Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 03/09/2022

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until September 3, 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

JOÃO ANTÔNIO SILVA SOUSA

INFLUÊNCIA DE ADITIVOS NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS

Botucatu

2021

JOÃO ANTÔNIO SILVA SOUSA

INFLUÊNCIA DE ADITIVOS NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior

Botucatu

2021

S725i

Sousa, João Antônio Silva
Influência de aditivos na digestão anaeróbia de dejetos bovinos leiteiros / João Antônio Silva Sousa. -- Botucatu, 2021
78 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientador: Jorge de Lucas Junior

1. biodigestor. 2. energia renovável. 3. inóculo. 4. ionóforo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DE ADITIVOS NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS

AUTOR: JOÃO ANTÔNIO SILVA SOUSA
ORIENTADOR: JORGE DE LUCAS JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR (Participaçao Virtual)
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP

Prof.ª Dr.ª ROBERTA PASSINI (Participaçao Virtual)
Engenharia Agrícola / Universidade Estadual de Goiás

Prof.ª Dr.ª VALERIA CRISTINA RODRIGUES SARNIGHAUSEN (Participaçao Virtual)
Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 03 de setembro de 2021

À minha companheira, Luana Alves Akamine.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha companheira, Luana.

Ao professor, Orientador, Dr. Jorge de Lucas Junior pela confiança na realização deste trabalho, pela oportunidade, contribuições e ensinamentos para meu desenvolvimento pessoal e como pesquisador.

A empresa Premix pela confiança e gentileza em ceder os produtos comerciais utilizados nessa pesquisa. Ao Dr. André Pastori D'Aurea por dispor-se a contribuir com este trabalho.

Aos membros da banca examinadora de qualificação e defesa por se disporem a contribuir e aprimorar este trabalho.

A Aline F. pela amizade, ajuda e troca de experiências durante a condução do experimento e análise dos dados.

A professora e amiga Roberta Passini pelo apoio nesta conquista.

Aos familiares que torceram, deram forças, participam da minha vida e entenderam minha ausência.

Ao programa Energia na Agricultura, FCA e FCAV pelo suporte, e todos os professores e funcionários que me auxiliaram, contribuíram e participaram de alguma maneira para a realização deste trabalho e em minha formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

O uso de aditivos, como promotores de crescimento, na dieta de bovinos, pode interferir na digestão anaeróbia (DA) dos dejetos desses animais. Desta forma, o objetivo com este trabalho foi avaliar a influência de aditivos sintéticos e naturais, na DA de dejetos de bovinos (DB) leiteiros, avaliando a produção e qualidade do biogás em ensaios batelada e semi-contínuo. O ensaio batelada, com tempo de retenção hidráulica (TRH) de 135 dias, foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (6x3), correspondendo a seis inserções de aditivos (sem aditivo; natural 1 (Fator P Premix); natural 2 (Fator P Premix); monensina (MON); virginiamicina (VM) e MON + VM), dosados diretamente ao dejeto, e três tipos de diluições (água; ½ água e ½ biofertilizante e biofertilizante), com 4 repetições por tratamento. O ensaio semi-contínuo (TRH de 30 dias) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (sem aditivo; natural 1 e MON + VM) e 4 repetições. No ensaio batelada, a diluição não afetou os rendimentos de biogás e metano (277,2 e 190,4 L kg_{SVadic}^{-1}, respectivamente), do tratamento sem aditivo. Para a diluição com água, as adições de MON e de VM apresentaram maior influência no processo, acarretando menores rendimentos de metano (114,4 e 119,4 L kg_{SVadic}^{-1}, respectivamente), comparados aos tratamentos controle e natural 1 (175,6 e 174,0 L kg_{SVadic}^{-1}, respectivamente). As diluições com ½ água e ½ biofertilizante e com biofertilizante elevaram os rendimentos de biogás e metano dos demais tratamentos que receberam algum dos aditivos, que foram acompanhados das maiores taxas de remoções de sólidos. O biofertilizante, independente da proporção adicionada na diluição, reduziu os tempos de partida para todos os tratamentos. No ensaio semi-contínuo não houve influência do aditivo N1 e da MON+VM sobre a DA do DB, para todas os parâmetros avaliados. Portanto, o uso do aditivo natural 1 se mostrou como um possível substituto promissor aos aditivos sintéticos, uma vez que se pode evitar a ocorrência de resíduos de antibióticos excretados nos dejetos, e dessa forma permite a aplicação do biofertilizante de forma segura nas culturas, e a comercialização global de produtos de origem animal.

Palavras-chave: biodigestor; energia renovável; inóculo; ionóforo.

ABSTRACT

The use of additives, such as growth promoters, in the diet of cattle, can interfere with the anaerobic digestion (AD) of these animals' waste. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of synthetic and natural additives on the DA of dairy cattle manure (CM), evaluating the production and quality of biogas in batch and semi-continuous essays. The batch essay, with hydraulic retention time (HRT) of 135 days, was carried out in a completely randomized design, in a factorial scheme (6x3), corresponding to six insertions of additives (no additive; natural 1 (Factor P Premix); natural 2 (Factor P Premix); monensin (MON); virginiamycin (VM) and MON+VM), directly dosed to the manure, and three types of dilutions (water; ½ water and ½ biofertilizer and biofertilizer), with 4 replications per treatment. The semi-continuous trial (30 days HRT) was carried out in a completely randomized design, with 3 treatments (no additive; natural 1 and MON+VM) and 4 replications. In the batch trial, the dilution did not affect the biogas and methane yields (277.2 and 190.4 L $kg_{VSadded}^{-1}$, respectively) of the treatment without additives. For dilution with water, the additions of MON and VM had a larger influence on the process, resulting in lower methane yields (114.4 and 119.4 L $kg_{VSadded}^{-1}$, respectively), compared to the control and natural 1 treatments (175.6 and 174.0 L $kg_{VSadded}^{-1}$, respectively). Dilutions with ½ water and ½ biofertilizer and with biofertilizer increased the yields of biogas and methane in the other treatments that received some of the additives, which were accompanied by higher rates of solids removal. The biofertilizer, regardless of the proportion added in the dilution, reduced the starting times for all treatments. In the semi-continuous test, there was no influence of the additive N1 and MON+VM on the DA of the CM, for all parameters evaluated. Therefore, the use of natural 1 additive proved to be a promising possible substitute for synthetic additives, as it can prevent the occurrence of antibiotic residues excreted in manure, and thus allows the application of biofertilizer safely in crops, and the global marketing of animal products.

