



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

**CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DIFERENTES TIPOS  
DE DEJETOS COM RESÍDUOS DE INCUBATÓRIO**

**ANDRESSA GENEZINI DOS SANTOS**

Dourados/MS

Dezembro/2018



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

# **CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DIFERENTES TIPOS DE DEJETOS COM RESÍDUOS DE INCUBATÓRIO**

**Acadêmica: Andressa Genezini dos Santos**

**Orientadora: Profª Drª 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/2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S237c Santos, Andressa Genezini Dos

CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DIFERENTES TIPOS DE DEJETOS  
COM RESÍDUOS DE INCUBATÓRIO / Andressa Genezini Dos Santos --  
Dourados: UFGD, 2018.

32f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Ana Carolina Amorim Orrico

TCC (Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados  
Inclui bibliografia

1. biodigestão. 2. potencial. 3. reduções. I. Título.

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

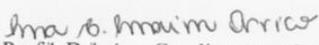
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DIFERENTES TIPOS DE DEJETOS  
COM RESÍDUOS DE INCUBATÓRIO

**AUTOR:** Andressa Genezini dos Santos  
**ORIENTADOR:** Ana Carolina Amorim Orrico

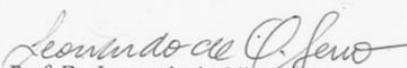
Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em  
**ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Ana Carolina Amorim Orrico  
(Orientadora)

  
Dr.<sup>a</sup>. Alice Watte Schwingel

  
Zoot. Brenda Kelly Viana Leite

Data de realização: 06 de dezembro de 2018.

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

## BIOGRAFIA DA AUTORA

**Andressa Genezini dos Santos**, natural no município de Três Lagoas/MS no dia 23 de fevereiro de 1996, filha de Aderson Pereira dos Santos e Luzia Aparecida Genezini dos Santos, aos 17 anos concluiu o ensino médio na Escola Estadual Fernando Corrêa no município de Três Lagoas/MS, em 2014 iniciou os estudos no curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, sendo bolsista de iniciação científica, PIBIC-UFGD/CNPq, desde 2015 na área de Produção animal sustentável: reciclagem de resíduos, com a orientação da professora doutora Ana Carolina Amorim Orrico.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus maiores incentivadores que tive em minha vida aos meus avós Maria Pereira dos Santos e Dirceu Genezini.

Aos meus pais Aderson e Luzia por sempre confiarem e me apoiarem nas minhas decisões, também aos meus irmãos Wilson e Dirceu.

À minha querida orientadora professora doutora Ana Carolina Amorim Orrico por tudo.

Aos meus amigos da graduação que sempre estiverem comigo, em especial Brenda Bertola de Mattos, Carolina Nantes Moitinho e Vanessa Fukuda Mariano.

E ao meu grande amigo que considero como um irmão Kennedy Santos Silva.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha orientadora professora doutora Ana Carolina Amorim Orrico pela dedicação, paciência, conselhos e por todos amparos desde o começo da minha graduação.

Agradeço aos meus amigos do grupo de pesquisa de Manejo de Forragens e Resíduos Agropecuários, por todas atividades desenvolvidas, pela amizade e pelas brincadeiras, em especial a Alice Watte Schwingel por toda ajuda e paciência.

Aos meus pais Aderson e Luzia, aos meus irmãos Wilson e Dirceu, aos meus avós Dirceu, Neuza, Maria e Jesus, à minha tia Alexandrina e à minha prima Vitória.

À todos meus amigos da graduação que passaram a maior parte do tempo comigo Brenda Mattos, Carolina Nantes, Vanessa Fukuda, Gislaine Ribeiro, Gleidson Martins, Rafael Badeca, e também aqueles que ao longo dos anos contribuíram um pouco da minha história Luan Porto, Amanda Maria, Camila Garcia, Gislaine Paganucci, Alessandra Siqueira e Giovana Urio obrigada por fazerem parte da minha vida.

Ao meu amigo que não só dividiu apartamento comigo mas momentos felizes e também os tristes, que desde o início apoiamos muito um ao outro, meu muito obrigada Kennedy Santos Silva.

Aos meus amigos que fiz ao longo desse período em Dourados, Eric Felipe, Valdir Junior, Guilherme Augusto e Ana Jasanski.

Aos meus amigos de Três Lagoas que mesmo de longe torceram por mim, Lorryne Fernandes, Luana Alves, Tamirys Smidi, Bruna Caroline, Bruna Castro, Eliana Oliveira, Adilson Valentim, Patrick Miguel e Dyeimes Danilo.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Dejetos de Aves .....	4
3.2. Dejetos de Bovinos.....	5
3.3. Dejetos de Equinos.....	5
3.4. Dejetos de Ovinos .....	6
3.5. Resíduos de Incubatório .....	7
3.6. Co-digestão Anaeróbia com Resíduos de Incubatório .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
6. CONCLUSÕES .....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações dos sólidos totais (ST) e voláteis (SV) dos afluentes	10
.....	
Tabela 2. Sólidos totais (ST) e voláteis (SV) em gramas (g) dos efluentes e reduções em porcentagem (%) dos ST e SV	11
.....	
Tabela 3. Produções específicas de biogás e metano por sólidos totais (ST) e voláteis (SV) adicionados ( $L.kg^{-1}$ )	15
.....	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática de biodigestor modelo batelada de bancada .....	9
Figura 2. Reduções de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) nos diferentes tipos de dejetos e níveis de resíduo de incubatório .....	12
Figura 3. Comportamento da produção total de biogás e metano em litros .....	14
Figura 4. Comportamento do biogás por sólidos totais (ST) e voláteis (SV) adicionados .....	15
Figura 5. Comportamento do metano por sólidos totais (ST) e voláteis (SV) adicionados .....	16

## RESUMO

Os resíduos de incubatório que possuem elevado teor de lipídeos e proteínas, acaba tornando o tratamento em sistemas biológicos inviável se utilizado sozinho, por isso e pela necessidade também de tratar outros resíduos da produção animal, muitas vezes, opta-se por uma co-digestão, que proporciona um melhor ambiente para os microrganismos potencializando a sua degradação e também a produção de gases. O objetivo foi avaliar a inclusão de resíduo de incubatório em diferentes níveis com a co-digestão anaeróbia de dejetos de aves, de bovinos, de equinos e de ovinos. Foram utilizados 36 biodigestores bateladas de modelo de bancada para comportar os 12 tratamentos, que foram constituídos por 4 tipos de dejetos (aves, bovinos, equinos e ovinos) em 3 níveis de inclusão de resíduo de incubatório (0, 10 e 20% em relação aos teores de ST do substratos), com 3 repetições por tratamento. Os parâmetros avaliados foram reduções de sólidos totais e voláteis (ST e SV), produções totais e específicas de biogás e metano. As reduções de ST evidenciaram diferença significativa entre os dejetos apenas com a inclusão de resíduo de incubatório de 20%, sendo de 45,78 e 37,71% em co-digestão com dejetos de aves e dejetos de ovinos respectivamente. Com a avaliação das reduções de SV foi observada diferença entre todas as inclusões, com destaque para o dejetos de aves com a inclusão de 20% de resíduo de incubatório que resultou na maior redução de 62,12% de SV. Para as produções de biogás a utilização de resíduo de incubatório de 20% potencializa a produção, com 248,03 e 285,84 L kg<sup>-1</sup> de ST e SV adicionados, respectivamente, e para o metano a partir de 10% de inclusão de resíduo de incubatório, sendo 83,99 e 104,38 L kg<sup>-1</sup> de ST adicionados para os níveis de RI de 10 e 20%, respectivamente, 100,08 e 122,15 L kg<sup>-1</sup> de SV adicionados nos níveis de 10 e 20%, respectivamente.

