E-mail: silvanasimm@gmail.com

¹ Bolsista CAPES/UFGD. ² Orientadora, Professora FCA, Bolsista PQ CNPq. ³ Co-orientador, Professor FCA, Bolsista PQ CNPq. ⁴ Bolsista FAPESP/UNESP Jaboticabal/SP. ⁵ Bolsista de Iniciação Científica da UFGD.

RESUMO

A co-digestão anaeróbia é a digestão de dois ou mais resíduos em um mesmo biodigestor, sendo uma técnica viável onde ambos os resíduos apresentam características desejáveis para digestão conjunta, devido aos elevados teores de carbono prontamente disponíveis da glicerina e os teores de nitrogênio dos dejetos de bovinos associados à sua capacidade ou poder tampão. Na tentativa de reduzir o impacto ambiental desses resíduos, objetivou-se nesta pesquisa avaliar as reduções de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), demanda química de oxigênio (DQO) e fibra em detergente neutro (FDN) na co-digestão anaeróbia empregando-se doses crescentes de glicerina bruta (GB) em associação com os dejetos de bovinos leiteiros em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH). O experimento foi realizado no Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, no período de setembro a dezembro de 2012. Os parâmetros avaliados foram às reduções dos constituintes físico-químicos: ST, SV, DQO e FDN. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com parcela subdividida no tempo, as parcelas foram compostas por nove tratamentos: três TRH (10, 17 e 24 dias) e três doses de GB (0, 5 e 10%), sendo as subparcelas representadas por 5 períodos (semanas). Houve efeito dos TRH em



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

função das doses de GB, onde o melhor TRH para todos os parâmetros estudados foi o de 24 dias retenção. As reduções de ST, SV, FDN e DQO obtiveram os melhores resultados nas seguintes doses 3,63, 2,71, 3,29 e 2,18% de glicerina bruta respectivamente. Conclui-se que a co-digestão de dejetos de bovino leiteiro com doses entre 2 e 4% de inclusão de GB aos substratos resultaram as maiores reduções de ST, SV, FDN e DQO% no TRH 24.

Palavras-chave: biodigestão anaeróbia, bovinocultura, resíduos.

INTRODUÇÃO

Frente à estimativa do aumento da população mundial até 2050, o Brasil como um grande produtor de grãos e forragens apresenta condições para expandir a produção agropecuária e industrial. Com a intensificação dos sistemas de produção animal as unidades produtoras têm adotado diferentes medidas que possam auxiliar na melhoria dos índices produtivos, no entanto, todas elas possuem como foco principal a elevação das densidades de criação e a maior exigência por recursos naturais, ou seja, maior disponibilidade e melhor qualidade da água, maiores áreas de solo para o plantio e alojamento dos animais e melhor qualidade do ar.

Outro produto que também está em rápida evolução é o biodiesel, que está bem posicionado no cenário mundial. No Brasil em 2008 foi obrigatório por lei o uso de 2% de biodiesel no diesel (ANP 2008), tornando o país o quarto maior produtor do mundo, em 2009 foi de 3%, e ainda em 2009, entre julho e dezembro, foi de 4%. Em janeiro de 2010 o óleo diesel comercializado em todo o Brasil passou a conter 5% de biodiesel, e em 2014 passou para 6% conforme Medida Provisória 647/2014, resultando no acúmulo do resíduo principal que é a glicerina bruta.

A possibilidade de gerar energia e reciclar nutrientes com a utilização destes resíduos tanto da bovinocultura de leite (dejetos) quanto das usinas de biodiesel (glicerina) e consequentemente, reduzir a quantidade de material orgânico a ser



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

descartado é vantajosa pelo ponto de vista econômico, social e principalmente, ambiental e este é um tema que ganha cada vez mais destaque com a utilização da técnica de biodigestão anaeróbia.

A glicerina bruta contém propriedades físico-químicas favoráveis a co-digestão anaeróbia, composta por carbono altamente degradável, podendo ser utilizada em conjunto com dejetos de bovinos de leite.

A porcentagem certa de inclusão de glicerina bruta aos dejetos de bovinos de leite contempla a obtenção de resultados que indiquem significativas reduções dos constituintes orgânicos. As reduções consideráveis de sólidos totais, voláteis, FDN e DQO são indicativos de redução de poluição ambiental (Coelho et al., 2006), neste caso o processo de co-digestão torna-se um sistema de tratamento de resíduos poluentes.

