

## CO-DIGESTÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE LATICÍNIO COM DEJETO BOVINO

ALINE FERNANDES<sup>1</sup>, JORGE DE LUCAS JÚNIOR<sup>2</sup>, ALEX LUIZ SAGULA<sup>3</sup>,  
PAULA MARIA PILOTTO BRANCO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Doudoranda, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, Botucatu, aline.nands@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo. Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal.

<sup>3</sup> Biólogo, Doutorando, Depto. de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu.

<sup>4</sup> Médica Veterinária, Doutora, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da substituição de água potável por 50% de água residuária de laticínio no processo de co-digestão com dejetos bovinos leiteiros em biodigestores contínuos, sobre a produção de biogás. Para análise dos dados considerou-se delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições, utilizando-se o programa SAS®. A produção de biogás diária teve o mesmo rendimento para ambos os tratamentos (sem e com 50% de água residuária de laticínio). Foi observado efeito ( $p < 0,05$ ) nos potenciais de produção de biogás, onde os parâmetros de produção por sólidos totais e voláteis adicionados com as maiores médias correspondentes ao tratamento sem adição da água residuária, já com referência ao parâmetro de produção por sólidos voláteis reduzidos o maior potencial de produção de biogás foi para o tratamento em com co-digestão de 50% de água residuária de laticínio. A co-digestão com 50% de água residuária de laticínio foi eficiente no processo de co-digestão em biodigestores contínuos com médias de metano entre 50 a 60%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biogás, Digestão anaeróbia, Resíduo agrícola

### CO-DIGESTION OF DAIRY WASTEWATER WITH BOVINE MANURE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effect of the substitution of drinking water for 50% of dairy wastewater in the process of co-digestion with bovine milk manure in continuous biodigesters, on biogas production. For data analysis, a completely randomized design was used, with two treatments and five replications, using the SAS® program. The daily biogas production had the same yield for both treatments (without and with 50% of dairy waste water). It was observed a ( $p < 0.05$ ) in biogas production potentials, where the total and volatile solids production parameters added with the highest averages corresponding to the treatment without addition of the wastewater, already with reference to the parameter of production by solids Volatiles reduced the greatest potential for biogas production was for the treatment in with co-digestion of 50% of dairy wastewater. Codigestion with 50% dairy wastewater was efficient in the co-digestion process in continuous biodigesters with methane means between 50 and 60%.

**KEYWORDS:** Agricultural waste, Anaerobic digestion, Biogas

## **INTRODUÇÃO**

A criação de animais em sistema de confinamento apresentam características positivas sob o ponto de vista econômico e operacional, entretanto, merecem especial atenção para que seus efeitos não transformem em prejuízo, principalmente em se tratando do ambiente (BORDIN et al. 2005). Na criação de bovinos de leite em condições de confinamento, a geração de dejetos é grande e deve se levar em consideração que, na maioria das vezes, a área utilizada é reduzida para dispor esse material (GONÇALVES JUNIOR et al., 2007). A água empregada na fabricação de produtos lácteos caracteriza a indústria de laticínios como um dos principais geradores de efluentes. A água pode ser utilizada em diferentes formas, como: incorporação ao produto, limpezas de máquinas, tubulações e pisos, águas de sistema de resfriamento e geradores de vapor, águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos e esgotos sanitários gerados pela empresa (BEGNINI e RIBEIRO, 2014). Dentre outros as águas residuais de laticínios, por possuir uma grande quantidade de nutrientes minerais dissolvidos quando eliminadas em mananciais hídricos, encontram-se dentre as pesquisas direcionadas que visam minimizar o avanço das constantes agressões ao meio ambiente (SILVA et al, 2013). Os setores envolvidos em questão têm grande importância econômica e social por gerar renda desde aos pequenos produtores às grandes empresas. Portanto, é fundamental a importância de se enquadrarem de forma legal às condições ambientais de todo manejo de produção. A fim de minimizar os danos da pecuária leiteira e de laticínios sobre o meio, diferentes ações podem ser tomadas para garantir a sustentabilidade dos setores. Dentre estas, cita-se o uso de biodigestores, pois estes, além de se relacionarem a mitigação da poluição pelos dejetos da pecuária leiteira e resíduos de laticínios, fornecem o biogás e o biofertilizante. O biogás pode ser aproveitado pelo seu potencial energético por intermédio da queima e obtenção de energia térmica. A geração do biogás traz aos produtores uma opção energética renovável e limpa de ótimo rendimento com diminuição do custo de energia elétrica de suas propriedades, proporcionando o desenvolvimento econômico e a melhoria do setor energético local e brasileiro e distribuição correta dos efluentes gerados em suas propriedades (SANTOS e NARDI JÚNIOR, 2013). O processo de co-digestão é quando dois ou mais tipos de resíduos compõem o substrato, exercendo influência fundamental no processo de digestão pelas características complementares. Diante desta problemática, objetivou-se avaliar a produção de biogás em biodigestores contínuo abastecidos com água residuária de laticínio em co-digestão com dejetos de bovinos leiteiros.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Biomassa I e II do Departamento de Engenharia Rural e os dejetos de bovinos leiteiros foram colhidos no confinamento do Setor de Bovinocultura do Departamento de Zootecnia, ambos situados na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista / UNESP – Câmpus de Jaboticabal. A água residuária foi colhida na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de um Laticínio no ponto de flotodecantação. O efluente era originário das atividades de recepção de leite, resfriamento e produção de produtos como: leite UHT – longa vida, leite pasteurizado, achocolatados, manteiga, requeijão, creme de leite, leite condensado e outros derivados. Foram utilizados biodigestores tubulares de bancada com capacidade para 60 litros, construídos com tubo de PVC com diâmetro de 300 mm e com 1 m de comprimento,