Keywords: biodigester; ionophore; inoculum; renewable energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática das rotas metabólicas envolvidas no processo de digestão anaeróbia 30
Figura 2 - Vista superior, vista frontal e corte do biodigestor batelada, medidas em mm 36
Figura 3 - Desenho esquemático do biodigestor tubular semi-contínuo: camâra de fermentação (A) e gasômetro (B), medidas em mm.....40
Figura 4 - Temperaturas médias, máximas e mínimas no período de avaliação .46
Figura 5 - Teor de metano no biogás para os tratamentos em que os dejetos foram diluídos em água (A), ½ água e ½ biofertilizante (B) e biofertilizante (C) 50
Figura 6 - Produção diária de biogás para os tratamentos em que os dejetos foram diluídos com água (A), ½ água e ½ biofertilizante (B) e biofertilizante (C) 56
Figura 7 - Produção acumulada de biogás para os tratamentos em que os dejetos foram diluídos em água (A), ½ água e ½ biofertilizante (B) e biofertilizante (C) 57
Figura 8 - Temperaturas médias, máximas e mínimas durante o período do ensaio com biodigestores semi-contínuos.....59
Figura 9 - Produção diária de biogás para os tratamentos analisados.....62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização físico-química do dejeto bovino leiteiro e biofertilizante utilizados nos biodigestores bateladas.....37
Tabela 2 – Composição do substrato de cada tratamento para a digestão anaeróbia em biodigestores bateladas 38
Tabela 3 - Caracterização físico-química do dejeto bovino leiteiro utilizado nos biodigestores semi-contínuos.....41
Tabela 4 - Composição do substrato (carga diária) de cada tratamento para a digestão anaeróbia em biodigestores semi-contínuos 42
Tabela 5 - Parâmetros físico-químicos e metodologias utilizadas nas análises experimentais.....42
Tabela 6 - Caracterização físico-química dos afluentes dos tratamentos para as diferentes diluições 45
Tabela 7 - Resumo da análise de variância (valor de p) para as variáveis, produções totais de biogás e de metano, reduções de sólidos totais (STred) e voláteis (SVred) e produções específicas de biogás e de metano, em função dos fatores, aditivo e diluição 47
Tabela 8 - Interação entre aditivo e diluição para as variáveis, produções totais de biogás e de metano da digestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros.....48
Tabela 9 - Interação entre aditivo e diluição para as variáveis, produções específicas de biogás da digestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros.....52
Tabela 10 - Interação entre aditivo e diluição para as variáveis, produções específicas de metano da digestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros.....53
Tabela 11 - Efeito principal da diluição para as variáveis, reduções de sólidos totais (STred) e sólidos voláteis (SVred) 54
Tabela 12 - Médias e síntese da análise de variância para as variáveis, pH, rendimentos de biogás e de metano, teor de metano e reduções de sólidos totais (STred) e sólidos voláteis (SVred).....60
Tabela 13 – Médias e síntese da análise de variância para as variáveis, produções específicas de biogás e de metano.....61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
CD	Carga diária
C/N	Relação Carbono / Nitrogênio
COT	Carbono orgânico total.
COV	Carga orgânica volumétrica
CSTR	Continuously stirred tank reactor /Reator tanque de agitação contínua
DA	Digestão anaeróbia
DB	Dejetos de bovinos
GEE	Gases de efeito estufa
GNV	Gás natural veicular
GRAs	Genes de resistência a antibióticos
$kg_{SV}\ L^{-1}\ d^{-1}$	Quilograma de sólidos voláteis por litro do digestor por dia
$L\ d^{-1}$	Litros por dia
$L\ kg_{STadic}^{-1}$	Litros por quilograma de sólidos totais adicionados
$L\ kg_{SVadic}^{-1}$	Litros por quilograma de sólidos voláteis adicionados
MON	Monensina
MS	Matéria seca
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEB	Produção específica de biogás
PEM	Produção específica de metano
ST	Sólidos totais
ST_{adic}	Sólidos totais adicionados
SV	Sólidos voláteis
SV_{adic}	Sólidos voláteis adicionados
TRH	Tempo de retenção hidráulica
VM	Virginiamicina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21
2 REVISÃO DE LITERATURA 23
2.1 Bovinocultura leiteira e geração de resíduos 23
2.2 Definição de aditivo e sua utilização na nutrição de ruminantes 24
2.2.1 Influência de aditivos na digestão anaeróbia 27
2.3 Digestão anaeróbia 29
2.3.1 Processo de digestão anaeróbia e parâmetros de influência 29
2.3.2 Produtos 31
2.3.2.1 Biogás 31
2.3.2.2 Biofertilizante 32
2.4 Uso do biofertilizante na diluição do substrato 34
3 MATERIAL E MÉTODOS 35
3.1 Substrato 35
3.2 Configuração dos ensaios 35
3.2.1 Primeiro ensaio – digestão anaeróbia em biodigestores bateladas 36
3.2.2 Segundo ensaio – digestão anaeróbia em biodigestores semi-contínuos 39
3.3 Métodos analíticos 42
3.3.1 Monitoramento do biogás 43
3.4 Análise estatística 44
3.4.1 Ensaio batelada 44
3.4.2 Ensaio semi-contínuo 44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
4.1 Ensaio com biodigestores bateladas 45
4.2 Ensaio com biodigestores semi-contínuos 59
5 CONCLUSÕES 65
REFERÊNCIAS 67

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é uma consolidada potência mundial na produção de leite. A biotecnologia tem contribuído para o desenvolvimento do setor da bovinocultura leiteira e da agropecuária de forma geral, e está presente desde a nutrição animal, até o tratamento e reutilização dos resíduos gerados.