Palavras-chave: biodigestão, potencial, reduções.

## ABSTRACT

The hatchery waste that have high lipids and proteins content, makes treatment in biologic systems unfeasible alone, for this and for the necessity also to treat other wastes in the animal production, ofentimes, chooses co-digestion, that provide a better enviroment for microrganism, increasing its degradacion and also proction of gases. The objective was measure inclusion of hatchery waste in differents levels with co-digestion anaerobic of poultry manure, bovine manure, equine manure and ovine manure. Were used 36 biodigestors batch bench model to accommodate 12 treatments, were constituted 4 menure types (poultry, bovine, equine and ovine) in 3 waste hatchery inclusion levels (0, 10 and 20% on TS contente basis), with 3 replicates per treatment. The evaluated parameters were reducions of total and volatile solids (TS and VS), totals and specifics productions of biogas and methane. The reductions of ST showed a significant difference in the manures only with the inclusion of 20% hatchery waste, being 45.78 and 37.71% in co-digestion with poultry manure and ovine manure, respectively. The VS evaluation showed a difference between all inclusions, with empahasis on poultry manure with the inclusion of 20% of hatchery waste, which resulted in a greater reduction VS of 62.12%. For biogas production, the use of 20% hatchery waste increases production, with 248.03 and 285.84 L.kg<sup>-1</sup> if TS and VS, respectively, and for methane as from 10% inclusion of hatchery waste, were 83.99 and 104.38 L.kg<sup>-1</sup> of TS added to hatchery waste levels of 10 and 20%, respectively, 100.08 and 122.12 L.kg<sup>-1</sup> of VS added at the levels of 10 and 20%, respectively.

Keywords: biodigestion, increases, reductions.

## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos gerados durante a produção animal são diversos e existem várias opções para um destino adequado destes resíduos. Na avicultura industrial, tanto na produção de frangos de corte ou postura, há necessidade do processo de incubação de ovos para gerar novas aves. Portanto, na avicultura industrial têm-se produção de diversos resíduos, dentre eles as excretas, a cama de frango, aves mortas, penas e ovos. O descarte de ovos nos incubatórios deve-se à diferentes condições, tais como ovo contaminado, trincado, dupla gema, infértil ou claro, leve ou pesado, malformado, casca fina, não ovoidal, entre outros (Kobashigawa et al., 2008). A classificação mais rigorosa é devido à necessidade de um perfeito estado do ovo para a incubação, gerando um pintainho potencialmente produtivo após o desenvolvimento do embrião, e mesmo com processo eficiente de produção de pintos de 1 dia, ao nascer, são gerados resíduos provenientes das cascas dos ovos.

Devido a caracterização dos resíduos de incubatório, que possuem um elevado teor de lipídeos e proteínas, o seu tratamento em sistemas biológicos pode tornar-se inviável se for introduzido sozinho, por isso e pela necessidade também de tratar outros resíduos da produção animal, muitas vezes, opta-se por tratamento conjunto.

Em outras criações de animais, como bovinocultura, ovinocultura e equideocultura, são gerados principalmente os dejetos, que por muitas vezes não recebem o destino adequado e são deixados expostos no solo, como um meio de fertilizar as forragens ou qualquer outra cultura vegetal, porém essa exposição sem um tratamento pode gerar prejuízos como contaminação do vegetal, do solo ou até mesmo do lençol freático, assim como a atmosfera com os gases de efeito estufa, ou seja, os dejetos devem passar por um tratamento (Emmoth et al., 2011).

Atrelado à problemática de agressão ao ambiente, os consumidores e/ou mercado, atualmente, estão pressionando os produtores de forma mais exigente em relação ao cumprimento da legislação para a correta destinação dos resíduos gerados nos processos produtivos (Nascimento, 2011).

A co-digestão demonstra que a associação de um resíduo com outro aumenta significativamente a qualidade do processo, pois ocorre complementação de nutrientes na composição dos afluentes, proporcionando um ambiente propício ao desenvolvimento dos microrganismos que são os responsáveis pela degradação da biomassa e produção de gases (Mata-Alvarez et al., 2000).

Neste trabalho a sugestão é a co-digestão de diferentes resíduos como opção para a reciclagem de ambos e transformação de matéria orgânica em energia renovável através do biogás e o efluente em fertilizante orgânico (biofertilizante).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Realizar a co-digestão anaeróbia dos dejetos de aves, bovinos, equinos e ovinos com diferentes inclusões de resíduo de incubatório.

### 2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o potencial de produção de biogás e metano em ensaios de co-digestão batelada com diferentes tipos de dejetos e níveis de inclusão de resíduos de incubatório.
- Analisar as reduções dos ST e SV durante o processo de co-digestão de resíduo de incubatório com diferentes tipos de dejetos em biodigestores batelada.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Dejetos de Aves

A quantidade total de aves de postura, com a produção de ovos destinado ao comércio, alojadas em 2017 foi de 1,08 milhões (ABPA, 2017). Considerando que cada ave excreta, em média, 90 a 120 gramas por dia, pode-se estimar em um aviário com 100.000 aves são produzidos 1,2 toneladas de dejetos diariamente (Santos e Matiello, 2014). As excretas das aves são as fezes e urina, por não possuírem a bexiga liberam metabólicos sólidos e uratos rico em ácido úrico. Estes dejetos possuem uma carga microbiana alta, principalmente do grupo coliforme, que se depositados diretamente no solo existe o risco alto de contaminação por agentes patógenos para os animais e humanos, em caso de chuvas pode chegar até o lençol freático (Augusto, 2007).

