



POTENCIAIS DE PRODUÇÕES DE BIOGÁS E QUALIDADE DE BIOFERTILIZANTES OBTIDOS A PARTIR DA CO-DIGESTÃO DOS DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS E DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEO DE DESCARTE

Walter Renato Teixeira Lopes¹; Ana Carolina Amorim Orrico²; Marco Antonio Previdelli Orrico Junior³; Débora Maurício Manarelli⁴; Silvana Simm⁵; Daniel Rodrigues Dutra⁶

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

¹Bolsista de Iniciação Científica UFGD. ² Orientadora, Professora FCA. ³ Professor FCA. ⁴ Acadêmica de Zootecnia FCA/UFGD e Bolsista CNPq. ⁵ Aluna do programa de Pós-Graduação em Zootecnia FCA/UFGD. ⁶ Acadêmico de Zootecnia FCA/UFGD.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os potenciais de produção de biogás e qualidade de biofertilizante obtidos a partir da co-digestão dos dejetos de bovinos leiteiros e diferentes níveis de óleo de descarte. Para o ensaio de co-digestão foram abastecidos biodigestores batelada com os crescentes níveis (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12% do teor de ST do substrato) de óleo de descarte, no intuito de verificar a influência dessas adições sobre as produções de biogás, bem como os potenciais de produção, considerando-se as quantidades de ST e SV (no início e final do processo) e a qualidade do biofertilizante (N). Os biodigestores foram mantidos em produção por todo o período em que houve a geração de biogás. O resultados referentes à produção de biogás por sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) adicionados ao biodigestor apresentaram comportamento quadrático onde foi encontrado um nível máximo, ou seja, a adição ideal de óleo de descarte que foram de 4,4 e 4,6% apresentando as produções de 0,20 e 0,25 l de biogás por g de cada parâmetro avaliado, respectivamente. O mesmo comportamento foi encontrado nos resultados referentes à produção de biogás por kg de ST e SV reduzidos que indicaram as melhores adições de óleo entre 5,0 e 5,3%, atingindo assim as produções de 0,50 e 0,55 l de biogás por g de cada parâmetro, respectivamente. As concentrações de N no efluente foram superiores às observadas no afluente, demonstrando que ocorreu um acréscimo nestes valores durante a co-digestão dos substratos, sobretudo em virtude da degradação do material orgânico. A adição

de óleo de descarte nas doses entre 4,4 e 5,3% melhora os potenciais de produção de biogás em co-digestão com os dejetos de bovinos leiteiros.

Palavras – chave: co-digestão anaeróbia, biodigestor, bovinocultura de leite

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos de origem animal segue uma ascendência natural em função do crescimento populacional no mundo. Esta maior necessidade de produção de proteína animal faz com que sejam intensificadas as produtividades, considerando-se menor tempo, área e custos. Como componente dos sistemas produtivos também são considerados os resíduos gerados com a criação dos animais, sendo que o adequado gerenciamento deste material poderá representar incremento na renda do produtor, além de diminuir o impacto ambiental que seria ocasionado pelo seu contato direto com o ambiente.

O Brasil alcançou uma produção de 31 bilhões de litros de leite em 2011, o que classificou o país em 5º lugar no ranking mundial de produção de leite, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia, China e Rússia, que respectivamente, ocuparam as primeiras posições (FAMASUL).

Alguns sistemas são utilizados para o tratamento dos resíduos gerados nesta cultura, como a biodigestão anaeróbia, que merece um destaque especial, pois além de promover o tratamento e reciclagem dos dejetos, pode resultar na agregação de valor às atividades com a produção de biogás e do biofertilizante, que poderão ser revertidos ao sistema na economia de energia e fertilizantes (SILVA et al., 2005; ORRICO et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

PASTOR et al (2013) compararam o efeito da co-digestão de óleo de descarte e do chorume de resíduos urbanos com o lodo de uma estação de tratamento de esgoto. Concluíram que o óleo era a melhor opção para a co-digestão com o lodo e buscou-se a proporção ideal na co-digestão destes dois resíduos a fim de melhorar a produção e reduzir a inibição do processo pelo acúmulo excessivo de ácidos graxos de cadeias longas e os valores ideais de adição de óleo encontrados foram de 19% com base nos sólidos voláteis.