A pesquisa sobre a nutrição animal tem alcançado avanços substanciais, sobretudo pelo estudo de compostos (aditivos) adicionados à dieta, que proporcionam o aumento na produtividade dos animais (JOUANY; MORGAVI, 2007; FERREIRA, 2018).

Os aditivos são substâncias, naturais ou sintéticas, ou organismos vivos (ANDREOTTI; NICODEMO, 2004), podendo ser antibióticos, ou agirem como tal. A presença dos aditivos na alimentação dos ruminantes promove, aumento de degradabilidade, melhor eficiência e aproveitamento da dieta e redução da liberação de gases de origem animal, que são os gases do efeito estufa (GEE) (FERREIRA, 2018; BARJUD et al.; 2020).

No entanto, apesar dos benefícios promovidos pela utilização de antibióticos na produção animal, a ocorrência dos resíduos nos produtos originários (ex.: carne e leite) tem se tornado uma grande preocupação (ANDREOTTI; NICODEMO, 2004; VAN EPPS**;** BLANEY**,** 2016). A Organização Mundial da Saúde (OMS), classifica o surgimento de genes de resistência a antibióticos (GRAs) como uma das maiores ameaças para a saúde humana, saúde animal e vegetal (OMS, 2012).

Considerando a necessidade do desenvolvimento de novas classes de aditivos, dando prioridade para aqueles de origem orgânica ou natural, diferentes estudos dentro da biotecnologia têm buscado a avaliação do desempenho de novas substâncias ativas (FERREIRA, 2018).

Devido os antibióticos não serem metabolizados por completo, como consequência esperada, uma proporção geralmente é excretada na urina e nas fezes dos animais (SARMAH; MEYER; BOXALL, 2006; FENG et al., 2017; SPIELMEYER et al., 2017).

Uma vez presente nos dejetos, os resíduos de antibióticos e seus metabólitos, podem influenciar na digestão anaeróbia (DA) dos dejetos desses animais (XIAO et al., 2021).

Para avaliação das possíveis interferências dos aditivos na DA, os aditivos podem ser adicionados na dieta dos animais com posteriori avaliação da DA dos dejetos, ou pode ser realizada diretamente nos dejetos e substrato inseridos nos biodigestores (SPIRITO et al., 2018).

Dentre os efeitos que os aditivos e antibióticos podem ocasionar na DA, apontam-se: retardamento no *start-up* do processo (MITCHELL et al., 2013), alterações na comunidade microbiana, redução na produção de biogás, instabilidade do processo (AKYOL et al., 2016) e remanescente concentração de antibiótico no biofertilizante (YOUNGQUIST et al., 2016; ARIKAN et al., 2018).

Outra consequência decorrente dos antibióticos na DA é a possibilidade de gerar acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGVs), e uma vez que os AGVs não apresentam conversão total, o seu acúmulo pode levar a redução da produção de metano (XIAO et al., 2021). Em vista disso, o uso do biofertilizante na diluição do dejeto bovino (DB), se apresenta como uma boa estratégia para fornecer alcalinidade aos substratos (KATO et al., 1999; MASIH-DAS; TAO, 2018). Por proporcionar equilíbrio no consumo de ácidos orgânicos, o biofertilizante pode promover maior estabilização do processo (EL-MASHAD et al., 2006; COSTA et al., 2016), desta forma, a influência de compostos tóxicos, como dos aditivos, pode ser reprimida ou atenuada.

Os aditivos naturais, como alternativa aos sintéticos, se apresentam como uma boa opção, uma vez que podem exercer menor influência na DA e podem evitar riscos sanitários e ecológicos.

Desta forma, neste estudo, o objetivo foi estudar a influência de aditivos sintéticos e naturais na DA dos dejetos de bovinos leiteiros, diluídos com água e/ou biofertilizante, em biodigestores batelada e semi-contínuo, avaliando a produção e a qualidade do biogás.

5 CONCLUSÕES

No ensaio batelada, a diluição não afetou os rendimentos de biogás e metano, por sólidos totais e voláteis adicionados, do tratamento sem aditivo. Para a diluição com água, as adições de monensina e de virginiamicina apresentaram maior influência no processo, acarretando menores rendimentos de metano, comparados aos tratamentos controle e natural 1. As diluições com ½ água e ½ biofertilizante e com biofertilizante elevaram os rendimentos de biogás e metano, que foram acompanhados das maiores taxas de remoções de sólidos, dos demais tratamentos que receberam algum dos antibióticos e aditivos naturais.

Quanto a cinética de produção de biogás, para a diluição somente com água, os tempos de partida dos tratamentos com os aditivos, natural 2; monensina; virginiamicina e monensina mais virginiamicina, foi precedida de um período mais longo, o que indica que as bactérias anaeróbias requerem um tempo de adaptação e/ou podem ter desenvolvido algum tipo de resistência a esses aditivos, principalmente no início do processo.

O biofertilizante, independente da proporção adicionada na diluição, reduziu os tempos de partida para todos os tratamentos. O biofertilizante ofereceu condições mais favoráveis aos microrganismos anaeróbios e propiciou melhor desempenho e estabilidade do processo anaeróbio.

A configuração e o regime de alimentação dos biodigestores exercem influência sobre o desempenho global do processo anaeróbio. O ensaio batelada foi mais sensível aos acréscimos dos aditivos, ao passo que o ensaio semi-contínuo suportou os acréscimos diários dos aditivos, sem alteração nos parâmetros, tendo apresentado menor suscetibilidade a influência dos aditivos.

No ensaio semi-contínuo não houve influência do aditivo natural 1 e da associação da monensina mais virginiamicina sobre a digestão anaeróbia dos dejetos de bovinos leiteiros, para todos os parâmetros avaliados. Portanto, o uso do aditivo natural se mostrou como substituto promissor, uma vez que se pode evitar a ocorrência de resíduos de antibióticos excretados nos dejetos, e dessa forma permite a aplicação do biofertilizante de forma segura nas culturas, e a comercialização global de produtos de origem animal.