Contudo tem-se buscado algumas alternativas para o destino correto destes dejetos que possuem um alto conteúdo orgânico, nitrogênio (N) e fósforo (P), este N se perde muito facilmente no ambiente como amônia, por volatilização, o que é um risco significativo para o ambiente. A relação C:N deve ser ajustada conforme descrito por Sasaki et al. (2013), para não ter uma degradação prejudicada, sendo que verificaram que valores entre 5 e 15:1, limitam a fonte energética dos microrganismos e diminuem consideravelmente a degradação do material orgânico, por elevadas perdas de amônia, assim como uma alta relação de 50:1 também prejudica pela falta de disponibilidade de N, atrapalhando na degradação dos resíduos, os melhores resultados foram entre 20 e 40:1. A digestão anaeróbia destas excretas oferece diversos benefícios como conversão de material orgânico em gás metano, redução da emissão de amônia e contaminação do lençol freático, por meio de lixiviação dos minerais e a redução de odores (Fukayama, 2008).

Como alternativa de tratamento, Farias et al. (2012) desenvolveram um experimento de biodigestão anaeróbia com dejetos de poedeiras isolada e com vários dias de estocagem e encontraram como melhores resultados de redução 61,96% de ST e 74,94% de SV, e em relação ao biogás produzido as máximas produções foram de 304,00 e 384,77 kg<sup>-1</sup> de ST e SV adicionado, respectivamente. Já Fava (2016), buscou melhorar os resultados utilizando a co-digestão de dejetos de poedeiras com glicerina bruta obtendo maiores produções específicas de 1.237,2 e 1.626,1 L.kg<sup>-1</sup> de ST e SV adicionados, com a inclusão de 2,5% de glicerol, demonstrando que os dejetos destas aves possuem potencial para serem co-digeridos com outros resíduos orgânicos que os complementem.

### 3.2. Dejetos de Bovinos

Na bovinocultura no Brasil, entre leiteiros e de corte, tem-se o total de 171,85 milhões de cabeças (IBGE, censo 2017), consta que o estado de Mato Grosso do Sul é o terceiro colocado no ranking nacional com 18 milhões de cabeça.

Estima-se que cada bovino defeca por dia em torno de 23,3 kg (Ensminger, 1990), considerando este valor e o total de animais, presume-se no estado do Mato Grosso do Sul são gerados 419.400 toneladas de dejetos por dia.

Os dejetos possuem em sua composição uma grande parte de constituintes fibrosos, característica que atrapalha na degradação e na produção de gases, e também uma contribuição pequena nos teores de nutrientes em especial o N e P (Orrico Junior et al., 2011). O ideal é a utilização de outro componente para a melhora na degradação desse resíduo de forma mais rápida, alguns autores como Alvarez e Liden (2008); Maroñon et al. (2012) e Castrillon et al. (2013) utilizaram resíduos de alimentos, lodo de esgoto e glicerina bruta, respectivamente.

Amaral et al. (2004) utilizaram biodigestores contínuos para o tratamento de dejetos de bovinos com diferentes tempo de retenção hidráulica (TRH) teve como média dos resultados 25 L.kg<sup>-1</sup> de 20, 30 e 40 dias de TRH. Em Lucas Junior (1987) que desenvolveu o experimento com biodigestores contínuos e com 50 dias de TRH teve uma produção de biogás de 41 L.kg<sup>-1</sup>.

Lopes et al. (2016) desenvolveram o experimento com dejetos de bovinos leiteiros e resíduo líquido de incubatório com biodigestores batelada, onde foi encontrado o potencial produção de biogás de 181,7 e 229,5 L.kg<sup>-1</sup> de ST e SV adicionados respectivamente, com a inclusão de 17% de resíduo líquido de incubatório. Simm et al. (2017) ao estudarem a biodigestão anaeróbica de dejetos de bovinos de leite com diferentes níveis de glicerina observaram a produção de 0,19 e 0,26 L.g<sup>-1</sup> adicionados de ST e SV respectivamente, o que resultou em um aumento de 11 e 8% em relação ao tratamento sem a inclusão de glicerina bruta.

### 3.3. Dejetos de Equinos

No território nacional a exploração na equinocultura é em sua grande maioria para lazer, esporte ou tração, mas em razão de haver mercado consumidor em outros países, como na Europa, há algumas propriedades no Brasil onde a criação tem como destino a produção de carne para exportação.

Estima-se um plantel de 4,21 milhões de cabeças de equinos até 2017 no Brasil (IBGE, censo 2017), onde o Mato Grosso do Sul ocupa a 8º posição no ranking nacional com 209 mil cabeças.

A produção de dejetos de equinos é de cerca de 10 kg por dia por animal (Barrera, 1983; Kunz, 2007), tendo como estimativa a quantidade total de animais no país, são produzidos 4.210 toneladas de dejetos por dia.

A maior parte destes dejetos são lançadas como fertilizante sem um tratamento prévio ou acumulados nas baías ou nas pastagens, porém, ao deixar no ambiente o animal pode entrar em contato com as fezes por meio de ingestão e também é um atrativo para insetos vetores de doenças, como a mosca, e principalmente quando entra em contato com as fezes e depois com a mucosa dos animais, gerando infecções graves (Gomes, 2007). Além de ser extremamente perigoso para a saúde dos equinos, os dejetos causam diversos impactos ambientais, afetando a atmosfera, o solo e a contaminação dos vegetais.

Os dejetos de equinos possuem uma baixa relação C:N devido a sua dieta com uma maior concentração de alimentos proteicos, o ideal é a correção conforme Gonçalves (2005) fizeram, um equilíbrio com o uso de resíduos vegetais, isto para uma melhor degradação.

Em Catapan et al. (2012) onde utilizaram a biodigestão para tratamento dos dejetos de equinos teve como maior produção de 48 litros de biogás, com o uso de biodigestores batelada, sendo recomendando para a produção de energia renovável.

#### 3.4. Dejetos de Ovinos

O rebanho brasileiro de ovinos é de 13,77 milhões de cabeça, sendo o estado do Mato Grosso do Sul o 9º colocado no ranking nacional com 258 mil cabeças (IBGE, censo 2017). Um dos principais resíduos gerados na ovinocultura são os dejetos que segundo Kiehl (1985) e Malavolta et al. (1991), os ovinos defecam em torno de 40 a 50% do total da sua dieta, que na sua maior parte é construída por fibras, causando uma dificuldade na degradação destes resíduos.

A produção de dejetos por animal é por volta de 0,45 kg/dia (Orrico Junior e Orrico, 2015), ou seja, a produção total de dejetos no Brasil é cerca de 6.196,5 toneladas por dia, considerando a quantidade total de animais no MS estima-se geração de 116,1 toneladas por dia.

Jain et al. (1981) avaliaram a reciclagem dos dejetos de ovinos através de biodigestores batelada e encontraram as produções de biogás de 40 a 50 litros, em um experimento semelhante Kanwar e Kalia (1993) encontrou as produções de 93 litros.

### 3.5. Resíduos de Incubatório

A produção total de frango de corte no território nacional foi de 13,05 milhões de toneladas, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017), com relação aos futuros frangos estima-se que de 8 a 12% dos ovos incubados não eclodam (Oliveira, 2004), e que apenas 70% do peso do ovo se tornará pintainho, ou seja 30% se torna resíduo. Estima-se que a cada 100.000 ovos incubados gera em torno de 1,6 toneladas de resíduos (Carvalho et al. 2013).