Em pesquisa realizada por ORRICO JUNIOR et al. (2012) avaliaram-se a produção e potenciais de produção de biogás e metano durante a biodigestão anaeróbia dos dejetos produzidos por bovinos alimentados por dietas contendo duas relações volumoso:

concentrado. Foram avaliadas as produções totais de biogás e os potenciais de produção considerando-se os rendimentos, em litros, por kg de ST e SV adicionados e reduzidos, verificando-se as quantias de: 310; 370; 240; 420 e 1550 litros, respectivamente, para os dejetos de animais que consumiram dietas contendo 40% de volumoso e ainda, os valores de 270; 280; 870; 300 e 920 litros, respectivamente, para os dejetos de animais alimentados com dietas contendo 60% de volumoso. Estas mesmas produções e potenciais foram avaliados considerando-se os rendimentos de metano, sendo verificadas as seguintes quantidades: 240; 250; 670; 300 e 820 litros e de 190; 200; 500; 240 e 620 litros para a produção total e os rendimentos por kg de ST e SV adicionados e reduzidos, para bovinos alimentados com as dietas 40 e 60% de volumoso, respectivamente. Desta forma, os autores consideraram que a maior proporção de concentrado na dieta refletiu diretamente sobre as maiores produções e os potenciais de produção de biogás e metano.

A co-digestão dos dejetos de suínos com óleo de descarte, foi avaliada por LANSING et al (2010) ao conduzirem experimento empregando-se as adições de 0, 2,5; 5,0; e 10% de óleo em relação ao volume dos biodigestores. Os resultados verificados pelos autores evidenciam os benefícios da associação entre ambos os resíduos, já que as produções de biogás foram de 32,1; 61,1; 54,7 e 63,1 litros por dia, para as adições de óleo descritas, além do incremento de metano nas composições do gás de acordo com o acréscimo de óleo.

Desta forma, a proposta desta pesquisa justificou-se pelo objetivo de avaliar os potenciais de produções de biogás e qualidade de biofertilizante obtidos a partir da co-digestão dos dejetos de bovinos leiteiros e diferentes níveis de adição de óleo de descarte.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Área Experimental do Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários, da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados – MS.

Os dejetos foram coletados de vacas leiteiras, mantidas em sistema intensivo e alimentadas com dieta balanceada de forma que fossem atendidas as necessidades nutricionais. O óleo foi obtido por doação, em pastelaria comercial, já em condições de descarte (após diversas frituras).

O inóculo foi preparado a partir da alimentação de biodigestores batelada de bancada com dejetos dos bovinos diluídos em água na concentração de 3% de ST. O inóculo foi considerado pronto quando apresentou a máxima concentração de metano na sua composição,

e manteve constante esta concentração, além de representar 15% da massa seca que foi adicionada aos biodigestores no início do período experimental.

O ensaio de co-digestão compreendeu o abastecimento de biodigestores batelada, com substratos contendo dejetos de bovinos leiteiros e crescentes níveis de inclusão de óleo de descarte (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12% do teor de ST dos substratos) a fim de verificar a influência destes níveis sobre o desempenho do processo. Para isso foram mensuradas as produções de biogás, bem como os potenciais de produção, considerando-se as quantidades de ST e SV adicionadas e reduzidas durante o processo, assim como a qualidade do biofertilizante (N).

Os dejetos produzidos por bovinos, mantidos em sistema semi intensivo, foram coletados por meio de raspagem das baias de alojamento dos animais durante seu período de confinamento para ordenha, e a massa de dejetos homogeneizada e transportada para o Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários, pertencente a Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, com intuito de efetuar as análises previstas. O óleo de descarte foi coletado em recipiente fechado e levado para o Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários com o objetivo de compor os substratos que foram acondicionados aos biodigestores.