REFERÊNCIAS

AKAMINE, L. A. **Uso de reciclo e aquecimento nas cargas diárias de biodigestores abastecidos com dejetos de bovinos e batata doce**. 89 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2021.

AKYOL, Ç.; AYDIN, S.; INCE, O.; INCE, B. A comprehensive microbial insight into single-stage and two-stage anaerobic digestion of oxytetracycline-medicated cattle manure. **Chemical Engineering Journal**, v. 303, p. 675–684, 2016. https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.006.

AMARAL, A. C.; STEINMETZ, R. L. R.; KUNZ, A. O processo de biodigestão. Cap. 1. In: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. (ed.). **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia, SC: Sbera e Embrapa Suínos e Aves, 2019. p. 13-26. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108617>. Acesso em 19 jun. 2020.

ANDRE, R.; GARCIA, A. Alguns aspectos climáticos do município de Jaboticabal-SP. **Nucleus** v.12, p. 263-269, 2015. https://doi.org/10.3738/1982.2278.1543.

ANDREOTTI, R.; NICODEMO, M. L. F. **Uso de antimicrobianos na produção de bovinos e desenvolvimento de resistência.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004 (ISSN 1517-3747; Documentos 144).

APHA, 2005. American Public Health Association. American water works association; water environment Federation – APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Manure Water** (twenty-first ed.), American Water Works Association, Washington, D.C. (2005), p. 1368p.

ARIKAN, O. A.; MULBRY, W.; LANSING, S. Effect of temperature on methane production from field-scale anaerobic digesters treating dairy manure. **Waste Management**, v. 43, p. 108–113,
2015. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.005.

ARIKAN, O. A.; MULBRY, W.; RICE, C.; LANSING, S. The fate and effect of monensin during anaerobic digestion of dairy manure under mesophilic conditions. **PloS ONE**, v. 13, n. 2, p. e0192080, 2018. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192080.

ARIKAN, O. A.; SIKORA, L. J.; MULBRY, W.; KHAN, S. U.; RICE, C.; & FOSTER, G. D. The fate and effect of oxytetracycline during the anaerobic digestion of manure from therapeutically treated calves. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 7, p. 1637-1643, 2006. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2006.03.010.

BACIOCCHI, R.; CARNEVALE, E.; COSTA, G.; GAVASCI, R.; LOMBARDI, L.; OLIVIERI T.; ZANCHI, L.; ZINGARETTI, D. Performance of a biogas upgrading process based on alkali absorption with regeneration using air pollution control

residues. **Waste Management**, n.12, v.33, p.2694-2705, 2013. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.08.022.

BATAGLIA, O.G.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Methods of chemical analysis of plants**. Campinas, Instituto Agronômico, 48p. (Boletim técnico 78). 1983.

BARJUD, S. F. L.; CARVALHO NETO, J. P.; BARBOSA, A. O.; SILVA, R. S.; SOUSA, V. C. Efeito da monensina e da virginiamicina sobre a digestibilidade em bovinos de corte. **Revista Eletronica Nutritime**, v. 17, n. 4, 2020.

BENERAGAMA, N.; LATEEF, S. A.; IWASAKI, M.; YAMASHIRO, T.; UMETSU, K. The combined effect of cefazolin and oxytertracycline on biogas production from thermophilic anaerobic digestion of dairy manure. **Bioresource technology**, v. 133, p. 23-30, 2013. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.01.032.

BRASIL. **Lei Federal no 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 ago. 2010a. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm >.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. O estado da arte da tecnologia de metanização seca / Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaf für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autor, Luis Felipe de Dornfeld Braga Colturato. – Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015. 97 p. : il. – (Aproveitamento energético de biogás de resíduos sólidos urbanos; 1) https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-metanizacao-rsu.pdf.

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

CARMO, D. L. do; SILVA, C. A.. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 4, p. 1211-1220, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000400015.

CEPEA/CNA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA / CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2020.** Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>.

CETECIOGLU, Z.; INCE, B.; ORHON, D.; INCE, O. Acute inhibitory impact of antimicrobials on acetoclastic methanogenic activity. **Bioresource Technology**, v.114, p. 109–116, 2012. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.020.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Anaerobic reactors**. Biological wastewater treatment series, London: IWA, v. 4, 175p, 2007.

CHEW, K. W.; CHIA, S. R.; YEN, H. W.; NOMANBHAY, S.; HO, Y. C.; SHOW, P. L. Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic

Fertilizers. **Sustainability**, v. 11, n. 8, p. 2266, 2019. https://doi.org/10.3390/su11082266.

CHYNOWETH, D. P.; MAH, R. A. Anaerobic biological treatment processes. **Adv. Chem. Sci**, v. 105, p. 41-53, 1971.

CHYNOWETH, D. P.; WILKIE, A. C.; OWENS, J. M. Anaerobic treatment of piggery slurry-review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 12, n. 4, p. 607-628, 1999. https://doi.org/10.5713/ajas.1999.607.

CIBIOGAS. **BiogasMap**. Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://mapbiogas.cibiogas.org/>. Acesso em 19 jun. 2020.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiological Reviews**, v. 43, n. 2, p. 145-192, 1979. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/mr.43.2.145-192.1979> Acesso em: 30 set. 2021.

CORRÊA, J. C.; NICOLOSO, R. da S.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. de M. Embrapa Suínos e Aves. **Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais**. Comunicado Técnico, 486. Concórdia. 8 p. 2011.
Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/910346>. Acesso em: 27 ago. 2019.

COSTA, M. S. S. D. M. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. 126 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

COSTA, M. S. S. D. M.; COSTA, L. A. D. M.; LUCAS JUNIOR, J. DE; COSTA, L. A. DE M.; ORRICO, A. C. A. A highly concentrated diet increases biogas production and the agronomic value of young bull's manure. **Waste Management**, v. 48, p. 521-527, 2016. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.038.

CROOY, P.; NEYS, de R. Virginiamygin: Nomenclature. **The Journal of Antibiotics**, v. 25, n. 6, p. 371-372, 1972. https://doi.org/10.7164/antibiotics.25.371.