WOHLGEMUT (2009), utilizou reatores batelada operado com dejetos suíno e glicerina bruta com concentrações de 0, 0,5, 1, 2 e 4%, obteve redução de DQO de 33, 46, 57, 12, e 6%, respectivamente. O autor observou que as maiores doses de glicerina prejudicaram as reduções de DQO e a dose de 1% foi a que apresentou melhor redução.

BACKES (2011) avaliou diferentes proporções de glicerina bruta (0, 3, 6 e 9%) associada a dejetos de bovinos em sistema batelada, alcançando a maior redução de ST no tratamento controle com 28% e menor redução no tratamento com 9% de glicerina, apresentando redução de 15%. Para as reduções de SV com o mesmo substrato, o autor encontrou teores baixos de redução sendo 3% no tratamento controle e 1% no tratamento com 3% de GB. Esses resultados evidenciaram baixa eficiência quanto a redução de material orgânico conforme adicionou-se GB aos substratos em co-digestão.

O mesmo autor observou que houve um acréscimo de DQO após o processo de biodigestão nos reatores com glicerina, com o acréscimo de teores de GB pode ter ocorrido uma sobrecarga de DQO e pouca redução de SV e baixa degradabilidade pelos microrganismos, limitando a síntese microbiana.

ARAÚJO (2012) testou diferentes doses de glicerina bruta com dejetos de ovinos alimentados com dietas (40:60) e (60:40) volumoso/concentrado em



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

biodigestores batelada, obteve as maiores reduções nos substrato que continham maior porcentagem de volumoso, com reduções de ST de 44,53, 36,71, 63,92 e 42,86%, SV de 4,44, 5,41, 10,57 e 3,42% e de FDN reduções de 49,80, 47,40, 30,90 e 41,50% nos tratamentos contendo glicerina nas doses de 0; 3; 6 e 9% respectivamente.

SIQUEIRA (2012) após o processo de co-digestão de dejetos de bovino e glicerina bruta em biodigestores batelada obteve reduções dos sólidos totais de 32,24, 59,13, 22,43 e de 34,91% e sólidos voláteis de 18,17, 61,60, 24,36 e 44,83% para os tratamentos com glicerina 0%, 2%, 4% e 6% respectivamente.

O mesmo autor verificou que houve redução de DQO com 68% no tratamento controle e de 38% no tratamento com glicerina 2%, porém os demais tratamentos exibiram um significativo acréscimo de DQO após o processo de co-digestão (90 e 118%). Esse aumento pode ter sido ocasionado pela elevada carga orgânica presente na glicerina (LARSEN, 2009).

SANDERSON (2013) adicionou ao dejetos de suínos teores de glicerina bruta de (0, 5, 10, 20, 30 e 40%), obteve reduções de ST de 30,40%, 28,70, 23,11, 16,38, 9,88 e 3,49% respectivamente após o tempo de 21 dias de co-digestão anaeróbia.

Para isso, estuda-se melhor o processo de biodigestão anaeróbia conjunta, com acréscimo de doses de glicerina bruta, como reciclagem de resíduos altamente energético, objetivando a otimização as reduções de material orgânico poluidor.

OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as reduções de ST, SV, FDN e DQO em substratos preparados com doses crescentes de glicerina bruta (0, 5 e 10% em relação aos sólidos totais) em associação com os dejetos de bovinos leiteiros e diferentes tempos de retenção hidráulica 10, 17 e 24 dias.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD.

No estudo foram utilizados nove biodigestores experimentais de modelo horizontal, de fluxo contínuo, compostos de duas partes distintas: a câmara de fermentação e o gasômetro. A câmara de fermentação é um recipiente composto por um cilindro reto de PVC com diâmetro de 300 mm e com 1 m de comprimento, tendo as extremidades fixadas com duas placas de PVC com 1,5 cm de espessura de cada lado. Em uma placa está fixado o cano de entrada, por onde se realizou o abastecimento, e na outra extremidade dois canos, sendo um destinado à saída do biofertilizante e o outro a saída do biogás (Figura 1).

