



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

**CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DOS DEJETOS DE OVINOS COM DIFERENTES
INCLUSÕES DE RESÍDUO LÍQUIDO DE INCUBATÓRIO**

JANAINA FREIRE MACHADO

Dourados - MS
Dezembro de 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

**CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DOS DEJETOS DE OVINOS COM DIFERENTES
INCLUSÕES DE RESÍDUO LÍQUIDOS DE INCUBATÓRIO**

Acadêmica: Janaina Freire Machado
Orientadora: Ana Carolina Amorim Orrico

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para obtenção do
grau de bacharel em Zootecnia

Dourados - MS
Dezembro de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M149c Machado, Janaina Freire

Co-digestão Anaeróbica dos dejetos de ovinos com diferentes inclusões de resíduo líquido de incubatório. [recurso eletrônico] / Janaina Freire Machado. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Dra Ana Carolina Amorim Orrico.

TCC (Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Biogás. 2. Reduções de sólidos. I. Orrico, Dra Ana Carolina Amorim. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Co-digestão anaeróbia dos dejetos de ovinos com diferentes inclusões de resíduos de incubatório

AUTORA: Janaina Freire Machado

ORIENTADORA: Ana Carolina Amorim Orrico

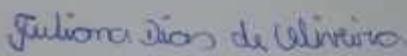
Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de Bacharel em **ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.



Profa. Dra. Ana Carolina Amorim Orrico
(Orientadora)

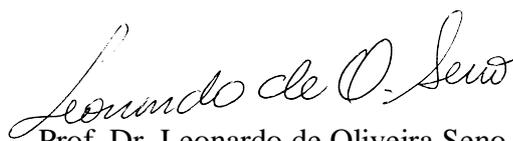


MSc Brenda Kelly Viana Leite



Zootecnista Juliana Dias de Oliveira

Data de realização: 15 de dezembro de 2020



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me guiar pelo caminho certo sempre me dando forças e esperança para ir em busca dos meus sonhos e persistência para continuar durante toda caminhada.

A toda minha família, principalmente a minha Avó Eunice pelo apoio sempre.

Ao meu noivo Rafael, por toda paciência, companheirismo, cumplicidade, Amor e por não medir esforços quando preciso de apoio e por torcer sempre pelo meu sucesso.

A minha amiga Luana pelo apoio que recebi ao longo de quase 10 anos de amizade, obrigada por tudo sou muito grata por você fazer parte da minha vida.

Agradeço muito a Professora Doutora Ana Carolina Amorim Orrico pela orientação durante minha graduação, obrigada por todos os conselhos, por me ajudar em tudo que precisei sem medir esforços, estando sempre pronta para transmitir seus conhecimentos, contribuindo para meu crescimento pessoal e profissional. Tenho total respeito, gratidão e admiração pela pessoa que é, Obrigada por Tudo!

A todos meus amigos da graduação e do grupo Manejo de resíduos agropecuários Amanda Maria, Isabelly, Tania Beatriz, Lorryne, Márcio, Alice, Brenda e especialmente a Juliana obrigada por toda ajuda.

RESUMO

Atualmente a energia proveniente de fontes renováveis vem sendo amplamente discutidas, isso se deve ao alto aumento no consumo de energia por conta do crescimento populacional e industrial. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da inclusão de resíduo líquido de incubatório (RLI) em substratos preparados com os dejetos de ovinos e mantidos em digestão anaeróbia por diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH). Para execução do experimento foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, representados por três níveis de inclusão de RLI (0, 15 e 30% dos ST dos substratos) em relação aos dejetos e três TRH (12, 17, e 22 dias) e cinco repetições, que foram representadas pelas semanas de avaliação. Os dejetos de ovinos e o resíduo de incubatório foram caracterizados individualmente quanto aos teores de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), carbono (C), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE). Os parâmetros de produção avaliados foram: volumes de biogás produzidos, reduções de sólidos totais e produções específicas de biogás por ST adicionado. Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação o tempo de retenção hidráulica e o nível de inclusão do resíduo líquido de incubatório, testados a 5% de probabilidade. As maiores reduções de ST foram observadas nos substratos mantidos em digestão por um TRH de 17 dias, com reduções de 65,2 e 59,5% recebendo as inclusões de 30 e 15% de RLI, respectivamente. O TRH de 22 dias apresentou a maior produção específica de biogás 292,6 L/Kg⁻¹ ST com a inclusão de 15% de RLI. Em relação ao comportamento da produção total de biogás a inclusão de 30% de RLI com o TRH de 12 dias se destaca com uma produção de 64,70 litros semanais. A co-digestão de dejetos de ovinos com diferentes inclusões de RLI promoveram redução constituintes sólidos, aumentando a produção de biogás.