Grande parte dos resíduos na avicultura são destinados à alimentação animal como farinhas e farelos, devido a sua constituição ser: penas, carne e ossos, aves mortas e resíduos da desossa (Lasekan, et al., 2013). Os resíduos de incubatório, que de acordo com Araujo e Albino (2011) possuem uma alta qualidade, semelhante à outras farinhas de origem avícola, porém seu uso deve ser limitado por não suprir os aminoácidos corretamente, ter uma alta quantidade de cinzas e cálcio e baixo teor de fósforo, além de ter um cuidado rigoroso no seu processamento. Por possuírem um composto alcalino, as cascas dos ovos quando colocado no solo ou na água removem os metais pesados (Oliveira et al., 2013).

No Brasil o principal destino destes resíduos são os aterros, que não é o ideal sendo que existe benefícios em sua reciclagem, como a geração de energia renovável e um composto eficiente para alcalinização, porém a sua composição com alto teor de lipídeos e proteínas prejudica no tratamento isolado deste material, o mais ideal é equilibrá-lo em uma co-digestão.

### 3.6. Co-digestão Anaeróbia com Resíduos de Incubatório

A co-digestão é a utilização 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, que pode melhorar a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos, e com isso a sua melhor proliferação (Wu et al. 2010). O período de retenção hidráulica também é um ponto muito importante na biodigestão, pois esse período trará a certeza de um bom biofertilizante além de eliminação de microrganismos patogênicos (Amorim, 2005). Sendo assim esse método de tratamento para resíduo de incubatório é de extrema importância, pois quando submetida à digestão em conjunto com outro material orgânico pode elevar o potencial degradável, ou seja, melhora a degradação e estabiliza o processo fermentativo (Glatz et al. 2011).

Mata-Alvarez et al. (2014) constataram que a co-digestão anaeróbia utiliza-se como principais substratos os dejetos animais (54%), seguido de lodo de esgoto (22%) e resíduo sólido orgânico urbano (11%). Como estes resíduos em especial os de origem animal, possuem

um alto valor de proteína e lipídeos, que fornece um ótimo ambiente microbiano, o que favorece todo processo fermentativo, sendo na sua degradação e produção de biogás (Glatz et al., 2011; Jingura e Matengaifa 2009; Martínez et al., 2016).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com a co-digestão de resíduos de incubatório Matter et al. (2017) com a utilização de águas residuais e Lopes et al. (2016) com dejetos de animais.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), na Área Experimental e no Laboratório de Manejo de Forragens e Resíduos Agropecuários. Os dejetos de ovinos, aves e bovinos de leite foram coletados nos setores de ovinocultura (Fazenda Experimental), avicultura e bovinocultura todos pertencentes à UFGD, já os dejetos de equinos foram adquiridos por meio de doação do Centro de Tradições Gaúchas Querência do Sul localizada no município de Dourados/MS e os resíduos de incubatório por doação de uma empresa de frango de corte na região.

Foram utilizados 36 biodigestores batelada de bancada para a implantação dos 12 tratamentos, constituídos por quatro tipos de dejetos (ave, bovino, equino e ovino), em 3 níveis para a inclusão de resíduos de incubatório (0, 10 e 20% em relação aos teores ST do substrato) e 3 repetições.

Foram avaliados os teores de ST de cada resíduo para cálculo da proporção de adição de cada um na composição dos afluentes, encontrando 32,86% de ST no dejetos de aves (DA), 19,87% no de bovinos (DB), 30,85% no de equinos (DE), 30,80% no de ovinos (DO) e 36,92 de ST no resíduos de incubatório (RI).

Os biodigestores foram constituídos por 2 cilindros retos de PVC e um recipiente onde o substrato foi armazenado, de 65 mm de diâmetro, com capacidade média de 1,3 litros cada. Os cilindros retos de PVC de 100 e 150 mm foram inseridos um dentro do outro, de maneira que o espaço deixado entre eles permitia um volume de água, considerado “selo de água”. O cilindro de 100 mm de diâmetro foi mantido apoiado no selo de água, para manter condições anaeróbias e armazenar o gás produzido e permaneceu com uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para a descarga do biogás, descrito por Sunada et al. (2014).

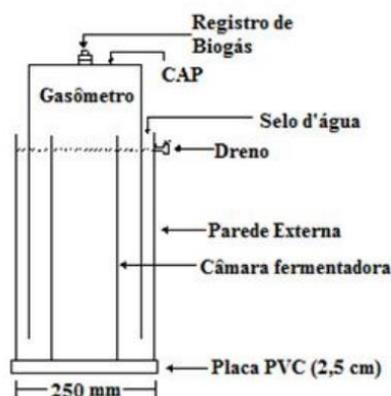


Figura 1. Representação esquemática de biodigestor modelo batelada de bancada.

Para o abastecimento dos biodigestores foram preparados afluentes com diferentes proporções dos dejetos (100, 90 e 80% em relação aos ST) cada qual considerado um tratamento diferente sendo estes DA, DB, DE e DO, os RI tiveram a proporção contrária dos dejetos para completar a composição de sólidos totais, utilizou-se também para o afluente água para diluição e inóculo, a caracterização destes afluentes estão representadas na tabela 1. O inóculo foi preparado anteriormente com dejetos de ovinos por meio de biodigestão anaeróbia em biodigestores batelada de bancada ficando em retenção até atingir a produção de metano máxima (80%) e possuía 3,35% de ST.

Tabela 1. Concentrações de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) dos afluentes.

Tratamentos	ST (%)	SV (%)
DA 100%	2,24	68,77
DA 90% RI 10%	2,29	73,64
DA 80% RI 20%	2,30	77,19
DB 100%	3,24	88,96
DB 90% RI 10%	2,85	87,45
DB 80% RI 20%	2,78	87,79
DE 100%	6,57	87,74
DE 90% RI 10%	6,28	86,66
DE 80% RI 20%	4,97	87,95
DO 100%	3,54	86,54
DO 90% RI 10%	3,46	86,74
DO 80% RI 20%	3,02	86,53

DA - dejetos de aves, DB – dejetos de bovinos, DE – dejetos de equinos, DO – dejetos de ovinos, RI – resíduo de incubatório.

Os biodigestores foram distribuídos ao acaso no Área Experimental de Manejo de Resíduos Agropecuários, constituído por alvenaria, de maneira a permanecer ao longo do período protegidos de sol e chuva.

O tempo de retenção hidráulica (TRH) foi diferente de acordo com as produções de biogás, ou seja, enquanto ocorreu a formação de biogás nos substratos sendo de 92 dias para aves e 113 dias para os demais tratamentos.

A produção de biogás foi medida diariamente pelo deslocamento vertical do gasômetro, corrigindo os valores para 1 atm e 20° C.