Foram empregados 28 biodigestores batelada de bancada (7 níveis de adição de óleo x 4 repetições), que foram abastecidos com substratos preparados utilizando-se o inóculo (15% da massa seca adicionadas aos biodigestores), água, dejetos e óleo, no intuito de que a concentração inicial seja de 4% de ST. O uso do inóculo permitiu que os microrganismos presentes no meio se adaptassem mais facilmente ao substrato, otimizando assim a produção de biogás e reduzindo o período de fermentação.

Os biodigestores batelada utilizados são constituídos, basicamente, por três cilindros retos de PVC com diâmetros de 100, 200 e 250 mm, acoplados sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura e podem ser caracterizados como biodigestores de bancada, com capacidade média para 7 litros de substrato em fermentação, cada. Os cilindros de 100 e 250 mm encontram-se inseridos um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro e a parede interna do cilindro exterior comporta um volume de água (“selo de água”).

Os teores de ST e SV das amostras coletadas durante a biodigestão anaeróbia foram determinados segundo metodologia descrita por APHA (2005). Os biodigestores foram avaliados por todo o período em que apresentaram produções de biogás.

Os volumes de biogás produzidos diariamente foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pela área de secção transversal interna dos gasômetros. Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga de biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20°C será efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985).

Os potenciais de produções de biogás foram calculados utilizando-se os dados de produção diária e as quantidades de ST e SV adicionados nos biodigestores, além das quantidades de ST e SV reduzidas durante o processo de co-digestão anaeróbia. Os valores foram expressos em litros de biogás por cada um grama dos constituintes avaliados.

As amostras coletadas durante o desenvolvimento dos ensaios de caracterização e co-digestão foram pré-secadas à 60°C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir, as amostras foram finamente moídas em moinho de facas, e então utilizadas para a digestão da matéria orgânica. Para a digestão e determinação de Nitrogênio foi utilizada a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2006).

Como delineamento utilizou-se o inteiramente casualizado, composto por 7 tratamentos (níveis de óleo de descarte) e quatro repetições (biodigestores). Os resultados foram submetidos à análise de variância considerando-se como fonte de variação os níveis de óleo. Contrastes ortogonais foram utilizados para avaliar os efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico dos níveis de óleo, sendo as análises realizadas pelo software SAEG versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as equações de regressão, seguidos de R^2 , P (probabilidade) e CV, para os potenciais de produção de biogás obtidos durante a co-digestão de substratos preparados com dejetos de bovinos leiteiros e doses crescentes de óleo de descarte.

Tabela 1. Modelos de regressão, seguidos de R^2 , P (probabilidade) e CV, para os potenciais de produção de biogás obtidos durante a co-digestão de substratos preparados com dejetos de bovinos leiteiros e doses crescentes de óleo de descarte.

Parâmetro Avaliado	Modelo de regressão	R^2	P	CV
L / ST Ad	$y = -0,0011x^2 + 0,0098x + 0,1848$	0,6718	< 0,01	4,93

L / SV Ad	$y = -0,0015x^2 + 0,0139x + 0,2214$	0,7631	< 0,01	4,62
L / ST Red	$y = -0,0032x^2 + 0,0320x + 0,4208$	0,7338	< 0,01	3,74
L / SV Red	$y = -0,0040x^2 + 0,0417x + 0,4415$	0,784	< 0,01	4,19
N E (%)	$y = -0,0466x + 5,9943$	0,8271	< 0,01	1,58
N S (%)	$y = -0,0329x + 7,2955$	0,7472	< 0,01	1,09

Na visualização da Figura 1 é possível observar que a máxima produção de biogás por g de ST adicionado foi encontrada com a adição de 4,4% de óleo de descarte aos substratos. Este comportamento pode indicar que esta é a uma quantidade satisfatória de adição de óleo em relação a disponibilidade de nutrientes necessários, especialmente o N, para os microorganismos responsáveis pela co-digestão do substrato, auxiliando na maximização de suas atividades, favorecendo a degradação do material utilizado.