Palavras-chaves: biodigestores semi contínuos, biogás, reduções de sólidos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVO.....	8
3. REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 Dejetos de ovinos.....	8
3.2 Resíduo de incubatório	Erro! Indicador não definido.
3.3 Biodigestão anaeróbica	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
6. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a energia proveniente de fontes renováveis tem sido amplamente discutida, isso se deve ao alto aumento no consumo de energia por conta do crescimento populacional e industrial, onde a maioria dessas demandas são atendidas através de combustíveis fósseis como gasolina, gás natural, carvão e diesel (GUPTA & RATHOD, 2019).

Além do interesse em utilizar fontes renováveis para obtenção de eletricidade, ultimamente há também uma maior preocupação por fontes que sejam sustentáveis, pois, o tema sustentabilidade vem ganhando mais foco a cada dia, visto que a poluição tem aumentado junto com a produção.

Pensando em produzir de forma renovável e sustentável, a energia proveniente do tratamento de resíduos oriundos da produção animal se apresenta como uma excelente alternativa, pois através do processo de biodigestão anaeróbica é possível realizar o tratamento dos dejetos e como produto ter o biogás que posteriormente pode ser convertido em energia elétrica.

O biogás é um gás subproduto da fermentação anaeróbia da matéria orgânica. Esse gás é combustível renovável e de queima limpa, composto majoritariamente de metano. Ele é usado como combustível, constituindo-se em uma fonte alternativa de energia. O seu poder calorífico é de 5.000 a 7.000 kcal/m³. Esse poder calorífico pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico uma vez eliminado todo o gás carbônico da mistura (MOURA et al., 2013).

Neste contexto, a produção de biogás a partir dos dejetos de animais é visto como solução viável para a maioria dos problemas, pois tem a capacidade de transformar um material inutilizado e incômodo, em uma fonte de energia renovável e limpa. É importante ressaltar que atividades como essa pode ser desenvolvida em qualquer propriedade rural, contribuindo também para o fortalecimento da agricultura familiar da região (MOURA et al, 2013).

Em trabalhos disponíveis na literatura baseados no tratamento somente de dejetos de ovinos utilizando tecnologias como a biodigestão anaeróbia, os resultados obtidos apontam para um potencial relativamente baixo de produção de biogás na biodigestão, e uma degradação lenta dos constituintes sólidos, essas condições podem estar relacionadas com o teor de fibras presentes nos dejetos, em consequência dos hábitos alimentares desses animais.

Afim de maximizar os potenciais de produção de biogás e também acelerar o processo de degradação dos constituintes sólidos, muitos estudos vêm sendo realizados, buscando

alternativas de manipular a composição do substrato e fornecer condições que favoreçam a proliferação e desempenho dos microrganismos.

Uma opção de manipular a composição do substrato e os fatores que influenciam na biodigestão anaeróbia é a mistura de dois ou mais resíduos para tratamento, que é conhecido como co-digestão (ANJUM, 2016). Uma alternativa para esse processo é a utilização do resíduo de incubatório, pois, a adição ideal de resíduo de incubatório aos dejetos pode fornecer carbono e nitrogênio em níveis adequados ao crescimento e desenvolvimento microbiano, além de diluir limitantes como o excesso de proteína e lipídios e assim elevar as reduções de sólidos e produções específicas de biogás e metano na co-digestão anaeróbia e também aumentar as reduções de sólidos (LOPES et al, 2017).

2 OBJETIVO

Avaliar a influência da inclusão de resíduo líquido de incubatório (RLI) em substratos preparados com os dejetos de ovinos e mantidos em digestão anaeróbia por diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Dejetos de ovinos

O Brasil ocupa atualmente a 18^o posição mundial de rebanho ovino, chegando a uma produção de 19.715.587 cabeças em 2019 (IBGE), e esse número tende aumentar ainda mais com o passar dos tempos, visto que o Brasil é um país com grande potencial para criação desses animais, o que é favorável para a economia do mesmo.

Apesar da alta produção ser viável economicamente, uma das principais consequências da criação dos animais é a geração diária de dejetos. Segundo Orrico et al. (2015) um ovino pesando em média 30 kg chega a produzir em torno de 0,45 Kg de dejetos por dia, sendo que ao considerar-se o rebanho nacional poderia ser estimada uma geração de cerca de 8.871,7 toneladas de dejetos por dia.

Segundo KIEHL (1985) e MALAVOLTA et al. (1991), cerca de 40 a 50% do total da dieta oferecidas aos ovinos são devolvidas ao solo, sendo grande parte constituídas por fibras, dificultando a degradação destes resíduos pelos microrganismos.