A análise da composição do biogás foi realizada semanalmente através de cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapack Q peneira molecular e detector de condutividade térmica em analisador eletrônico de gás GA-21 Plus. As produções

específicas de biogás e metano foram calculadas considerando-se o volume produzido (litros) e as quantidades (quilogramas) de ST e SV adicionados aos biodigestores.

As análises de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram realizadas com o afluente e o efluente dos biodigestores, conforme a metodologia do APHA (2012).

A análise estatística foi feita em fatorial duplo, sendo o primeiro em relação ao tipo de dejetos e o segundo fator o nível de resíduo de incubatório dentro de cada dejetos, realizado de acordo com o teste Tukey a 5% de significância, pelo software R (versão 3.0.1 for Windows).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos ST e os SV (gramas) efluentes estão apresentados na Tabela 2. Com o uso de DE foram encontrados maiores valores em todas as inclusões de RI e com DA os menores teores, provavelmente em decorrência da não padronização dos teores de ST no afluente, conforme mostrado na Tabela 1, isto pode ter ocorrido por uma falta de homogeneização dos ST dos resíduos antes do preparo dos substratos que seriam utilizados nos biodigestores, e com isso o cálculo para o abastecimento estaria de forma errada resultando nestes altos valores.

Em relação ao desdobramento dos níveis de RI em cada nível nos efluentes os ST e SV dos DA, DE e DO apresentaram maiores valores sem a inclusão e com a inclusão de 10% de RI, este último com exceção do DE (Tabela 2).

Tabela 2. Sólidos Totais (ST) e voláteis (SV) em gramas (g) dos efluentes e reduções em porcentagem (%) dos ST e SV.

	Efluentes (g)			Reduções		
	0	10	20	0	10	20
Sólidos Totais						
DA	23,00 Ac	20,66 ABc	16,25 Bc	20,86 Ba	30,28 Ba	45,78 Aa
DB	30,31 b	26,28 bc	25,67 b	27,98 a	28,87 a	28,84 b
DE	67,37 Aa	60,60 Ba	46,45 Ca	21,18 a	25,80 a	28,04 b
DO	31,51 Ab	29,70 ABb	24,46 Bb	31,58 a	33,99 a	37,71 ab
EPM	1,02					
Sólidos Voláteis						
DA	12,46 c	11,20 c	8,77 c	37,79 Ca	48,75 Ba	62,12 Aa
DB	25,34 Ab	21,16 ABb	20,97 Bb	32,30 ab	34,45 b	33,76 c
DE	55,24 Aa	49,37 Ba	37,28 Ca	26,35 b	30,15 b	34,33 c
DO	24,92 Ab	23,57 Ab	18,83 Bb	37,48 a	39,64 ab	44,58 b
EPM	1,25					

DA - dejetos de aves, DB – dejetos de bovinos, DE – dejetos de equinos, DO – dejetos de ovinos, RI – resíduo de incubatório. Nas linhas letras maiúsculas e nas colunas letras minúsculas se diferem pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ). EPM – Erro padrão médio.

As reduções de ST encontradas neste experimento teve diferença significativa apenas na inclusão de 20% de resíduos de incubatório, com maiores reduções de 45,78 e 37,71%, nos DA e DO respectivamente (Tabela 2 e Figura 2), essa maior redução mostra a eficiência na co-digestão, quanto maior a inclusão de RI maior será a degradação do substrato. Em relação ao RI em cada dejetos apenas o DA teve diferença entre as inclusões e a de 20% demonstra a maior redução de 45,78%, assim como anteriormente comentado.

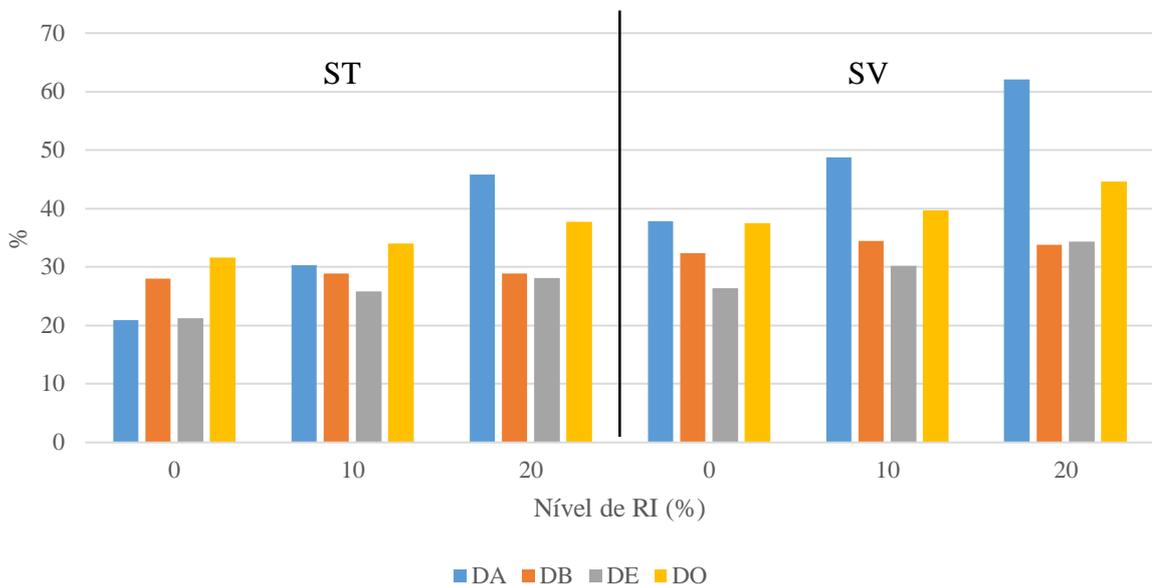


Figura 2. Reduções de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) nos diferentes tipos de dejetos e níveis de resíduo de incubatório.

As reduções de SV foram significativamente diferentes em todas as inclusões de RI (Tabela 2 e Figura 2), sem a inclusão as maiores reduções encontradas foram de 37,79; 32,30 e 37,48%, de DA, DB e DO, respectivamente, o DB semelhante ao DE com 26,35%. Já com a inclusão de 10% encontrou-se resultados semelhantes estatisticamente entre os DA e os DO, 48,75% e 39,64% respectivamente, este último considerado igual aos demais. Na inclusão de 20% de RI os DA destacaram-se com 62,12%, este resultado pode ser devido a uma biomassa de fácil degradação, pois os carboidratos solúveis presentes nos dejetos são em maiores quantidades quando comparados aos dejetos que possuem maiores constituintes fibrosos, como o DB, DE e DB. (Orrico Junior et al., 2010; Farias et al. 2012).