tendo suas extremidades vedadas por cap de fibra de vidro denominados de contínuos. Em uma das extremidades está acoplada um cano de entrada do afluyente de 60 mm e na extremidade oposta um cano de 60 mm com registro de 75 mm para saída do efluente. Os gases gerados nos biodigestores foram armazenados em gasômetros de 250 mm de diâmetros e 60 cm de comprimento, ligados aos biodigestores por meio de mangueiras plásticas para condução do biogás. Os biodigestores contínuos com carga total de 60 L da capacidade total do biodigestor e 2 L de substrato para carga diária. Foi adotado a porcentagem de 50% de água residuária para compor o substrato do tratamento denominado COM ARL. Os cálculos foram baseados na matéria seca do dejetos, sendo adotados 4% de sólidos totais. utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e dois tratamentos: SEM ARL - Sem água residuária de laticínio: dejetos + 100% água de torneira e COM ARL - Com água residuária de laticínio: dejetos bovinos + 50% água de torneira + 50% água residuária de laticínio. O volume de biogás produzido de cada biodigestor foi mensurado pela medição do deslocamento vertical dos gasômetros através de régua graduada, multiplicado o dado registrado pela área da seção transversal interna dos gasômetros. Após cada leitura, o registro de descarga de biogás era aberto até que os gasômetros fossem zerados e em seguida eram fechados. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20°C foi efetuada com base no trabalho de Caetano (1985), no qual verificou-se que, pelo fator de compressibilidade (Z), o biogás apresentou comportamento próximo ao ideal. Conforme descrito por Santos (2001), para a correção do volume de biogás, utilizou-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac. A determinação de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram semanalmente e expressos em porcentagem de matéria seca segundo metodologia descrita por APHA (2005). Os potenciais de produção de biogás foram calculados utilizando-se os dados de produção diária e as quantidades de substrato de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) adicionados nos biodigestores, além das quantidades de SV reduzidos durante o processo de biodigestão anaeróbia. Os valores são expressos em m<sup>3</sup> de biogás por Kg de substrato, de dejetos ou de ST e SV. As análises para determinação quantitativa de metano (CH<sub>4</sub>) presente nas amostras de biogás produzido, foram colhidas amostras de biogás, com auxílio de seringas e posteriormente injetadas em cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra da Thermo Scientific.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produções diárias de biogás dos tratamentos estão representados na Figura 1. O substrato com 50% de água residuária de laticínio demonstrou ter o mesmo rendimento de produção de biogás do tratamento sem adição de água residuária.