Pensando nesta alta geração de resíduos e na dificuldade de degradação destes por conta da dieta dos animais, é necessário buscar meios de tratamento para os mesmos de forma a reduzir a contaminação da água e solo, assim como a transmissão de doenças.

Em um experimento conduzido por Kanwar e Kalia (1993) utilizando dejetos de ovinos em biodigestores do tipo batelada, encontraram produções de 93L de biogás/kg de dejetos. Já Quadros et al. (2010) avaliando dejetos de caprinos e ovinos no processo de biodigestão anaeróbia encontraram produção de 61L de biogás/kg de dejetos. Estes valores de produção podem ser considerados baixos, podendo ser melhorados a partir da co-digestão com outros tipos de resíduos, uma maneira de viabilizar o equilíbrio poderia ser a mistura de dejetos de ovinos e resíduo de incubatório em co-digestão anaeróbia, por apresentarem características que

se complementam, reduzindo os efeitos limitantes por diluição e permitindo o equilíbrio de condições ideais no substrato (Lopes et al. 2017).

3.2 Resíduo de incubatório

A avicultura é um dos setores que mais cresce atualmente, seja na parte de corte ou de postura, no que se refere a produção brasileira no último ano a produção de frangos de corte foi de 13,24 milhões de toneladas, de acordo com dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA,2019). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a produção de ovos de galinha no Brasil, no 2º trimestre de 2020, foi de 974,154 milhões de dúzias, sendo que Mato Grosso do Sul teve participação de 1,43% sobre a produção brasileira. O IBGE também indicou que 184,692 milhões de dúzias de ovos foram produzidos para a incubação.

A geração de resíduos ocorre em diferentes dias do período de desenvolvimento embrionário, desde o recebimento dos ovos, até seu transporte interno, e a seleção das unidades contaminadas e inférteis e seu movimento para a incubadora, resultando em composições distintas de resíduos dependendo da etapa. Em média 0,16 Kg de resíduo de incubação são gerados por Kg de pintos nascidos de corte. No entanto, independentemente da etapa ou local da planta em que o resíduo é gerado, todo o volume de resíduo produzido é comumente direcionado para um único ponto de coleta, levando a uma mistura de sólidos e líquidos (Orrico et al,2020).

O resíduo de incubatório é um material composto por uma fração sólida que contém cascas de ovos, pintainhos malformados, ovos inférteis, e a fração líquida, que são gemas dos ovos, constituindo-se uma fonte de energia renovável. A utilização desse resíduo para produção de biogás, por meio da técnica da biodigestão anaeróbia, pode tornar-se uma fonte de geração de energia nos incubatórios que produzem diariamente este tipo de resíduo, aumentando a eficiência do sistema (MACIEL, 2018).

A composição do resíduo de incubatório apresenta teores elevados de proteína e lipídios, fatores que podem representar toxicidade para os microrganismos e impedem a sua utilização de forma isolada em biodigestão anaeróbia. Uma maneira de viabilizar o equilíbrio deste processo poderia ser a mistura de dejetos de ovinos e resíduo de incubatório em co-digestão anaeróbia, por apresentarem características que se complementam, reduzindo os efeitos

limitantes por diluição e permitindo o equilíbrio de condições ideais no substrato (LOPES, 2017).

3.3 Biodigestão anaeróbica

A biodigestão anaeróbia é o processo de fermentação de dejetos animais, plantas e lixo (doméstico e urbano) que ocorre na ausência de oxigênio através de bactérias anaeróbias que sintetizam a matéria orgânica transformando-a em metano e dióxido de carbono que são os principais componentes do biogás (Castro & Cortez, 1998).

Os resíduos de origem animal constituem uma elevada proporção da biomassa e sua utilização em sistemas de reciclagem é de extrema importância sob os aspectos econômicos e ambiental (AMORIM, 2005). A biodigestão anaeróbia representa uma alternativa para o tratamento desses resíduos, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante (AMARAL, 2004).

Os biodigestores anaeróbios podem ser divididos conforme o sistema de funcionamento, ou melhor, a regularidade das cargas e descargas do material orgânico, em: sistema batelada ou de fluxo não contínuo, de fluxo semi-contínuo e de fluxo contínuo (BERTOZZO, 2013).

A co-digestão é a combinação de dois ou mais resíduos na digestão anaeróbia, com o objetivo de melhorar a degradação do material, potencializando a produção de biogás e metano e em menor tempo, e maior adequação da relação C:N, podendo melhorar a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos, e com isso a sua melhor proliferação (Wu et al. 2010).