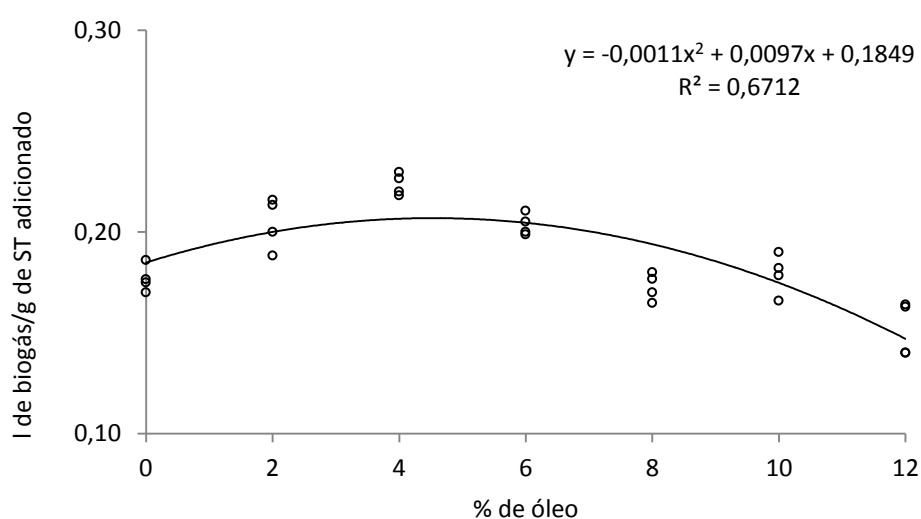


Figura 1. Produção em litros de biogás por g de sólidos totais adicionados.

Este comportamento se difere do encontrado em trabalho realizado por RODRIGUES et al. (2014) com adição de óleo e lipase em co-digestão com os dejetos de suínos, os autores encontraram um comportamento linear decrescente da produção de biogás em relação as adições de óleo (que foram de 8, 12, 16 e 20g por kg de ST) e lipase. Os autores associaram

este comportamento com uma possível produção excessiva de ácidos graxos de cadeia longa, o que provavelmente limitou a produção de biogás.

Os valores para a produção de biogás em litros por g de SV adicionados aos biodigestores apresentaram um comportamento quadrático (Tabela 1), como pode ser observado na Figura 2. Com base neste resultado é possível determinar que a produção máxima de biogás, 0,25 l de biogás/g de SV adicionado, ocorreu na condição de 4,63 % de adição de óleo. Este comportamento indica que possivelmente ocorreu acúmulo de ácidos graxos de cadeia longa nas adições de doses superiores, comprometendo a atividade microbiana e reduzindo a degradação da matéria orgânica e consequentemente diminuindo a produção de gás.

Em estudo realizado utilizando a co-digestão de outro resíduo lipídico, ROBRA (2006), observou um potencial de produção de biogás por massa de SV da glicerina bruta e dejetos de bovinos em co-digestão anaeróbia encontrou o valor de 207,5 L de biogás/ kg de SV para substrato preparado com dejetos de bovinos e dose de 15% de glicerina bruta.

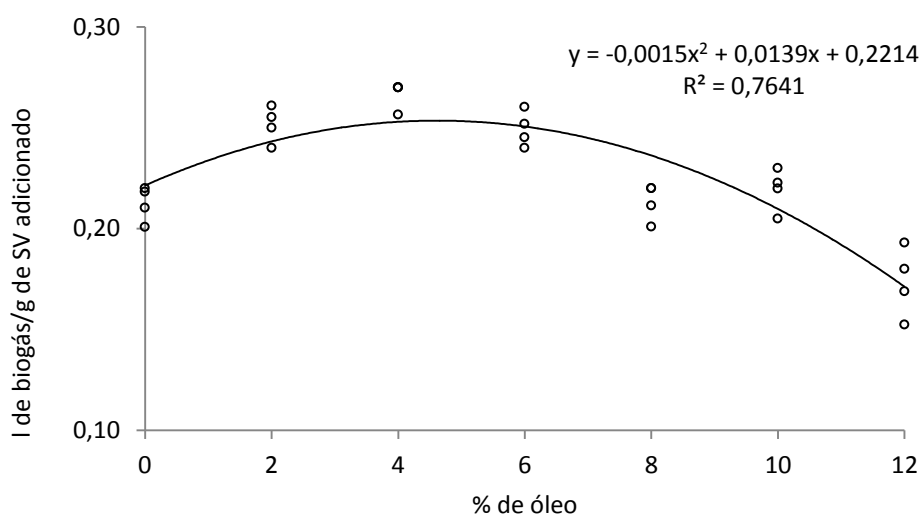


Figura 2. Produção em litros de biogás por g de sólidos voláteis adicionados.