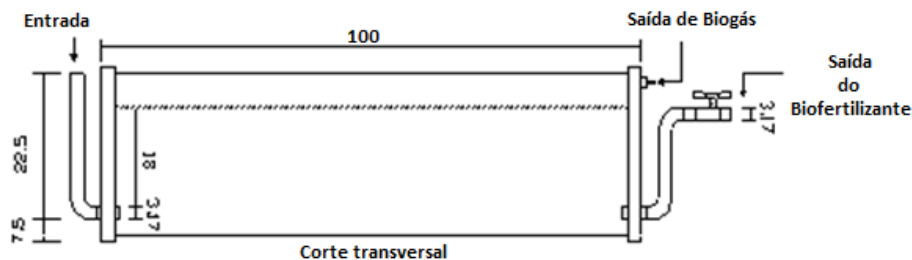


FIGURA 1. Corte transversal dos biodigestores semi-contínuos utilizados no experimento.

Os gasômetros foram constituídos de dois cilindros de 250 e 300 mm de diâmetro sendo o primeiro inserido no interior do segundo, de tal forma que o espaço existente entre eles comporta um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 500 mm. O cilindro de 300 mm de diâmetro é fixado sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura, recebendo o cilindro de 250 mm de diâmetro no seu interior. O cilindro de 250 mm de diâmetro tem uma das extremidades vedada por cap,



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

recebendo desta maneira o gás produzido, a outra extremidade emborcada no selo de água para armazenar o gás produzido (Figura 2).

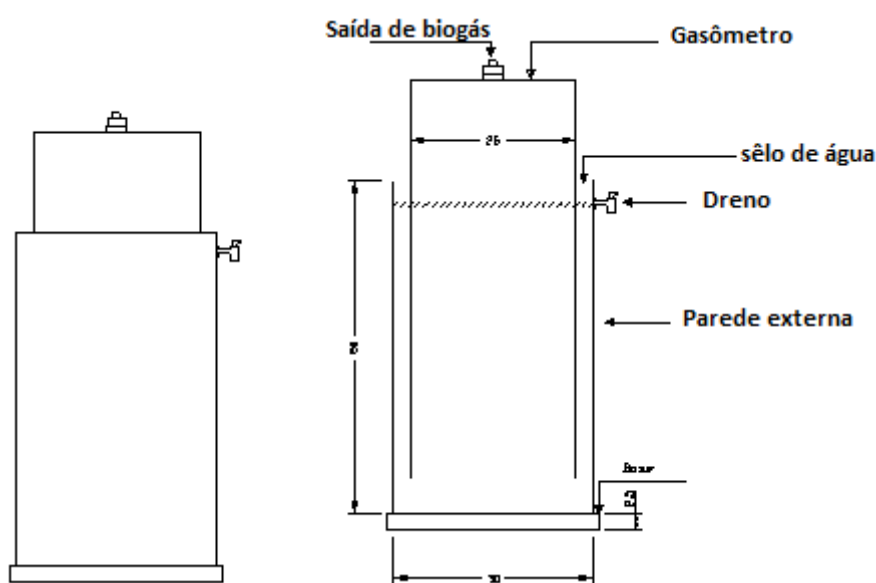


FIGURA 2. Representação esquemática de gasômetros utilizados no experimento de biodigestão anaeróbia com substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta.

Os gasômetros e biodigestores permaneceram em condições de temperatura ambiente, abrigados de luz solar e chuva dentro do laboratório.

Para o abastecimento dos biodigestores foram utilizados resíduos (fezes e urina) oriundos da atividade de bovinocultura de leite, coletado por raspagem do piso da área de alimentação das vacas posteriormente a ordenha, sem a adição de água. A glicerina bruta foi doada por uma usina de biodiesel, que utiliza o óleo de soja como matéria prima. Para tanto, os resíduos foram caracterizados e apresentados nas Tabelas 1.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

Tabela 1. Caracterização do dejetos de vacas leiteiras e glicerina bruta.

Componentes		Dejeto	Glicerina
Sólidos totais (ST)	%	18	95
Sólidos voláteis (SV)	%	83	-
pH	-	7,10	6,5
DQO	mg O ₂ / ℓ	540	-
Umidade	%	82	4,0
Glicerol	%	-	14,0
Metanol	%	-	6,1

O experimento foi desenvolvido em duas fases com nove biodigestores semi-contínuos. Na primeira fase foi preparado o inóculo, composto com dejetos de suínos e água para diluição, sendo considerado inóculo no momento em que apresentou concentração máxima e constante de metano na composição do biogás. A característica do inóculo foi correspondente a 15% da massa de ST adicionada aos biodigestores e incluído apenas no primeiro abastecimento. A partir daí seguiu com os abastecimentos diários conforme a Tabela 2, até que atingisse constância nas produções de biogás. Esta primeira fase durou 40 dias (setembro – outubro/2013). Na segunda fase iniciou-se o período experimental propriamente dito, considerando as semanas de produção como repetições e teve duração de 35 dias (novembro/2013).