De acordo com MACIEL (2018), o uso do resíduo líquido de incubatório em meio ao processo de co-digestão anaeróbia com dejetos de ovinos tende a favorecer a degradabilidade dos substratos, por meio do fornecimento de nutrientes para o desenvolvimento microbiano, melhorando o processo fermentativo, bem como eleva a carga orgânica nos biodigestores, permitindo diluir o excesso de proteína e lipídios, estabilizando o processo, resultando no aumento da produção de biogás e melhoria da qualidade do biofertilizante. Além disso, o uso do resíduo líquido de incubatório no processo de digestão evita a formação e sedimentação de materiais sólidos, como cascas de ovos, o que poderia comprometer a movimentação dos substratos no interior dos biodigestores.

Lopes (2017), testando o processo de co-digestão de dejetos de ovinos com inclusão de diferentes níveis de resíduo líquido de incubatório, alcançou produções de 249,9 litros de biogás por kg de ST. Em um outro experimento Jain et al. (1981) avaliaram a reciclagem isolada dos dejetos de ovinos através de biodigestores batelada, alcançando as produções de biogás de 40 a 50 litros. Essa comparação demonstra que a co-digestão pode ser benéfica no desempenho da biodigestão anaeróbia, podendo aumentar consideravelmente a produção de biogás.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Galpão Experimental e no Laboratório de Manejo de Resíduos Agropecuários, ambos pertencentes a Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados-MS, Brasil.

Os dejetos de ovinos foram coletados no setor de ovinocultura (Fazenda Experimental) da UFGD por método de raspagem dos pisos das baias. Já o resíduo de incubatório foram doados por uma empresa de frango de corte da região de Dourados.

Para execução do experimento foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, representados por três níveis de inclusão de RLI (0, 15 e 30% dos ST dos substratos) em relação aos dejetos e três TRH (12, 17, e 22 dias) e cinco repetições, que foram representadas pelas semanas de avaliação. Foram utilizados nove biodigestores contínuos (Figura 1), que receberam cargas diariamente, e estiveram dispostos em galpão experimental, construído de alvenaria, permanecendo protegidos de sol e chuva.

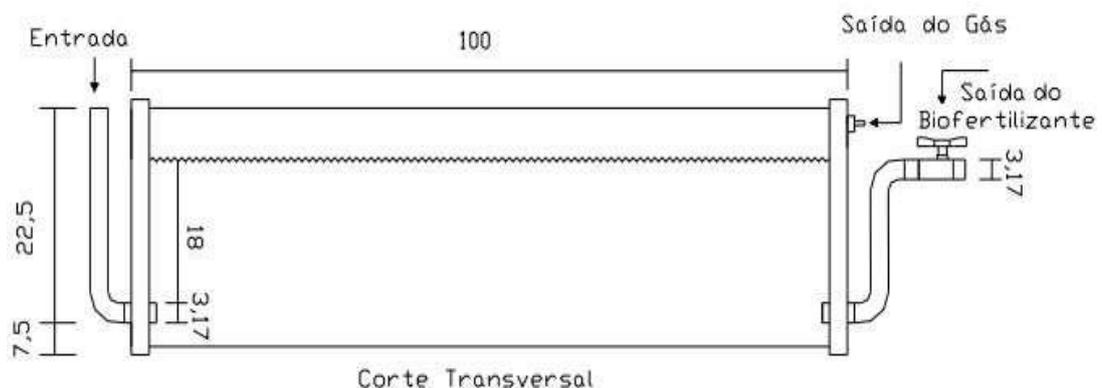


Figura1: Modelo esquemático biodigestor contínuo.

Os dejetos de ovinos e o resíduo de incubatório foram caracterizados individualmente quanto os teores de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), carbono (C), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE), e os dados de composição estão apresentados na Tabela 1. A partir dos valores de ST dos resíduos utilizados foram estabelecidos os substratos para carga diária dos biodigestores, sendo as quantidades de cada constituinte descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos resíduos utilizados e composição dos substratos formados por dejetos de ovinos e resíduo de incubatório.