Utilizando a mesma fonte de óleo deste estudo, PASTOR et al. (2013) avaliaram a co-digestão de resíduos urbanos (lodo de esgoto) e óleo de descarte coletado de pastelarias e obtiveram potenciais de produção de biogás de 350 até 657 litros por kg de SV adicionado, quando empregaram a dose de 0,5% de óleo em relação a massa fresca de substrato e rendimentos de 363 até 691 litros por kg de SV adicionado, com a dose de 1,0% de óleo. Os potenciais obtidos por estes autores foram superiores aos gerados neste trabalho,

provavelmente devido ao aquecimento dos biodigestores, mantidos com temperaturas entre 35 e 37° C e aos tempos de retenção que variaram entre 10 e 30 dias.

Cabe salientar que para as condições de desenvolvimento deste trabalho, sem aquecimento e utilizando biodigestores batelada, os rendimentos de biogás foram expressivos e refletem uma possibilidade para tratamento e reciclagem de dois resíduos que despertam sérias preocupações de contaminação ambiental, sobretudo pelas doses de inclusão de óleo serem elevadas, quando comparadas aos estudos realizados fora das condições brasileiras. Provavelmente, nestas condições, as doses de inclusão de óleo situadas entre 4,4 e 5,3% despontam como as mais promissoras.

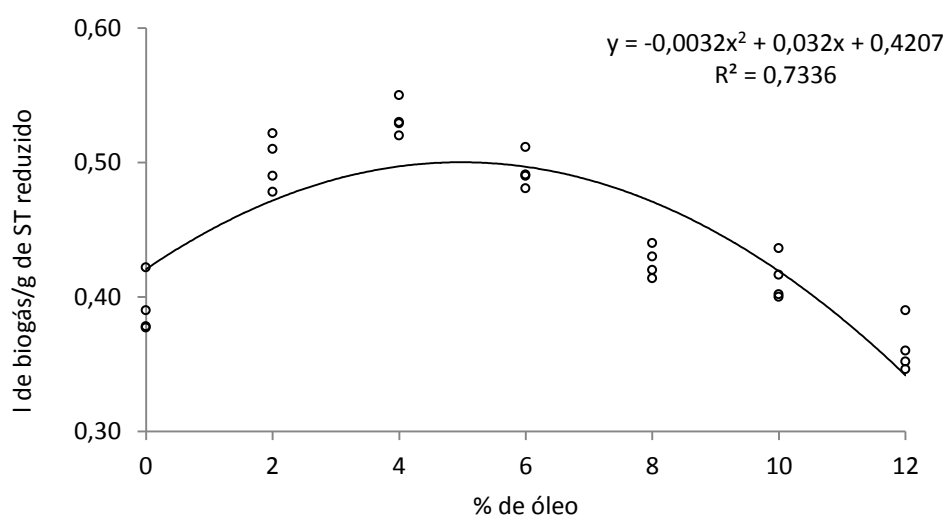


Figura 3. Produção em litros de biogás por g de sólidos totais reduzidos.

Assim como os outros resultados encontrados anteriormente, o comportamento das produções de biogás por ST reduzidos apresentou maior produção na dose de 5% (0,50 l de biogás/g de ST reduzido). Esse comportamento também pode ser interpretado por fatores já citados anteriormente, no que dizem respeito ao maior acúmulo de ácidos graxos de cadeia longa, interferindo diretamente na atividade microbiana e limitando a sua capacidade de degradação da matéria orgânica e assim diminuindo a produção de gás.