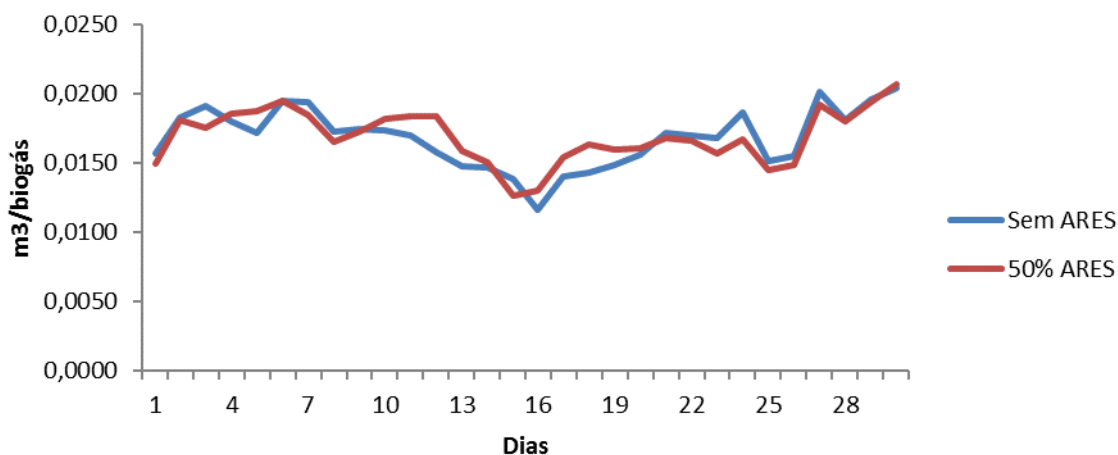


FIGURA 1. Produções de biogás obtido em biodigestores contínuos operados com dejetos bovinos e dejetos bovinos em co-digestão com 50% de água residuária de laticínio.

Conforme apresentado na Figura 1, observa-se que não houve grandes variações de produção de biogás entre os tratamentos durante o período amostrado. Os resultados demonstram que a co-digestão de água residuária de laticínio com dejetos bovinos nas condições em que o experimento foi realizado é possível, pois em co-digestão com as percentagens de 50% de água residuária de laticínio as características químicas da água residuária não interferiram de forma negativa na taxa de produção de biogás. De acordo com Fernandez (2014) diferentes autores estudaram a utilização da água residuária de laticínios como substratos para o processo de co-digestão e obtiveram resultados bem-sucedidos, explicado pelo fato da matéria orgânica encontrada nesse resíduo ser facilmente degradada e assumir função de equilibrar a relação C/N, assim resultar em aumentos significativos no rendimento de produção de biogás. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para médias obtidas para a produção total de biogás durante os 30 dias sendo 0,5047 e 0,5077 m<sup>3</sup>, respectivamente, para os tratamentos com dejetos bovinos (SEM ARL) e dejetos bovinos em co-digestão com 50% de água residuária de laticínio (COM ARL). As médias de produção de metano (CH<sub>4</sub>) em %, contidos no biogás dos biodigestores contínuos estão apresentadas nas Figuras 2. A concentração de metano no biogás produzido pelos biodigestores contendo o tratamento sem adição de água residuária de laticínio e os tratamentos com co-digestão de 50% da água residuária de laticínio, obtiveram teores médios entre 50% e 60%.

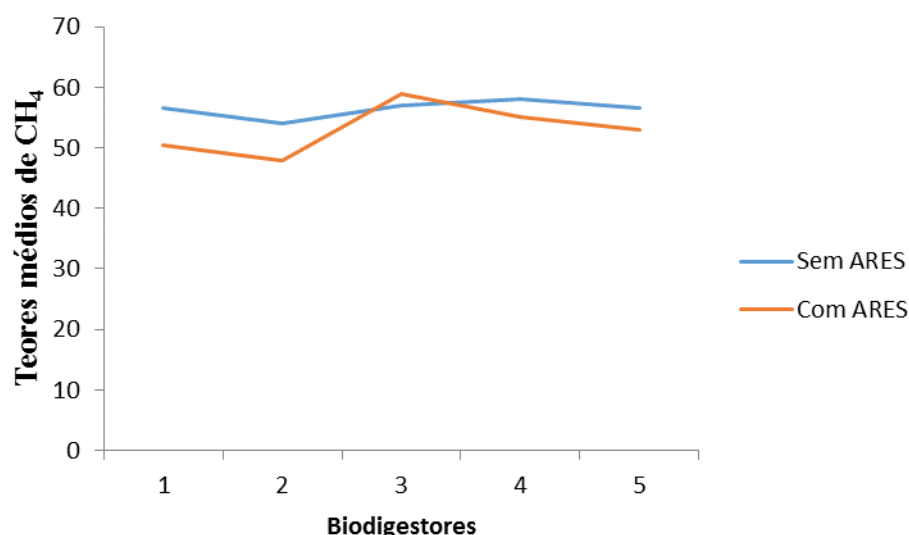


Figura 2. Valores médios de metano (CH<sub>4</sub>) em % nos tratamentos sem e com 50% água residuária no primeiro período.

Na Tabela 1, estão apresentados os valores para os teores médios de sólidos totais e voláteis e a porcentagem de sólidos voláteis reduzidos resultantes da co-digestão anaeróbia dos tratamentos avaliados.

Foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ), da adição de água residuária de laticínio no processo de biodigestão quando avaliado os parâmetros de teor de sólidos totais, voláteis dos afluentes e efluentes e sólidos voláteis reduzidos entre os tratamentos no primeiro período avaliado. Com maiores médias para o tratamento que recebeu 50% de água residuária, resultado que pode ser explicado pelo fato da água residuária apresentar teor de sólidos totais na sua composição o que pode ter elevado a porcentagem do substrato em co-digestão.