Resíduos	ST (%)	SV (%)	C (%)	N (%)	EE (%)
Dejeto Ovino	43,2	82,2	33,0	1,7	0,9
Resíduo de incubatório	64,7	45,2	31,3	3,1	7,6

Substratos	TRH (dias)	Massa de ST (g/dia)	Volume de carga (L/dia)	Dejeto ovino (g/dia)	Resíduo de incubatório (g/dia)	Água (L/dia)
	12	39,20	1,96	90,74	0,00	1,87
100 % dejeto ovino	17	27,60	1,38	63,89	0,00	1,32
	22	22,40	1,12	51,85	0,00	1,07
85% dejeto ovino: 15% resíduo de incubatório	12	40,40	2,02	79,49	9,37	1,93
	17	26,80	1,34	52,73	6,21	1,28
	22	24,60	1,23	48,40	5,70	1,18
70% dejeto ovino: 30% resíduo de incubatório	12	44,80	2,24	72,59	10,39	2,16
	17	29,40	1,47	47,64	6,82	1,42
	22	24,20	1,21	39,21	5,61	1,17

(ST) sólidos totais, (SV) sólidos voláteis, (C), carbono, (N) nitrogênio, (EE) extrato etéreo, (TRH) tempo de retenção hidráulica

Após calculadas as quantidades descritas de água, dejetos de ovinos e resíduo de incubatório a mistura foi pesada e homogeneizada com a utilização de liquidificador industrial, de modo que as cíbalas (como as fezes de ovinos são excretadas) fossem quebradas, propiciando maiores condições de fermentação no interior dos biodigestores e ocorre-se a quebra das cascas e dos compostos mais resistentes do RLI.

Os afluentes foram padronizados para que após a mistura de dejetos de ovinos e resíduo de incubatório com a água, apresentassem um teor de 2,0 % de ST. Foi feito o acompanhamento dos biodigestores durante todo o tempo em que houve produção de gás.

As mensurações das produções de biogás foram realizadas pelo deslocamento vertical dos gasômetros, sendo o volume produzido calculado com base na área do gasômetro e na altura de seu deslocamento, corrigindo-se este valor para as condições normais de temperatura e pressão. Com os valores obtidos foi possível mensurar as produções específicas de biogás, considerando os volumes (litros) produzidos e as quantidades (quilogramas) de ST adicionados aos biodigestores.

As metodologias descritas para as determinações de ST, SV foram feitas conforme (APHA, 2005). O carbono total foi determinado por combustão seca através do equipamento Elementar CHNS. Para as determinações de N e EE foi utilizado a metodologia conforme (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação os tempos de retenção hidráulica e os níveis de inclusão do resíduo de incubatório, realizado de acordo com o teste Tukey a 5% de significância, pelo software R (versão 3.0.1 for Windows).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados apresentados na Figura 1 é possível notar que houve influência do TRH e da inclusão de RLI nas reduções de ST durante a digestão dos substratos. Os resultados demonstram que as maiores ($p < 0,05$) reduções de ST ocorreram nos TRH de 17 e 22 dias, em comparação com os substratos retidos por 12 dias. Este comportamento é esperado, pois com o aumento do TRH, o substrato permanece por mais tempo em digestão, permitindo maior redução do seu conteúdo orgânico. No entanto, é interessante notar que os TRH de 17 e 22 dias não diferiram entre si ($p > 0,05$), sendo possível recomendar a adoção do menor tempo de digestão, pois será possível tratar um volume maior de resíduos no mesmo biodigestor, já que a redução do TRH permite o aumento das cargas diárias recebidas.