D'AUREA, A. P.; FERNANDES, L. B.; OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, L. E.; LIMA, M. M.; LIMEDE, A. C.; SILVA, M. F. Natural additives can replace the conventional growth promoters in cattle feedlot diet. In: **EAAP Scientific Series**. Wageningen Academic Publishers, 2019. p. 1-18. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9_27.

DAMACENO, F. M. **Codigestão anaeróbia do lodo obtido em abatedouros de frangos e batata-doce: valorização energética e agronômica**. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel-PA, 2018.

DAMACENO, F. M.; BULIGON, E. L.; PIRES SALCEDO RESTREPO, J. C.; CHIARELOTTO, M.; NIEDZIALKOSKI, R. K.; DE MENDONÇA COSTA, L. A.; LUCAS JUNIOR, J. de; DE MENDONÇA COSTA, M. S. S. Semi-continuous anaerobic co-digestion of flotation sludge from broiler chicken slaughter and sweet

potato: Nutrients and energy recovery. **Science of the Total Environment**, v. 683, p. 773–781, 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.314.

DAMACENO, F. M.; CHIARELOTTO, M.; PIRES SALCEDO RESTREPO, J. C.; BULIGON, E. L.; COSTA, L. A. de M.; LUCAS JUNIOR, J. de; COSTA, M. S. S. de M. Anaerobic co-digestion of sludge cake from poultry slaughtering wastewater treatment and sweet potato: Energy and nutrient recovery. **Renewable Energy**, v. 133, p. 489–499, 2019b. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.10.070.

DE SOMER, P.; P. VAN DIJCK. **A preliminar report on antibiotic number 899**. Antibiot. Chemother. v.5, p.632-639. 1955. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19562701718>. Acesso em: 29 dez. 2020.

DHAMODHARAN, K.; KUMAR, V.; KALAMDHAD, A. S. Effect of different livestock dungs as inoculum on food waste anaerobic digestion and its kinetics. **Bioresource Technology**, v.180, p. 237–241,
2015. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.12.066.

DI GIAMBATTISTA, M.; CHINALI, G.; COCITO, C. The molecular basis of the inhibitory activities of type A and type B synergimycins and related antibiotics on ribosomes. The Journal of antimicrobial chemotherapy, v. 24, n. 4, p. 485-507, 1989. https://doi.org/10.1093/jac/24.4.485.

EL-MASHAD, H. M.; VAN LOON, W. K.; ZEEMAN, G.; BOT, G. P.; & LETTINGA, G. Effect of inoculum addition modes and leachate recirculation on anaerobic digestion of solid cattle manure in an accumulation system. **Biosystems Engineering**, v. 95, n. 2, p. 245-254, 2006. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2006.06.006.

EMBRAPA. **Anuário leite 2019**. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ESTEVEZ, M. M.; SAPCI, Z.; LINJORDET, R.; SCHNÜRER, A.; MORKEN, J. Semi-continuous anaerobic co-digestion of cow manure and steam-exploded Salix with recirculation of liquid digestate. **Journal of Environmental Management**, v. 136, p. 9–15, 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.028.

FAGUNDES, G. M.; BENETEL, G.; WELTER, K. C.; MELO, F. A.; MUIR, J. P., CARRIERO, M. M.; SOUZA, R. L. M.; MEO-FILHO, P.; FRIGHETTO, R. T. S.; BERNDT A.; BUENO, I. C. S**.** Tannin as a natural rumen modifier to control methanogenesis in beef cattle in tropical systems: Friend or foe to biogas energy production?. **Research in Veterinary Science**, v.132, p. 82–93, 2020. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.05.010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO STAT** - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Acesso em 18 mai. 2021.

FENG, L.; CASAS, M. E.; OTTOSEN, L. D. M.; MØLLER, H. B.; BESTER, K. Removal of antibiotics during the anaerobic digestion of pig manure. **Science of**

The Total Environment, 603-604, p. 219–225, 2017. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.280.

FERNANDES, L. B.; D'AUREA, A. P.; FERNANDES, L. F. The technology of organic additive Fator P® replaces the use of growth promoters in cattle feedlot diet with 90% of concentrate. In: **Proceedings of XXII International Congress of Mediterranean Federation for Health and Production of Ruminants**, 2015, p. 267. Sassari, Italy: Università degli Studi di Sassari.

FERNANDES, L. B.; FRANZOLIN, R. Suplementação mineral-proteica com e sem uso de aditivo para bovinos de corte em pastagem tropical. **Archivos Latino Americanos de Producción Animal**, v. 21, n. 4, p. 207-213, 2013.

FERREIRA, L. E. A aplicação da biotecnologia no desenvolvimento de aditivos para aumentar a produção de ruminantes. **Revista Safra**, Goiânia. 2018. Disponível em: <http://revistasafra.com.br/31392-2/>. Acesso em: 04 ago. 2021.

FERREIRA, L. M. S. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros com e sem separação da fração sólida**. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Jaboticabal, 2013.

FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do Tratamento Anaeróbio. Cap. 2. In: CAMPOS, J.R. (coord.). **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. PROSAB, Rio de Janeiro, p. 29-52. (1999). Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em 19 jun. 2020.

GERARDI, M. H. **The microbiology of anaerobic digesters**. New Jersey, United States: John Wiley and Sons Inc.; 2003.

GONZALES, E.; DE CARVALHO MELLO, H. H.; CAFÉ, M. B. Uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação e produção animal. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, 2012.

GUERI, M. V. D.; DE SOUZA, S. N. M.; KUCZMAN, O.; SCHIRMER, W. N.; BURATTO, W. G.; RIBEIRO, C. B.; & BESINELLA, G. B. Digestão anaeróbia de resíduos alimentares utilizando ensaios bmp. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 1, p. 08-16, 2018. https://doi.org/10.5380/biofix.v3i1.55831.