Tabela 2. Quantidades (kg ou litro) de dejetos de bovino leiteiro, água e glicerina bruta (GB) com doses de 0, 5 e 10% para a composição do efluente em 10, 17 e 24 dias dos tempos de retenção hidráulica (TRH).



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

Volume expresso em l e massa em kg					
Tratamentos Experimentais	Volume de Afluente	Massa de ST no afluente	Massa de GB	Massa de Dejetos	Massa de Água
0% de GB TRH 10	4,21	0,02	0,0000	0,501	3,709
0% de GB THR 17	2,07	0,02	0,0000	0,262	1,807
0% de GB TRH 24	1,54	0,02	0,0000	0,204	1,335
5% de GB TRH 10	3,86	0,02	0,00438	0,438	3,417
5% de GB TRH 17	2,27	0,02	0,00271	0,270	1,996
5% de GB TRH 24	1,61	0,02	0,00201	0,201	1,406
10% de GB TRH 10	3,99	0,02	0,00903	0,426	3,554
10% de GB TRH 17	2,42	0,02	0,00572	0,270	2,144
10% de GB TRH 24	1,77	0,02	0,00435	0,205	1,560

Os potenciais de produção de biogás e metano foram calculados dividindo-se os valores de produção pelas quantidades de ST, SV, FDN e DQO adicionada e reduzida nos biodigestores, porque em virtude das produções ocorrem as reduções.

Para determinação dos teores de ST as amostras de entrada e saída dos biodigestores foram acondicionadas em bandejas previamente taradas e pesadas para obtenção do peso úmido (Pu) do material, posteriormente foram levadas à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 105°C até atingirem peso constante, sendo à seguir resfriadas ao ar livre e novamente pesadas em balança com precisão de 0,01g, obtendo-se então o peso seco (Ps), conforme metodologia descrita pela APHA (2005).

Com as amostras pré-secas e moídas a partir dos ST, foram realizadas as análises de SV e FDN. Os teores de SV foram determinados conforme metodologia descrita pela APHA (2005), sendo que o material já seco em estufa resultante da determinação de ST e posteriormente levado à mufla mantido a uma temperatura de 600°C por um período



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

de 2 horas, após a queima aguardou-se a temperatura atingir 120°C e transferiu-se os cadinhos para um dessecador para atingirem a temperatura ambiente, logo após, o material resultante foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01g, obtendo-se o peso das cinzas ou matéria mineral, determinando-se por diferença a quantidade de SV amostral.

Foram realizadas as análises para determinação dos constituintes fibrosos: fibra em detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA) das amostras coletadas durante o ensaio de caracterização dos dejetos e da co-digestão anaeróbia, segundo a metodologia descrita por DETMANN et al. (2012).

Para determinação dos valores da demanda química de oxigênio (DQO) as amostras foram coletadas semanalmente das entradas e saídas dos biodigestores (forma líquida) e digeridas no mesmo dia em bloco digestor da Hach. Para a leitura foi utilizado o método colorimétrico, empregando-se espectrofotômetro modelo DR/2000 da HACH, segundo metodologia descrita em APHA (2005).

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com parcela subdividida no tempo. As parcelas foram compostas por 9 tratamentos: Três TRH (10, 17 e 24 dias), e a inclusão de três doses de glicerina bruta (0, 5 e 10%), sendo as subparcelas representadas por 5 períodos (semanas). Os resultados foram submetidos à análise de variância considerando-se como fontes de variação: teores de glicerina bruta e tempos de retenção hidráulica, Ajuste de modelos polinomiais de regressão foram utilizados para avaliar os efeitos de ordem linear e quadrático das doses de glicerina bruta e TRH, sendo as análises realizadas pelo software R Project 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do comportamento das reduções de ST, SV, FDN e DQO (Figuras 3, 4, 5 e 6) analisadas no decorrer da co-digestão dos substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta nos TRH 10, 17 e 24 dias, foi possível verificar que os valores máximos ocorreram entre as doses 2 e 4% de inclusão de