Em Simm (2015) apresentou valores superiores ao trabalho, em relação aos uso de RI com DB, usando de dejetos de bovinos de 36,7 e 50,7% de ST e SV, com a inclusão de glicerina bruta de 4,7 e 3,4 % dos ST, respectivamente, utilizando dejetos de bovinos leiteiros em biodigestores batelada, este resultado foi melhor ao encontrado possível porque a glicerina bruta é altamente degradável em co-digestão anaeróbia, o que disponibiliza carbono que é a principal fonte de energia para os microrganismos, melhorando a sua degradação.

Lopes et al. (2016) alcançaram reduções de 41,3 e 49,6% de ST e SV, próximas aos encontrados no presente trabalho que também utilizaram o resíduo de incubatório, porém apenas a fração líquida em co-digestão com dejetos de bovinos, possivelmente pela maior proporção de fração fibrosa contida nos dejetos de bovinos não houveram maiores reduções, já que os microrganismos atuantes na biodigestão não conseguem degradar matéria orgânica nesta estrutura mais resistente, apenas parte dela é degradada (Diaz et al., 2007).

Na figura 3 está demonstrando o comportamento da produção total de biogás e metano, onde o DE se destaca na produção de biogás com 13,17 litros com a inclusão de 20% de RI. Os DA são com as piores produções, tanto para a produção de biogás quanto para metano, em todos os níveis, isso pode ser decorrente à menor concentração do seu afluente com aproximadamente 2% de ST (Tabela 1) e também à coleta do material que não consistia em dejetos frescos, o que poderia ter ocasionado uma fermentação prévia, prejudicando a proliferação dos microrganismos, devido à baixa concentração de fontes energéticas (carboidratos), responsáveis pela degradação do substrato e conseqüentemente na produção do biogás e metano (Orrico Junior et al., 2010). A produção total de metano teve um maior resultado no DO com 20% de inclusão de RI, com 5,75 litros. A Figura 3 demonstra que a inclusão de RI para todos os tipos de dejetos foram maiores em relação aos tratamentos que não foi utilizado o RI, mostrando que a co-digestão melhora no desempenho na biodigestão anaeróbia.

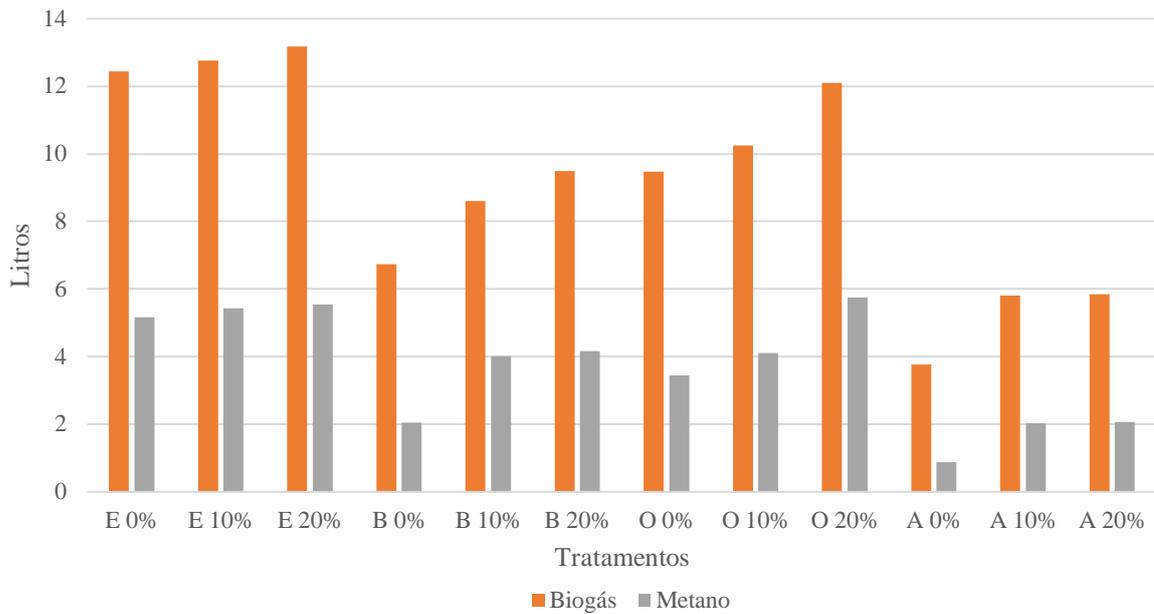


Figura 3. Comportamento da produção total de biogás e metano em litros.

Não houve interação entre os fatores para os resultados da produção específica de biogás e de metano, sendo, portanto, analisados seus efeitos simples.

Em relação à produção específica de biogás por ST adicionados (Tabela 3) os maiores resultados para os dejetos foram de 248,03 L.kg<sup>-1</sup> com DO e 219,37 L.kg<sup>-1</sup> DB, e em relação ao RI o nível de 20% demonstrou a melhor produção, alcançando 243,49 L.kg<sup>-1</sup>, superior em 51,65% o tratamento sem RI. Na produção específica do metano os DO e DB também se destacaram com 104,26 e 91,72 L.kg<sup>-1</sup> ST, respectivamente. Nos níveis de RI as maiores produções foram de 10 e 20% sendo iguais estatisticamente com 83,99 e 104,38 L.kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 3. Produções específicas de biogás e metano por sólidos totais (ST) e voláteis (SV) adicionados ( $L.kg^{-1}$ ).

Tipo de Dejeito	Bio ST	Bio SV	Met ST	Met SV
DA	172,83 bc	235,43 ab	55,59 c	75,20 b
DB	219,37 ab	249,55 ab	91,72 ab	104,47 ab
DE	169,86 c	194,13 b	71,04 bc	81,18 b
DO	248,03 a	286,42 a	104,26 a	120,40 a
Nível de RI (%)				
0	160,56 c	193,97 b	53,59 b	63,71 b
10	203,72 b	244,33 ab	83,99 a	100,08 a
20	243,49 a	285,84 a	104,38 a	122,15 a
EPM	7,34	8,57	4,51	4,83

DA - dejetos de aves, DB – dejetos de bovinos, DE – dejetos de equinos, DO – dejetos de ovinos, RI – resíduo de incubatório, Bio – Biogás, Met – Metano, ST – Sólidos Totais, SV – Sólidos Voláteis. Na coluna letras minúsculas que se diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM – Erro padrão médio.

As produções específicas de biogás por SV adicionados (Tabela 3) foram semelhantes entre os DA, DB e DO com 235,43; 249,55 e 286,42  $L.kg^{-1}$ , respectivamente. Com 10% de RI foram produzidos 244,33 e com 20% de RI foram gerados 285,84  $L.kg^{-1}$  SV, provocando aumento de até 47,36% ao utilizar o nível máximo em comparação com tratamento sem RI. Para a produção de específica de metano por SV, os DO e DB foram semelhantes, com a produção de 120,40 e 104,47  $L.kg^{-1}$ , respectivamente, já os níveis de 10 e 20% de RI foram superiores ao tratamento com 0%.