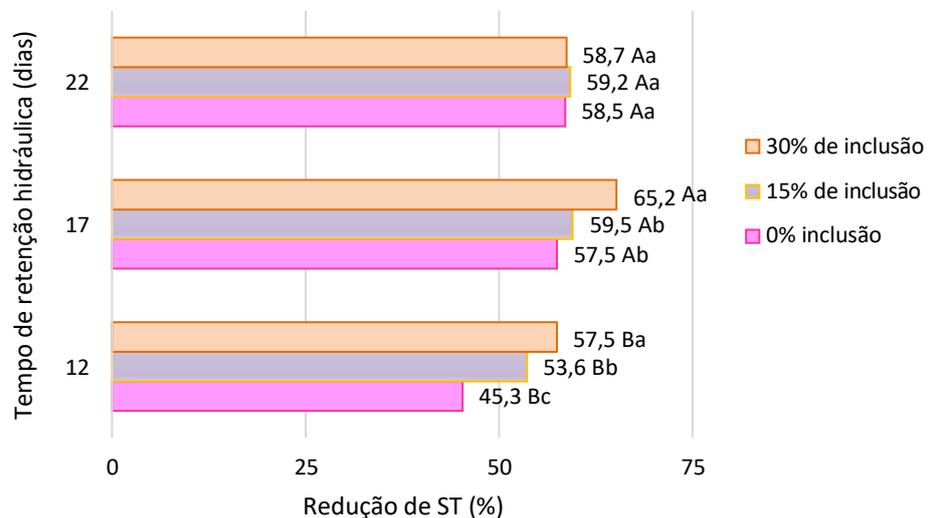


Figura 1. Reduções de sólidos totais (ST) em substratos digeridos por diferentes tempos de retenção e preparados com dejetos de ovinos e inclusões de resíduo líquido de incubatório. Letras maiúsculas comparam tempos de retenção hidráulica e letras minúsculas comparam a inclusão de resíduo de incubatório. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Já em relação a adição de RLI, observa-se (Figura 1) que houve interação da dose de inclusão com o TRH testado, sendo que com 12 dias de retenção, as reduções de ST foram maiores ($p < 0,05$) conforme se acresceu o RLI. Já no TRH de 17 dias, as reduções de ST no

substrato que continha o RLI 30% foi superior ($p < 0,05$) em relação aos que continham (0% e 15%), e finalmente, no TRH de 22 dias, não ocorreu diferença ($p > 0,05$) nas reduções de ST com a inclusão de RLI, em relação ao controle. Possivelmente este efeito tenha sido causado pela divergência de velocidade de digestão entre o RLI e o dejetos de ovino, sendo que nos menores TRH's o maior efeito de digestão foi do RLI (mais prontamente digestível), enquanto que nos maiores TRH's o dejetos também teve participação, já que houve maior tempo para degradação de constituintes fibrosos.

De acordo com Orrico et al. (2016) as reduções de ST estão relacionadas com a utilização dos compostos orgânicos pelos microrganismos que decompõem a matéria orgânica, atuando como parâmetro de avaliação do desempenho do processo de biodigestão.

As máximas reduções de ST encontradas neste estudo foram semelhantes a observada por Orrico Junior & Orrico (2015) avaliando a co-digestão de dejetos de ovinos e glicerina bruta (58,20%). Já Lopes et al. (2017) testando a co-digestão de dejetos de ovinos e 4 níveis de inclusões de RLI (0;10;20;30%) encontrou redução 40,9%, valor inferior aos encontrados no presente estudo. As diferenças de valores podem estar associadas a duas diferenças nas condições experimentais, (Lopes et al., 2017) adotaram substratos com concentração inicial igual a 4% e biodigestores batelada.

Conforme demonstrado na Figura 2, o comportamento da produção total de biogás sofreu influência da inclusão de RLI e do TRH. A partir dos resultados podemos observar que as maiores produções ocorreram através do TRH de 12 dias, em comparação com os substratos retidos por 17 e 22 dias. Já em relação as doses de inclusão do RLI, observa-se (Figura 2) que houve interação entre os níveis de inclusão e o TRH, onde a retenção de 12 dias com a inclusão de 30% de RLI se destaca com a maior produção de biogás 64,70 litros. Tanto no TRH de 17 e 22 dias com as inclusões de RLI, as produções de biogás foram superiores em relação ao que não continha RLI (0%). A Figura 2 demonstra que as produções de biogás foram maiores com as inclusões de RLI, em relação ao tratamento controle, o que possivelmente possibilitou uma maior ação de microrganismos ao substrato, aumentando a degradação e melhorando o desempenho da produção de biogás.