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

glicerina aos substratos, sendo 3,63, 2,71, 3,29 e 2,18% de glicerina bruta considerando-se as reduções de ST, SV, FDN e DQO, respectivamente, e o melhor TRH para as reduções foi o de 24 dias. Estes valores indicam que a inclusão de glicerina foi benéfica até estes níveis, sendo que a partir daí provavelmente a glicerina presente no meio atrapalhou a eficiência de digestão pelos microrganismos, prejudicando a redução das variáveis em estudo. Para a redução de FDN no TRH 10 (Figura 5) os substratos apresentaram maiores reduções conforme se acrescentou os níveis de glicerina bruta, provavelmente isso ocorreu em virtude de redução de FDN na composição dos substratos quando se adicionou os constituintes da glicerina bruta, o que associado ao baixo TRH pode ter originado o comportamento descrito.

Na tabela 3 estão representados os parâmetros avaliados e seus respectivos modelos de regressão, R^2 , P valor e CV, o qual demonstra a significância dos dados e os modelos de regressão usados para calcular as doses ótimas de inclusão de glicerina bruta e suas reduções.

Tabela 3. Modelos de regressão, seguidos de R^2 (Coeficiente de determinação), P (probabilidade) e CV (coeficiente de variação), para reduções de ST, SV, DQO e FDN obtidos durante a co-digestão de substratos preparados com dejetos de bovino leiteiro e doses crescentes de glicerina bruta no TRH 24.

Parâmetro avaliado	Modelo de Regressão	R^2	P	CV(%)
Redução de ST (%)	$y = -0,4345x^2 + 2,6613x + 34,324$	0,9882	< 0,0001	3,63
Redução de SV (%)	$y = -0,4209x^2 + 2,3283x + 37,074$	0,994	< 0,0001	2,71
Redução de FDN (%)	$y = -0,3902x^2 + 3,0049x + 46,698$	0,9305	< 0,0001	3,29
Redução de DQO (%)	$y = -0,1657x^2 + 0,8334x + 73,934$	0,911	< 0,0001	2,18



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

As maiores reduções ocorreram em 24 dias, por que possibilitou uma melhor degradação dos constituintes em digestão. Esse resultado pode ser melhor visualizado em conjunto com os resultados de produção de biogás, para otimizar o uso dos biodigestores, ou seja, o TRH está em função da produção de biogás, quando a produção começa a cair é o momento em que o substrato apresenta redução de carga orgânica, podendo ser encaminhado o efluente para um tratamento secundário, como uma lagoa de tratamento por exemplo, liberando espaço para abastecimento dos biodigestores com um novo substratos. As menores reduções ocorreram nos TRH 10 e 17 dias, com doses superiores a 4% de glicerina bruta em co-digestão.

Aplicando a derivada e a equação de regressão foi possível encontrar a maior redução de Sólidos Totais (ST) sendo a dose de 3,06% de glicerina bruta com redução de 38,40 %, considerando o TRH de 24 dias. Este resultado foi inferior aos encontrados por Siqueira (2012) e Araujo (2012), que utilizaram biodigestores bateladas e obtiveram redução de ST de 59,13% e 63,92% com adição de 2% e 6% GB respectivamente, esses resultados podem ter sido superiores, porque no sistema batelada o substrato fica mantido em maior tempo de co-digestão, favorecendo uma redução maior.

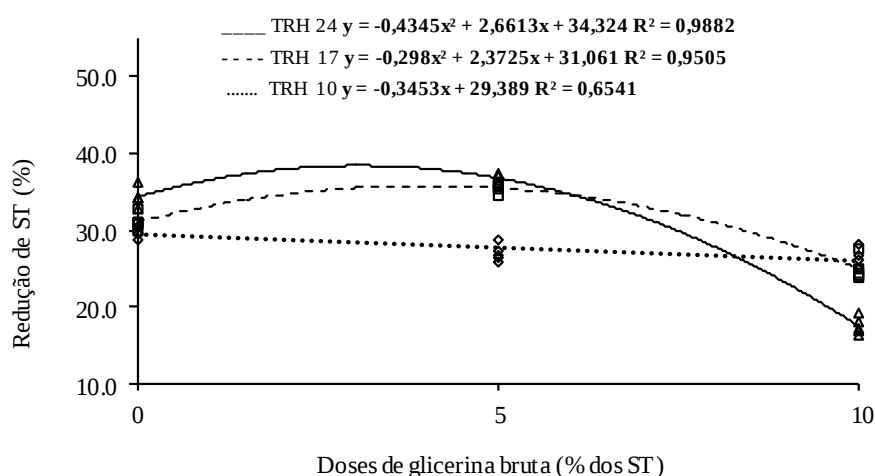


FIGURA 3. Gráfico de reduções de ST (%) em substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta nos TRH 10, 17 e 24 dias.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