As Figuras 4 e 5 demonstram o comportamento da produção de biogás e metano por ST e SV adicionados e mostra a tendência ser sempre maior ( $L.kg^{-1}$ ) conforme a inclusão de RI.

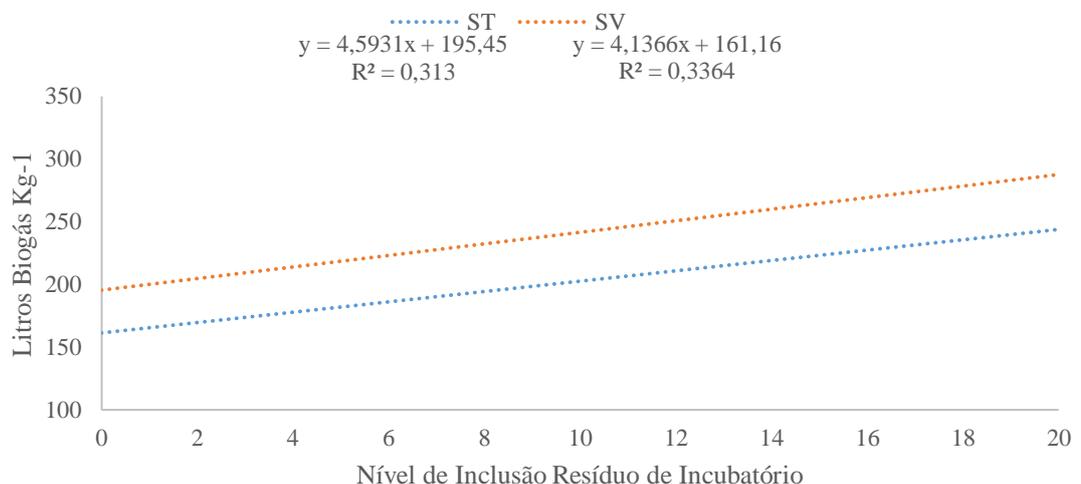


Figura 4 – Comportamento do biogás por sólidos totais (ST) e voláteis (SV) adicionados.

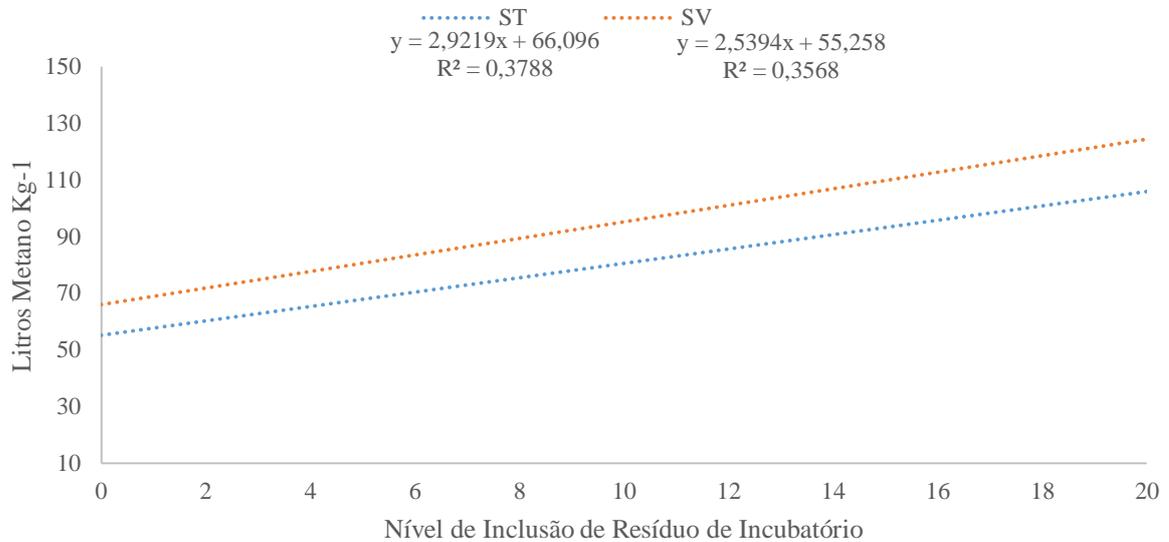


Figura 5 – Comportamento do metano por sólidos totais (ST) e voláteis adicionados.

Lopes et al. (2016) observaram como resultado a máxima produção de biogás com a inclusão de 17% de resíduo líquido de incubatório de 181,7 e 229,5 L.kg<sup>-1</sup> por ST e SV, respectivamente, e para produção de metano as máximas foram 120,10 e 151,8 L.kg<sup>-1</sup> de ST e SV com a inclusão de 17,5 e 18%, respectivamente, utilizando como substrato para a co-digestão anaeróbia dejetos de bovinos e resíduo de incubatório, este resultado é semelhante ao encontrado neste trabalho em relação ao DB para produção de biogás, porém é superior em relação a produção de metano.

Para uma melhor produção de biogás por ST adicionados a recomendação é de 20% de inclusão de RI e para a produção biogás por SV e de metano por ST e SV adicionados é a partir de 10% do nível de RI.

## 6. CONCLUSÕES

As reduções tiveram maiores proporções no nível de 20% de RI nos DA.

Em todos os dejetos a inclusão de 20% tiveram as maiores produções de biogás e metano, em relação ao potencial de produção o biogás por ST adicionados com uma maior produção com inclusão 20% de RI.

As maiores produções de metano por ST e SV, e de biogás por SV adicionados tiveram maiores resultados a partir de 10% de inclusão de RI.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association. p. 1368, 2012.

ALVAREZ, R.; LIDÉN, G. Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste. **Renewable Energy**, Brighton, v.33, n.2, p.726-734, 2008.

AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A.; LUCAS JUNIOR, J.; NASCIMENTO, Q. Q.; FERREIRA, D. S.; MACHADO, M. R. F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1897-1902. Santa Maria, RS. 2004.

AMORIM, A. C. **Avaliação do potencial de impacto ambiental e do uso da compostagem e biodigestão anaeróbia na produção de caprinos**. Tese. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. 129p. Jaboticabal, SP. 2005.

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. COMMERCIAL INCUBATION (Incubação Artificial). **Resíduos de incubatório: Disposição e aproveitamento**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, cap. 8, p. 139-155, 2011.

AUGUSTO, K. V. Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: Compostagem e Biodigestão Anaeróbia**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita – Faculdade de Ciências Agrárias. Jaboticabal, 2007.

BARRERA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1993.

CASTRILLÓN, L.; FERNÁNDEZ-NAVA, Y.; ORMAECHEA, P.; MARAÑÓN, E. Methane production from cattle manure supplemented with crude glycerin from the biodiesel industry in CSTR and IBR. **Bioresource Technology**, v. 127, p. 312–7, 2013.