GU, Y.; CHEN, X.; LIU, Z.; ZHOU, X.; ZHANG, Y. Effect of inoculum sources on the anaerobic digestion of rice straw. **Bioresource Technology**, v. 158, p. 149-155, 2014. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.02.011.

GUO, J.; OSTERMANN, A.; SIEMENS, J.; DONG, R.; & CLEMENS, J. Short term effects of copper, sulfadiazine and difloxacin on the anaerobic digestion of pig manure at low organic loading rates. **Waste Management**, v. 32, n. 1, p. 131-136, 2012. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.031.

HASHIMOTO, A. G.; VAREL, V. H.; CHEN, Y. R. Ultimate methane yield from beef cattle manure: effect of temperature, ration constituents, antibiotics and manure

age. **Agricultural Wastes**, v. 3, n. 4, p. 241-256, 1981. https://doi.org/10.1016/0141-4607(81)90011-1.

HILPERT, R.; WINTER, J.; KANDLER, O. Agricultural feed additives and disinfectants as inhibitory factors in anaerobic digestion. **Agricultural Wastes**, v. 10, n. 2, p. 103-116, 1984. https://doi.org/10.1016/0141-4607(84)90010-6.

HIRANO, M. Y.; SILVA, C. L. Análise da viabilidade do uso de biogás gerado a partir de dejetos bovinos em microturbinas para fins de geração, cogeração e trigeração de energia. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 1, p. 28-41. 2014.Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/783>. Acesso em: 27 ago. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral do Leite**. Rio de Janeiro, RJ, 2019a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1086>. Acesso em 18 mai. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal.** Rio de Janeiro, RJ, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/74>. Acesso em 18 mai. 2021.

INCE, B.; COBAN, H.; TURKER, G.; ERTEKIN, E.; & INCE, O. Effect of oxytetracycline on biogas production and active microbial populations during batch anaerobic digestion of cow manure. **Bioprocess and biosystems engineering**, v. 36, n. 5, p. 541-546, 2013. https://doi.org/10.1007/s00449-012-0809-y.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnósticos dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas. Relatório de Pesquisa, setembro, 2012. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15493&catid=222&Itemid=7>. Acesso em: 28 set. 2021.

JOUANY, J.P.; MORGAVI, D. P. Use of ‘natural’products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. **Animal**, v. 1, n. 10, p. 1443-1466, 2007. https://doi.org/10.1017/S1751731107000742.

KARLSSON, T.; KONRAD, Q.; LUMI, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, C. E.; KOCH, F. F.; PEDROSO, A. G. **Manual básico de biogás**. Lajeado: UNIVATES, 2014. 65p. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/71/pdf_71.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

KATO, M. T.; NETO, C.O.de A.; CHERNICHARO, C. A. de L.; FORESTI, E.; CYBIS, L. F. Configurações de Reatores Anaeróbios. Cap. 3. In: CAMPOS, J.R. (coord.). **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. PROSAB, Rio de Janeiro, p. 53-100. (1999). Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em 19 jun. 2020.

KEMPER, N. Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment. **Ecological indicators**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2008. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.06.002.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda., 1985. 492p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22KIEHL,%20E.%20J.%22>. Acesso em: 27 ago. 2019.

KUMAR, K.; GUPTA, S. C.; BAIDOO, S. K.; CHANDER, Y.; ROSEN, C. J. Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. **Journal of Environmental Quality**, v. 34, n. 6, p. 2082-2085, 2005. https://doi.org/10.2134/jeq2005.0026.

KUMAR, K.V.; SRIDEVI, V.; RANI, K.; SAKUNTHALA, M.; KUMAR, C.S. A review on production of biogas, fundamentals, applications its recent enhancing techniques. **Chemical Engineering**, v.57, p.14073-14079, 2013. Disponível em: <http://www.elixirpublishers.com/articles/1364981651_57%20(2013)%2014073-14079.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

LALLAI, A.; MURA, G.; ONNIS, N. The effects of certain antibiotics on biogas production in the anaerobic digestion of pig waste slurry. **Bioresource Technology**, v. 82, n. 2, p. 205–208, 2002. https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00162-6.

LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; DELEVATTI, LM, et al. Organic additives used in beef cattle feedlot: Effects on metabolic parameters and animal performance. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 5, p. 628-636, 2019. https://doi.org/10.1111/asj.13183.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Evaluation of the nutritional status of plants: principles and applications. Piracicaba**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 193p, 1989. Disponível em: https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19900737313. Acesso em: 27 ago. 2019.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/aditivos>. Acesso em: 27 ago. 2019.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. de. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte**: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 12 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120200/1/Nutricao-Animal-CAPITULO-07.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

MARCUCCI, M. T.; TOMA, H. S.; SANTOS, M. D. dos; ROMERO, J. V.; MONTEIRO TOMA, C. D.; CARVALHO, A. de M.; CAMARGO, L. M. de. Efeito do aditivo monensina sódica no metabolismo ruminal de bovinos de corte. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 22, p. 1-21, 2014.

MASIH-DAS, J.; TAO, W. Anaerobic co-digestion of foodwaste with liquid dairy manure or manure digestate: Co-substrate limitation and inhibition. **Journal of Environmental Management**, v. 223, n. May, p. 917–924, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.016.

MASSÉ, DANIEL I.; SAADY, NOORI M. CATA; GILBERT, YAN. Potential of biological processes to eliminate antibiotics in livestock manure: an overview. **Animals**, v. 4, n. 2, p. 146-163, 2014. https://doi.org/10.3390/ani4020146.

MASSÉ, D. I.; LU, D.; MASSE, L.; & DROSTE, R. L. Effect of antibiotics on psychrophilic anaerobic digestion of swine manure slurry in sequencing batch reactors. **Bioresource Technology**, v. 75, n. 3, p. 205-211, 2000. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00046-8.