Segundo Orrico et al. (2007) o melhor parâmetro para refletir o potencial de determinada biomassa e, portanto, mais indicado para se utilizar em projetos de biodigestores, é aquele que expressa a produção de biogás por kg de ST, pois elimina a interferência do teor de água presente na biomassa. Aplicando este conceito para a produção em litros de biogás por g de ST reduzidos foi possível verificar que a adição 5% de óleo (Figura 3), em co-

digestão com os dejetos de bovinos de leite, aumentou em 19% a produção de biogás quando comparado aos biodigestores que não sofreram adição de óleo.

Em um levantamento feito por LANSING et al. (2010), a partir de resultados compilados, os autores consideraram como benéfica a alcalinidade dos dejetos oriundos da produção animal, já que apresentam resistência para a acidificação. Os autores mencionaram também como positiva a adição de até 5% de óleo (em relação ao volume de substrato) em afluentes contendo dejetos de animais, resultando em ganhos de até 100% nas produções de biogás, quando comparados a substratos preparados somente com dejetos.

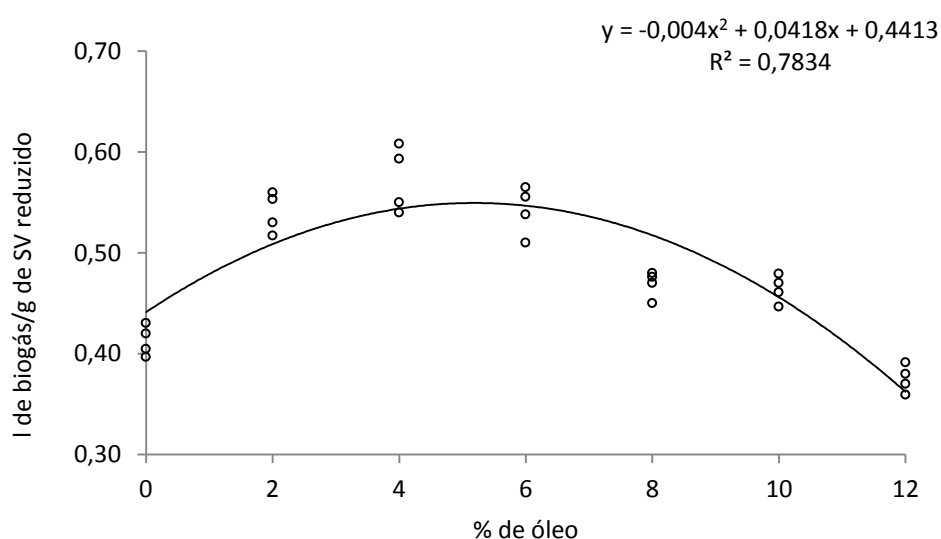


Figura 4. Produção em litros de biogás por g de sólidos voláteis reduzidos.

Os resultados encontrados para a produção de biogás por g de sólidos voláteis reduzidos foram satisfatórios e confirmam o comportamento já visualizado em outros parâmetros, ou seja, produções otimizadas com doses de inclusão de óleo em torno de 5,0%. Para este parâmetro especificamente, a máxima produção de biogás ocorreu com 5,3% de inclusão de óleo, resultando no potencial de 0,55 litros de biogás por g de SV reduzido.