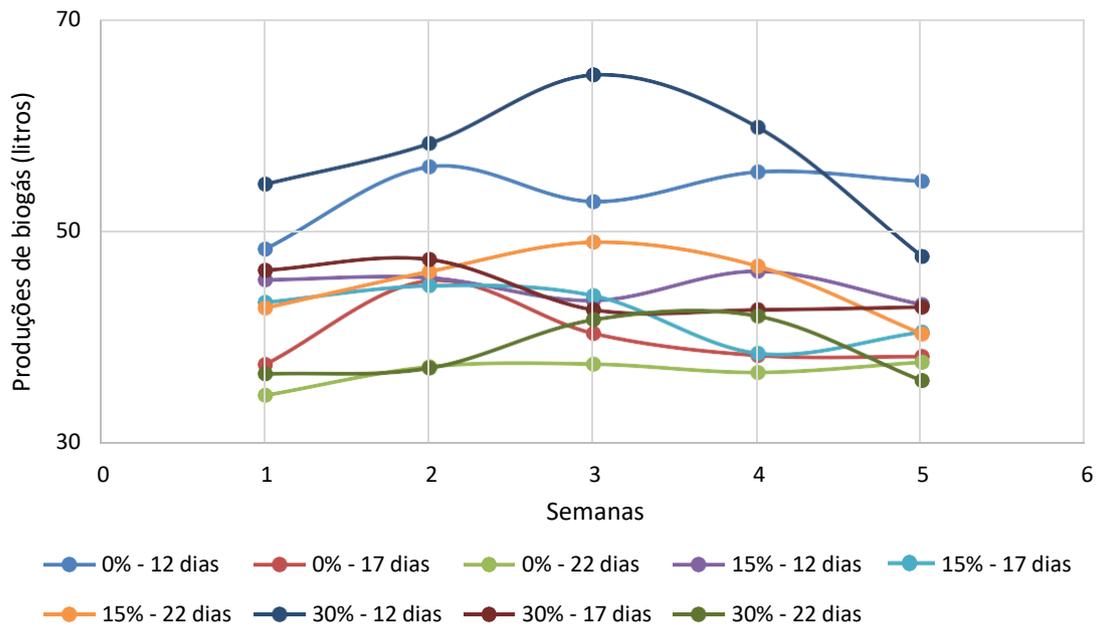


Figura 2. Produções semanais de biogás (litros) em biodigestores abastecidos por substratos contendo dejetos de ovinos e inclusões de resíduo líquido de incubatório e digeridos por diferentes tempos de retenção.

A partir dos dados apresentados na Figura 3 é possível observar que houve influência do TRH e da inclusão de RLI na produção específica de biogás. Os resultados demonstram que as maiores produções de biogás ocorreram nos TRH de 17 e 22 dias, em comparação com as produções com o tempo de 12 dias de retenção. As maiores produções com TRH de 17 e 22 dias, podem estar relacionados com o maior tempo que os microrganismos tiveram para se adaptar-se ao substrato para digestão.

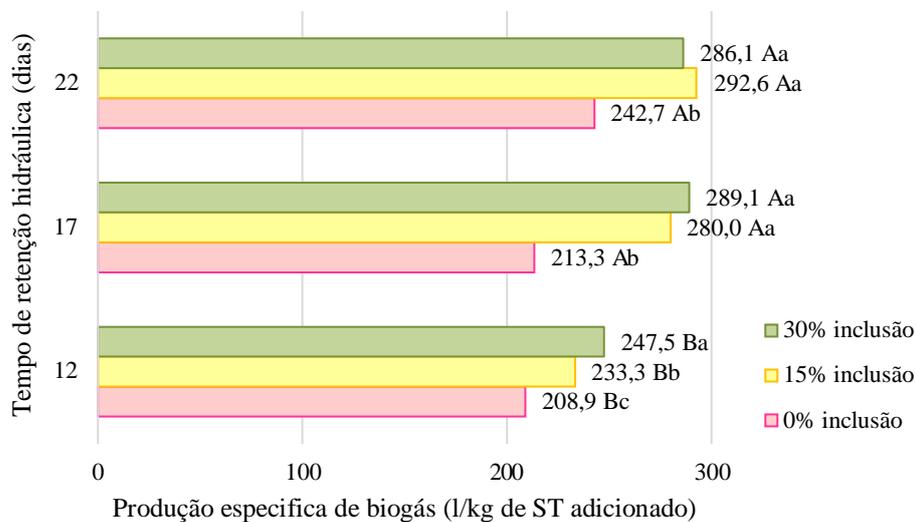


Figura 3. Produções específicas de biogás (l/kg de ST adicionado) em substratos digeridos por diferentes tempos de retenção e preparados com dejetos de ovinos e inclusões de resíduo líquido de incubatório. Letras maiúsculas comparam tempos de retenção hidráulica e letras minúsculas comparam a inclusão de resíduo de incubatório. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação a adição do RLI, observa-se (Figura 3) que houve interação da dose de inclusão e o tempo de retenção testados, sendo que com o TRH de 12 dias, as produções específicas de biogás foram superiores conforme se acrescentou o RLI. Já no TRH de 17 dias, as produções específicas dos substratos que continham o RLI (15 e 30 %) foram superiores em relação ao que não continham RLI. No TRH de 22 dias, a maiores produções se deram com as inclusões do RLI, em relação ao que não continha (0%), mostrando que qualquer dose de inclusão foi melhor do que a digestão isolada do dejetos ovino.

Os valores aqui alcançados foram inferiores aos observados por Maciel (2018), avaliando níveis ótimos de inclusão de resíduo líquido de incubatório (RLI) nos dejetos de ovinos no processo de co-digestão anaeróbia, observou maiores produções específicas de biogás $507,20 \text{ L. kg}^{-1} \text{ ST}$ com a inclusão de 9,81% de RLI com o TRH de 22 dias. As diferenças de produções alcançadas em relação aos valores do presente estudo podem estar relacionadas com a (%) de inclusão de resíduo de incubatório líquido testados.

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 adicionados nos biodigestores, pois elimina a interferência do teor de água presente na biomassa (Orrico et.al, 2007).