MCCLARY, D. G.; AGUILAR, A. A.; GREEN, H. B.; MCGUFFEY, R. K.; MECHOR, G. D.; THOMAS, E. E.; & WILKINSON, J. I. Effect of Rumensin® on Health and Reproduction of Lactating Dairy Cows. **NADA**, v. 95, p. 735, 2008. Disponível em: <http://images.vancepublishing.com/pdfs/dairyherd/elanco_health_repro_TechTalk.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MIELE, M.; SILVA, M.; NICOLOSO, R.; CORRêA, J.; HIGARASHI, M.; KUNZ, A.; SANDI, A. Tratamento dos efluentes de usinas de biogás. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 31-46, 2015. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/964>. Acesso em: 27 Ago. 2019.

MITCHELL, S. M.; ULLMAN, J. L.; TEEL, A. L.; WATTS, R. J.; & FREAR, C. The effects of the antibiotics ampicillin, florfenicol, sulfamethazine, and tylosin on biogas production and their degradation efficiency during anaerobic digestion. **Bioresource Technology**, v. 149, p. 244-252, 2013. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.09.048.

MONTORO, S. B.; LUCAS JR, J.; SANTOS, D. F. L.; COSTA, M. S. S. M. Anaerobic co-digestion of sweet potato and dairy cattle manure: A technical and economic evaluation for energy and biofertilizer production. **Journal of Cleaner Production**, v. 226, p. 1082-1091, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.148.

MUNIR, M.; & XAGORARAKI, I. Levels of antibiotic resistance genes in manure, biosolids, and fertilized soil. **Journal of environmental quality**, 40(1), 248-255, 2011. https://doi.org/10.2134/jeq2010.0209.

NAKASIMA-LÓPEZ, M.; TABOADA-GONZÁLEZ, P.; AGUILAR-VIRGEN, Q.; VELÁZQUEZ-LIMÓN, N. Adaptación de Inóculos Durante el Arranque de la Digestión Anaerobia con Residuos Sólidos Orgánicos. **Información Tecnológica**, v. 28, n. 1, p. 199–208, 2017. https://doi.org/10.4067/s0718-07642017000100020.

NI, P.; LYU, T.; SUN, H.; DONG, R.; WU, S. Liquid digestate recycled utilization in anaerobic digestion of pig manure: Effect on methane production, system stability and heavy metal mobilization. **Energy**, v. 141, p. 1695–1704, 2017. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.107.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. Biosolids applied to land: advancing standards and practices. **National Academies Press**, 2012.

OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E.M. Uso de aditivos na nutrição de

ruminantes. **Revista eletrônica da veterinária**, v. 6, n. 11, 2005. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html> Acesso em: 27 ago. 2019.

OLIVEIRA, A. L. M.; DOS REIS COSTA, K.; FERREIRA, D. C.; MILANI, K. M. L.; DOS SANTOS, O. J. A. P.; SILVA, M. B.; ZULUAGA, M. Y. A. Aplicações da biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 3, n. 1, p. 56-77, 2014. http://dx.doi.org/10.5433/2316-5200.2014v3n1p56.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **A crescente ameaça da resistência antimicrobiana**. Opções de ação. 2012. Disponível em: <https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017 06/OMS_IER_PSP_2012.2_por.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2019.

ORRICO JUNIOR. M. A. P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos**. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2007.

OVCHINNIKOV, J. A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and íon channels. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 94, p. 321- 336, 1979. https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1979.tb12898.x.

PARANHOS, A. G. de O. **Efeitos da tilosina na digestão anaeróbia do resíduo avícola: produção de biogás, resistência a antibióticos e comunidade microbiana.** 182 p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

PASSOS, F.; ORTEGA, V.; DONOSO-BRAVO, A. Thermochemical pretreatment and anaerobic digestion of dairy cow manure: Experimental and economic evaluation. **Bioresource Technology**, v.227, p. 239–246, 2017. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.034.

POELS, J.; VAN ASSCHE, P.; VERSTRAETE, W. Effects of disinfectants and antibiotics on the anaerobic digestion of piggery waste. **Agricultural Wastes**, v. 9, n. 4, p. 239-247, 1984. https://doi.org/10.1016/0141-4607(84)90083-0.

RAJPUT, A. A.; SHEIKH, Z. Effect of inoculum type and organic loading on biogas production of sunflower meal and wheat straw. **Sustainable Environment Research**, v. 29, n. 1, 2019. https://doi.org/10.1186/s42834-019-0003-x.

RESENDE, J. A.; SILVA, V. L.; DE OLIVEIRA, T. L. R.; DE OLIVEIRA F., S.; DA COSTA CARNEIRO, J., OTENIO, M. H., & DINIZ, C. G. Prevalence and persistence of potentially pathogenic and antibiotic resistant bacteria during anaerobic digestion treatment of cattle manure. **Bioresource Technology**, v.153, p. 284–291, 2014. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.12.007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: https://www.R-project.org/ . 2017.

SANTANA, M. S. A. de; CARVALHO, E. C. de; CALLADO, N. H. Influence of the use of inoculum in the estimation of methane gas in organic waste in the landfill of the municipalities of agreste alagoano. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 10, n. 6, p. e0110615407, 2021. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15407.

SANTI, L. **Influência da adição de enzimas e microrganismos sobre a digestão anaeróbia de dejetos bovinos e suínos**. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2013.

SANTOS, I. A.; NOGUEIRA, L. G. H. Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia. **Revista Agroambiental**. Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 41-49, abr. 2012. http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v4n12012373.

SANZ, J. L.; RODRIGUEZ, N.; AMILS, Á. R. The action of antibiotics on the anaerobic digestion process. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 46, n. 5-6, p. 587-592, 1996. https://doi.org/10.1007/s002530050865.

SARMAH, A. K.; MEYER, M. T.; BOXALL, A. B. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. **Chemosphere**, v. 65, n. 5, p. 725-759, 2006. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.03.026.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Food analysis: chemical and biological methods. 3th ed, Viçosa, MG, v. 235, 166p, 2002.

SILVA, S. N. S.; CHABRILLAT, T.; KERROS, S.; GUILLAUME, S.; GANDRA, J. R.; DE CARVALHO, G. G. P.; DA SILVA, F.F.; MESQUITA, L.G.; GORDIANO, L.A.; CAMARGO, G.M.F.; RIBEIRO C.V. DI M.; DE ARAÚJO M.L.G.M.L.; ALBA, H.D.R; SILVA, R.D.G; & DE FREITAS JR, J. E. Effects of plant extract supplementations or monensin on nutrient intake, digestibility, ruminal fermentation and metabolism in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 275, p. 114886, 2021. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114886.

SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo.

SONG, W.; DING, Y.; CHIOU, C. T.; LI, H. Selected veterinary pharmaceuticals in agricultural water and soil from land application of animal manure. **Journal of Environmental Quality**, v. 39, n. 4, p. 1211-1217, 2010. https://doi.org/10.2134/jeq2009.0090.

SOUZA, F. M.; VIANA, E.; JAEGER, J. M. S.; CANDIANI, G.; SIMÕES, A. F.; FONSECA FILHO, H. Influência do inóculo na co-digestão anaeróbia de resíduos alimentares e grama. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.1, p.146-156, 2020. http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0014.

SPIELMEYER, A.; STAHL, F.; PETRI, M. S.; ZERR, W.; BRUNN, H.; & HAMSCHER, G. Transformation of sulfonamides and tetracyclines during anaerobic fermentation

of liquid manure. **Journal of Environment Quality**, v. 46, n. 1, 2017. https://doi.org/10.2134/jeq2016.04.0152.

SPIRITO, C. M.; DALY, S. E.; WERNER, J. J.; ANGENENT, L. T. Redundancy in anaerobic digestion microbiomes during disturbances by the antibiotic monensin. **Applied and Environmental Microbiology**, v.84, n.9, p. 1-18, 2018. https://doi.org/10.1128/AEM.02692-17.

SPISSO, B. F.; NÓBREGA, A. W. D.; MARQUES, M. A. S. Resíduos e contaminantes químicos em alimentos de origem animal no Brasil: histórico, legislação e atuação da vigilância sanitária e demais sistemas regulatórios. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, p. 2091-2106, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/16.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

SUN, W.; QIAN, X.; GU, J.; WANG, X. J.; & DUAN, M. L. Mechanism and effect of temperature on variations in antibiotic resistance genes during anaerobic digestion of dairy manure. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2016. https://doi.org/10.1038/srep30237.

TIETZ, C. M.; SOARES, P. R. H.; SANTOS, G. K. Produção de energia pela biodigestão anaeróbia de efluentes: o caso da bovinocultura. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, n.3, p. 15-29, 2013.

USEPA, U. S. Literature review of contaminants in livestock and poultry manure and implications for water quality. EPA 820-R-13–002, 2013.

VAKILI, A.R.; KHORRAMI, B.; DANESH, M.; PARAND, E. The effects of thyme and cinnamon essential oils on performance, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves consuming hogh concentrate diet. **The Asian-Australasian Journal Animal Science**, v.26, p.935-944, 2013. https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12636.

VAN EPPS, A.; BLANEY, L. Antibiotic residues in animal waste: occurrence and degradation in conventional agricultural waste management practices. **Current Pollution Reports**, v.2, n. 3, p. 135–155, 2016. https://doi.org/10.1007/s40726-016-0037-1.

VAREL, V. H.; HASHIMOTO, A. G. Methane production by fermentor cultures acclimated to waste from cattle fed monensin, lasalocid, salinomycin, or avoparcin. **Applied Environmental Microbiology**, v. 44, n. 6, p. 1415-1420, 1982. Disponível em: <https://aem.asm.org/content/44/6/1415.short>. Acesso em: 27 ago.

VAREL, V. H.; WELLS, J. E.; SHELVER, W. L.; RICE, C. P.; ARMSTRONG, D. L.; & PARKER, D. B. Effect of anaerobic digestion temperature on odour, coliforms and chlortetracycline in swine manure or monensin in cattle manure. **Journal of Applied Microbiology**, v. 112, n. 4, p. 705-715, 2012. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05250.x.

WALLACE, R. J.; MCEWAN, N. R.; MCINTOSH, F. M.; TEFEREDEGNE, B.; & NEWBOLD, C. J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 15, n. 10, p. 1458-1468, 2002. https://doi.org/10.5713/ajas.2002.1458.

WEI, Y. F.; YUAN, H. R.; WACHEMO, A. C.; LI, X. J. Anaerobic co-digestion of cattle manure and liquid fraction of digestate (LFD) pretreated corn stover: Pretreatment process optimization and evolution of microbial community structure. **Bioresource Technology**, v. 296, p. 122282, 2020. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122282.

WELLINGER, A.; MURPHY, J. D.; BAXTER, D. (eds.). The biogas handbook: science, production and applications. Cambridge, UK. IEA Bioenergy, 464p. 2013.

XIAO, L.; WANG, Y.; LICHTFOUSE, E.; LI, Z.; KUMAR, P. S.; LIU, J.; FENG, D.; YANG, Q.; LIU, F. Effect of antibiotics on the microbial efficiency of anaerobic digestion of wastewater: A Review. **Frontiers Microbiology**, v.11, 2021. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.611613.

XIN, K. E.; WANG, C. Y.; LI, R. D.; & ZHANG, Y. Effects of oxytetracycline on methane production and the microbial communities during anaerobic digestion of cow manure. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1373-1381, 2014. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60683-8.

YADVIKA; SANTOSH; SREEKVISHMAN, T. R.; SANGEETA KOHLI; VINEET RANA. Enhancement of biogas production from solids substrates using different techniques – a review. **Bioresource Technology**, v. 95, p. 1-10, 2004. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.010.

YANG, Y.; HUANG, W.; HUANG, W. Antibiotic inhibition on anaerobic digestion of animal manure and controlling strategies: a short review. CLEAN–Soil, Air, Water, v. 47, n. 1, p. 1700653, 2019. https://doi.org/10.1002/clen.201700653.

YOUNGQUIST, C. P.; MITCHELL, S. M.; COGGER, C. G. Fate of antibiotics and antibiotic resistance during digestion and composting: a review. **Journal of Environmental Quality**, v. 45, n. 2, p. 537-545, 2016. https://doi.org/10.2134/jeq2015.05.0256.