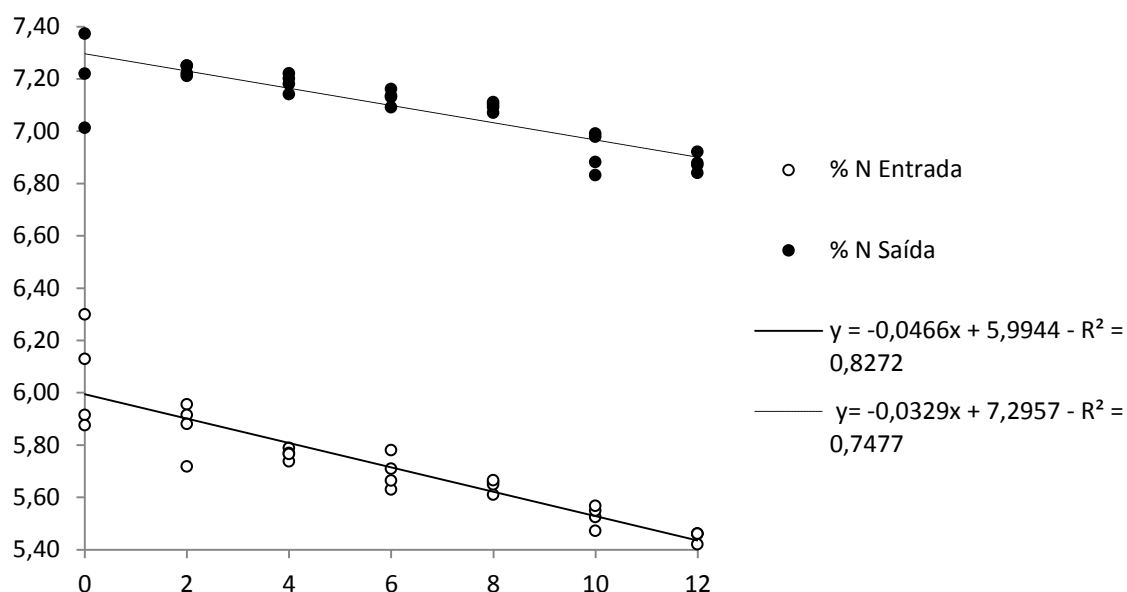


Figura 5. Porcentagem de nitrogênio no substrato em função das adições de óleo de descarte na entrada (afluente) e na saída (efluente).

A partir das análises dos teores de N tanto na entrada quanto na saída (Figura 5) , foram observados comportamentos lineares decrescentes, o que já era um resultado esperado a partir do pressuposto que a fonte de N do substrato é o dejetos, e quanto maior a adição de óleo, menor será a sua concentração.

As concentrações de N no efluente foram superiores às observadas no afluente, demonstrando que ocorreu um acréscimo nestes valores durante a co-digestão dos substratos, sobretudo em virtude da degradação do material orgânico.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho permitem o aproveitamento conjunto de resíduos com elevadas cargas orgânicas e ainda, o emprego do óleo de descarte em concentrações acima das mencionadas como ideais por estudos realizados fora do Brasil, principalmente. Sendo assim, a co-digestão dos dejetos de suínos e óleo de descarte foi benéfica por reverter maiores produções de biogás em comparação com a digestão dos dejetos como substrato único.

CONCLUSÃO

As doses de inclusão de óleo de descarte entre 4,4 e 5,3% dos ST melhoram os potenciais de produção de biogás. A inclusão de óleo nos substratos resultou em menores concentrações de N no afluente e efluente dos substratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 21th ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1.368 p.
- CAETANO, L. *Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás*. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.
- FAMASUL – Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. *Brasil é quinto colocado no ranking mundial da produção de leite*. Disponível em: <http://www.sistemafaep.org.br/noticia.aspx?id=1355>, acessado em: 12/03/2013. (FAEP – Federação da Agricultura do Estado do Paraná. 2012)
- LANSING, S.; MARTIN, J. F.BOTERO, R.B.; SILVA, T. N.; SILVA, E. D. *Methane production in low-cost, unheated, plug-flow digesters treating swine manure and used cooking grease*. Bioresource Technology. n.101, p.4362-4370, Elsevier: 2010.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. et al. *Biodigestão anaeróbia dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta*. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.6, p.1533-1538, 2012.
- ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. *Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, 2007.
- PASTOR, L.; RUIZ, L.; PASCUAL, A.; RUIZ, B. *Co-digestion of used oils and urban landfill leachates with sewage sludge and the effect on the biogas production*. Applied Energy, v. 107. p. 438-45, 2013.
- RODRIGUES, J.P.; ORRICO, A.C.A.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; et al. *Adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos*. Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.3, p.544-547, mar, 2014.
- SANTOS, T.M.B.; LUCAS JÚNIOR, J.; SILVA, F.M. *Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.3, p.658-664, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166 p.

SILVA, F.M.; LUCAS JÚNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. *Desempenho de um aquecedor de água a biogás*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.608-614, 2005.