A inclusão de diferentes proporções de RLI e dejetos de ovinos nos biodigestores indicaram interação com os TRH testados em todos os parâmetros avaliados. De acordo com os resultados do presente estudo, a co-digestão anaeróbia de dejetos de ovinos com inclusões de resíduo líquido de incubatório foi eficiente no tratamento dos resíduos, permitindo reduzir constituintes sólidos, bem como incrementou a produção de biogás.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados deste trabalho foi possível concluir que a inclusão de resíduo líquido de incubatório pode ser utilizada na co-digestão anaeróbia com dejetos de ovinos, melhorando as reduções de constituintes sólidos e aumentando as produções específicas de biogás.

As maiores produções de biogás por ST adicionados foram com o TRH de 17 dias, podendo ser adotadas ambas as inclusões de 15% ou 30% de RLI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cecília Maria Costa do et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004.

AMORIM, Ana Carolina. Avaliação do potencial de impacto ambiental e do uso da compostagem e biodigestão anaeróbia na produção de caprinos. 2005.

ANJUM, M.; KHALID, A.; MAHMOOD, T.; AZIZ, I. Anaerobic co-digestion of catering waste with partially pretreated lignocellulosic crop residues. **Journal of Cleaner Production**. v.117, p. 56-63, 2016.

APHA. (2005). American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: American Water Works Association, (p. 1.368).

BERTOZZO, Fernanda. Co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinos e dois tipos de glicerina bruta. 2013. xiv, 92. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101810>>.

COLDEBELLA, A. Viabilidade do uso de biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2006.

GUPTA, A.R., RATHOD.V.K. Solar radiation as a renewable energy source for the biodiesel production by esterification of palm fatty acid distillate. **Rev. Energy**, v.182, p. 795-801, 2019.

JAIN, M. K.; SINGH, R.; TAURO, P. Anaerobic digestion of cattle and sheep wastes. **Agricultural Wastes**, v.23 (7), p.1591-1610, 1981.

KANWAR, S. S.; KALIA, A. K. Anaerobic fermentation of sheep droppings for biogas production. **World Journal of Microbiology e Biotechnology**, v.9, p.174-175, 1993.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p

LINCON, THIAGO THARLES BRAW ANDRE FRAA; MACIEL, P. Co-digestão anaeróbia dos dejetos de ovinos com diferentes inclusões de resíduo líquido de incubatório. 2018.

LOPES, Walter Renato Teixeira. Co-digestão anaeróbia e aeróbia em diferentes proporções de resíduo de incubatório e dejetos de ovinos, 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.000

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A. E.; PAULINO, V. T. Micronutrientes: uma visão geral. In: Simpósio Sobre Micronutrientes na Agricultura, 1988. Jaboticabal. Anais. Piracicaba: POTAFOS/ CNPq, 1991. p.1-3.

MOURA, L. F. et al. Construção de Biodigestor modelo Indiano No Instituto Federal Campus Apodi-Rn.

ORRICO JUNIOR, Marco Antonio Previdelli; ORRICO, Ana Carolina Amorim. Quantification, characterization, and anaerobic digestion of sheep manure: the influence of diet and addition of crude glycerin. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 34, n. 4, p. 1038-1043, 2015.

Orrico, A. C. A., Lopes, W. R. T., Manarelli, D. M., Orrico Junior, M. A. P., Sunada, N. S. (2016). Co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros e óleo de descarte. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*. 36, pp. 537-545.

ORRICO, Ana CA; LUCAS JÚNIOR, Jorge de; ORRICO JÚNIOR, Marco AP. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 639-647, 2007.

ORRICO, Ana Carolina Amorim et al. Caracterização e valorização dos resíduos de incubação da cadeia produtiva de frangos de corte. **Gerenciamento de resíduos**, v. 105, p. 520-530, 2020.

QUADROS, Danilo G. de et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos e ovinos em reator contínuo de PVC flexível. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 326-332, 2010.

QUADROS, Danilo Gusmão de; VALLADARES, Renata; REGIS, Ueliton. Aproveitamento dos Dejetos de Caprinos e Ovinos na Geração de Energia Renovável e Preservação do Meio Ambiente. **Capril Virtual, Site do Capril Virtual**, v. 4, 2007.

Silva, D.J., Queiroz, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). (2002). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, (p. 235).

WU, Xiao; YAO, Wanying; ZHU, Jun. Biogas and CH₄ productivity by co-digesting swine manure with three crop residues as an external carbon source. In: **2010 Pittsburgh, Pennsylvania, June 20-June 23, 2010**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2010. p. 1.