Tabela 1. Teores médios de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), em %, e redução de sólidos voláteis (SV) para os biodigestores abastecidos com substratos do primeiro período.

	ST		SV		SV red.
	%		%		%
Tratamento	Aflu	Eflu	Aflu	Eflu	
SEM ARL	3,08B	2,35B	2,64B	1,91B	27,34B
COM ARL	3,79A	2,74A	3,24A	2,23A	30,94 <sup>a</sup>
p-valor	<0001	<0001	<0001	<0001	0,0470
CV%	2,63	2,63	2,79	3,12	7,68

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste F)

As Tabelas 2 apresenta as médias da produção diária de biogás em m<sup>3</sup>/kg de dejetos, m<sup>3</sup>/kg de sólidos totais adicionados (ST ad.), m<sup>3</sup>/kg de sólidos totais reduzidos (ST red.), m<sup>3</sup>/kg de sólidos voláteis adicionados (SV ad.) e m<sup>3</sup>/kg de sólidos voláteis reduzidos (SV red.)

nos biodigestores abastecidos com dejetos de bovinos e 50% de água residuária de laticínio dos dois períodos avaliados.

Tabela 2. Médias de produção de biogás, por m<sup>3</sup> de biogás por Kg: de dejetos (DEJ), sólidos totais e sólidos voláteis adicionados (ST e SV ad.), sólidos voláteis adicionados reduzidos.

Tratamento	Prod./Kg estrume	Prod./Kg ST adic.	Prod./Kg SV adic	Prod./Kg SV Red
SEM ARL	0,0374 A	0,3456 A	0,4241 A	0,4065 B
COM ARL	0,0376 A	0,3182 B	0,3910 B	0,8680 A
p-valor	0.9064	0,0190	0,0311	<.0001
CV%	7,64	4,07	4,52	7,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste F)

Conforme apresentado na Tabela 2, com exceção para o parâmetro de produção por Kg de estrume que não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) há diferença significativa ( $p<0,05$ ) nos potenciais de produção de biogás de dejetos bovinos sem e com co-digestão de 50% de água residuária de laticínio.

O tratamento COM ARL mesmo demonstrando menores medias ( $p<0,05$ ) para produção por Kg de ST e SV adicionados apresenta média satisfatória ( $p<0,05$ ) quando se observa o potencial de produção por kg de SV reduzidos. Este resultado pode estar associado ao substrato conter afluente caracterizado em conter alto teores de materiais orgânicos passíveis de conversões no processo de biodigestão. Rico et al. (2014) em pesquisa com co-digestão anaeróbia de água residual de laticínios e esterco bovino concluíram que constitui bom substrato para o processo onde os resultados obtidos demonstraram que os resíduos líquidos e semi-líquidos da indústria de laticínios tiveram potenciais de metano no mesmo intervalo como esterco e 35% desse resíduo láctico com base na massa permitiu aumentar 80,5% de rendimento de metano do esterco quando em digestão anaeróbia individual.

## CONCLUSÕES

A co-digestão dos resíduos, dejetos de bovinos leiteiros e água residuária de laticínio, demonstrou eficácia para a produção de biogás e para os potenciais de produção de biogás quando comparados ao dejetos de bovino leiteiro submetido ao processo individual de biodigestão, assim a adoção da água residuária de laticínio, portanto pode ser considerada alternativa de tratamento na co-digestão com dejetos bovinos, solucionando o tratamento grande geração de efluente.

## AGRADECIMENTOS

A CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa, a qual foi indispensável para realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

APHA. AWWA. WPCF. - American Public Health Association. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, 2000.

Begnini, B. C.e RIBEIRO, H. B. Plano para redução de carga poluidora em indústria de laticínios. *Saúde Meio Ambiente*. v. 3, n. 1, p. 19-30, jan./jun. 2014

BORDIN, R. A. et al. A produção de dejetos e o imapcto ambiental da suinocultura. **Revista de Ciências Veterinárias**. Valinhos, v. 3, n.3, p. 1- 4, 2005.

CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; POZZA, P. C.; NACKE, H.; LAZZERI, D. B.; SELZLEIN, C.; CASTILHA, L. D. Homogeneização e níveis de metais em dejetos provenientes da bovinocultura de leite. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.29, n.2, p.213-217, 2007.

RICO, C. et al. Biogas production from various typical organic wastes generated in the region of Cantabria (Spain): Methane Yields and Co-Digestion Tests. **Smart Grid and Renewable Energy**, **5**, 128-136, 2014.

SANTOS, E.L. B.E NARDI JUNIOR, G. PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.4, n.2, Ago., 2013.

SILVA et al. Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.23, p.49-59, 2013.