A Figura 4 apresenta a maior redução de Sólidos Voláteis (SV) que ocorreu na dose de 2,76% de glicerina bruta e alcançou redução de 40,29% dos constituintes orgânicos em co-digestão, considerando o de TRH 24 dias. Siqueira (2012) obteve redução de 61,60% com adição de 2% de GB ao substrato de bovino em sistema batelada, onde o tempo de co-digestão foi maior que 24 dias. Para Araújo (2012) e Backes (2011), apresentaram resultados de redução de SV inferiores, evidenciando baixa eficiência em redução de material orgânico em sistema batelada.

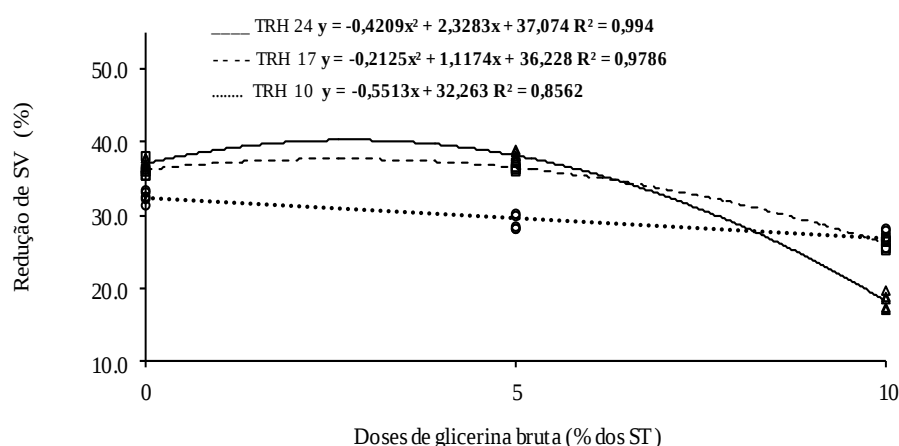


FIGURA 4. Gráfico de reduções de SV (%) em substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta nos TRH 10, 17 e 24 dias.

As maiores reduções de FDN (Figura 5) ocorreram para a dose de 3,85% de glicerina bruta e alcançaram redução de 52,48%, considerando o TRH 24 dias. Araújo (2012) apresentou resultado semelhante com adição de 3% de GB em sistema batelada, com redução de 47,40% de constituintes fibrosos.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

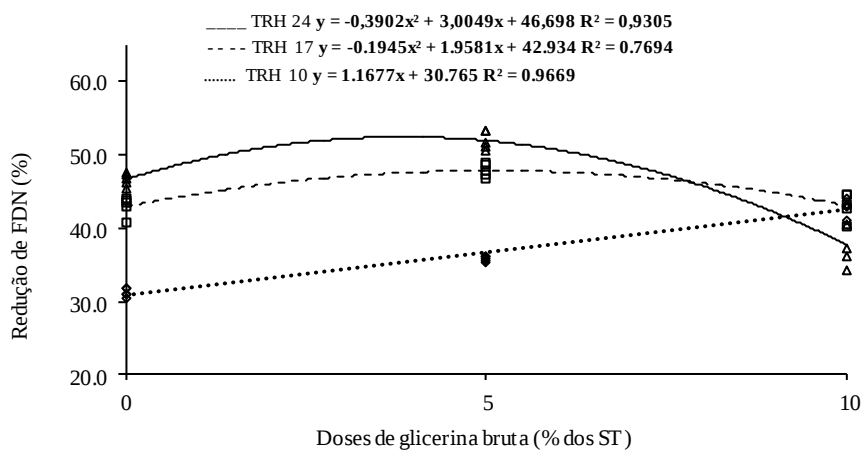


FIGURA 5. Gráfico de reduções de FDN (%) em substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta nos TRH 10, 17 e 24 dias.