CARVALHO, S. M. M.; BARROS, M. R. B.; BASTOS, F. J. F. Resíduos na produção de frangos de corte: incubatório. **III Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais**, São Pedro – SP, 2013.

CATAPAN, D. C.; CATAPAN, A.; ROSSET, N. R.; HARZER, J. H. Análise da viabilidade financeira da produção de biogás através de dejetos de equinos. **Custos e @agronegócio online**, Recife, v. 8, n. 4, p. 25-51, out./dez. 2012.

DIAZ, L. F.; BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. **Compost Science and Technology Waste Management Series**, 8 th ed. 364 p. 2007.

EMMOTH, E.; OTTOSON, J.; ALBIHN, A.; BELÁK, S.; VINNERAS, B. Ammonia Disinfection of Hatchery Waste for Elimination of Single-Stranded RNA Viruses. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 12, p. 3960–3966, 2011.

ENSMINGER, M. E., OLDFIELD, J. E., HEINEMANN, W. W. 1990. **Feeds & Nutrition**. 2.ed. California: The Ensminger Publishing Company. 1544p.

FARIAS, R. M.; ORRICO JUNOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; GARCIA, R. G.; CENTURION, S. R.; FERNANDES, A. R. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de poedeiras coletados após diferentes períodos de acúmulo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 1089-1094, jun, 2012.

FAVA, A. F. **Glicerina bruta em co-digestão anaeróbia e co-compostagem com dejetos de poedeiras**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP. 2008.

GLATZ, P.; MIAO, Z.; RODDA, B. Handling and Treatment of Poultry Hatchery Waste: A Review. **Sustainability**, v.3, p. 216-237, 2011.

GOMES, M. J. P.; **Microbiologia Clínica LABACVET - II**; Gênero Clostridium spp. 2007.

GONÇALVES, M. S. **Gestão de resíduos orgânicos**. Principia, Publicações Universitárias e Científicas. Porto. 2005.

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

JINGURA, R. M.; MATENGAIFA, R. Optimization of biogas production by anaerobic digestion for sustainable energy development in Zimbabwe. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 5, p. 1116–1120, 2009.

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.

KOBASHIGAWA, E.; MURAROLLI, F. A.; GAMEIRO, A. H. Destino de resíduos de incubatórios da avicultura no estado de São Paulo: adequação à legislação e possibilidade de uso econômico. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga-SP, USP. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, AC, **Anais**, 2008.

KUNZ, A. **Gestão Ambiental na Agropecuária**. Tratamento de dejetos animais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 1. ed. p. 189. 2007.

LASEKAN, A.; BAKAR, A.; HASHIM, D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources. **Waste Management**, v.33, p.552–565, 2013.

LOPES, W. R. T.; ORRICO, A. C. A.; GARCIA, R. G.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; MANARELLI, D. M.; FAVA, A. F.; NÄÄS, I. A. The Addition of Hatchery Liquid Waste to Dairy Manure Improves Anaerobic Digestion. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 2, p. 65-70, 2016.

LUCAS JUNIOR, J. **Estudo comparativo de biodigestores modelo Indiano e Chinês**. 1987. 114f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MACIEL, T. T. B. A. F. R. A. A. L. P. **Co-digestão anaeróbia dos dejetos de ovinos com diferentes níveis de inclusão de resíduo líquido de incubatório**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados/MS, 2018.

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.

MARAÑÓN, E.; CASTRILLÓN, L.; QUIROGA, G.; FERNÁNDEZ-NAVA, Y.; GÓMEZ, L.; GARCÍA, M. M. Co-digestion of cattle manure with food waste and sludge to increase biogas production, **Waste Management** v.32, p. 1821–1825, 2012.

MARTÍNEZ, E. J.; GIL, M. V.; FERNANDEZ, C.; ROSAS, J. G.; GÓMEZ, X. Anaerobic Co-digestion of Sludge: Addition of Butcher's Fat Waste as a Co-substrate for Increasing Biogas Production. **Plos One**, 11(4), 2016.

MATA-ALVAREZ, J.; DOSTA, J.; ROMERO-GÜIZA, M. S.; FONOLL, X.; PECES, M.; ASTALS, S. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n.36, p.412–427, 2014.

MATA-ALVAREZ, J; MACE, S; LLABRÉS, P. Anaerobic digestion of organic solid wastes. Na overview of research achievements and perspectives. **Bioresource Technology**. 2000.

MATTER, J. M.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PEREIRA, D. C.; VARENNES, A.; TESSARO, D. Anaerobic co-digestion of hatchery waste and wastewater to produce energy and biofertilizer - Batch phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.9, p.651-656, 2017.

NASCIMENTO, G. A. Z. **Utilização de resíduos avícolas para a produção de energia e biofertilizante na gestão de propriedades rurais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2011.

OLIVEIRA, D. A.; BENELLI, P.; AMANTE, E. R. A literature review on adding value to solid residues: eggshells. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p.42-47, 2013.

OLIVEIRA, S. Evaluation of indicative parameters of pollution for liquid effluent of a sanitary landfill. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 9, p. 240-249, 2004.

ORRICO JUNIOR, M. A.; ORRICO, A. C. A. Quantification, Characterization, and Anaerobic Digestion of Sheep Manure: The Influence of Diet and Addition of Crude Glycerin. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v.34 (4), p.1038-1043, 2015.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. et al. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob a biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.386-394, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162010000300018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000300018&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 03 de out. 2018.

SANTOS, J. I. F; MATIELLO; A. M. **Caracterização e Dinâmica dos Aglomerados Produtivos de Ovos no Brasil nos anos de 1996 e 2006**. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/caracterizacao-dinamicados-aglomerados-t782/124-p0.htm>> Acesso em: 03 de out. 2018.

SASAKI, N. et al. Effects of C/N Ratio and pH of Raw Materials on Oil Degradation Efficiency in a Compost Fermentation Process. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.96, n.1, p.47-52, 2013.

SIMM, S. **Co-digestão de dejetos de vacas leiteiras e glicerina bruta**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados/MS, 2015.

SIMM, S.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SUNADA, N. S.; SCHWINGEL, A. W.; COSTA, M. S. S. M. Crude glycerin in anaerobic co-digestion of dairy cattle manure increases methane production. **Scientia Agrícola**, v. 74, n. 3, p.175-179, 2017.

SUNADA, N. S.; LUCAS JUNIOR, J.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SCHWINGEL, A. W.; COSTA, M. S. S. M. Addition of lipolytic enzyme in anaerobic co-digestion of swine manure and inclusion levels of waste vegetable oil. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, 2, pp. 468-474, 2014.

STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbica de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Instituto de Química. Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2001.

WU, X.; YAO, W.; ZHU, J.; MILLER, C. Biogas and CH<sub>4</sub> productivity by co-digesting swine manure with three crop residues as an external carbon source. **Bioresource Technology**. 2010.