As maiores reduções de DQO (Figura 6) ocorreram para a dose de 2,51% de glicerina bruta e alcançaram redução de 74,98%, considerando o TRH 24 dias. A adição de GB até esta dose foi altamente eficaz para redução de DQO.

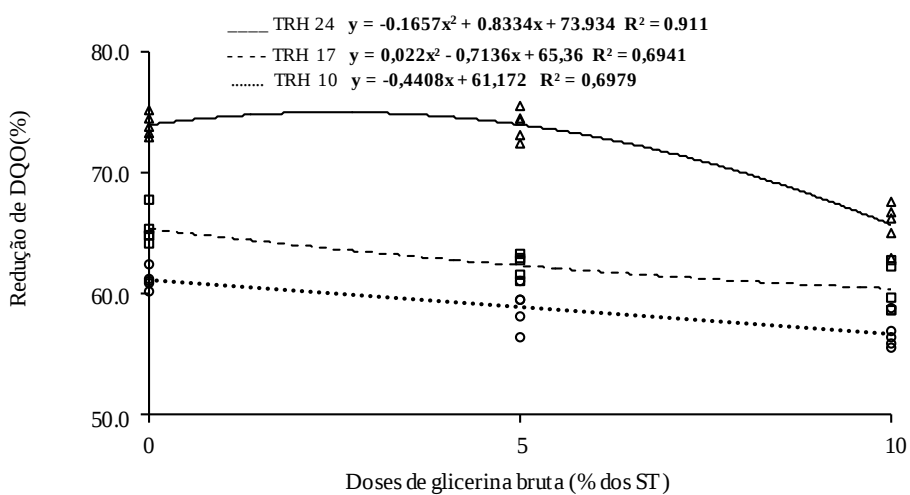


FIGURA 6. Gráfico de reduções de DQO (%) em substratos preparados com os dejetos de bovino leiteiro e doses de glicerina bruta nos TRH 10, 17 e 24 dias.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

Para os TRH de 24 dias as doses de glicerina bruta entre 2 e 4% foram benéficas para as reduções. O contrario aconteceu com os TRH de 10 e 17 dias, que apresentaram reduções inferiores comparado com o tempo de 24 dias, quando acrescentou teores de glicerina ao substrato. Por tanto quanto maior for o tempo de retenção hidráulica, poderão ocorrer maiores reduções de constituintes orgânicos nos efluentes da biodigestão.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a co-digestão de dejetos de bovino leiteiro com doses entre 2 e 4% de inclusão de glicerina bruta aos substratos, melhoraram as reduções de ST, SV, FDN e DQO % no tempo de retenção hidráulica de 24 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução nº 7, de 19 de março de 2008. Regulamento Técnico nº 01/ 2008. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 mar. 2008.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1.368p.

ARAUJO, L. C. A. **Co-Digestão Anaeróbia dos dejetos de ovinos e glicerina bruta**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2012. 53f. Dissertação Mestrado em Zootecnia.

BACKES, G. M. **Avaliação do processo de digestão anaeróbia na geração de energia a partir de dejetos suínos e bovinos de leite com suplementação de glicerina residual bruta oriunda da produção de biodiesel**. Dissertação de Mestrado, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado – RS, 2011.

DETMANN E. et al. **Métodos para Análise de Alimentos**. 1. ed. Minas Gerais: Visconde do Rio Branco, 2012. 214p.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

LARSEN, A. C. **Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia.** Paraná: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009. 41p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola.

SANDERSON, K. **Avaliação da eficiência da glicerina bruta, proveniente da produção de biodiesel, na obtenção de biogás em codigestão com dejetos.** / Karina Sanderson — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2013. 47 p.

SIQUEIRA, J. **Co-digestão de glicerina bruta associada a esterco bovino na produção de biogás** / Jessé Siqueira.-- Toledo, PR; 58 f. Dissertação de Mestrado em Bioenergia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo.

R Project 2, **R version 3.1.1**, foi lançado em 10-07-2014. Disponível em: <http://www.r-project.org/>

WOHLGEMUT, O. **Co-digestion of hog manure with glycerol to boost biogas and methane production.** Dissertação Mestrado – Faculty of Graduate Studies, University of Manitoba, Winnipeg. 2009, 90 f.