

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 20/04/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CODIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS
NA PROMOÇÃO DA SAÚDE ÚNICA

Paula Maria Pilotto Branco
Médica Veterinária

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CODIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS
NA PROMOÇÃO DA SAÚDE ÚNICA**

Paula Maria Pilotto Branco

Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral

**Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Câmpus de Jaboticabal,
como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutora em
Medicina Veterinária (Medicina
Veterinária Preventiva)**

B816c Branco, Paula Maria Pilotto
Codigestão de dejetos bovinos leiteiros na promoção da saúde
única / Paula Maria Pilotto Branco. – – Jaboticabal, 2017
xvii, 56 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Luiz Augusto do Amaral
Banca examinadora: Max Ternero Cangani, Juliana Bega
Junqueira, Karina Paes Bürger, Angela Cleusa de Fátima Banzatto de
Carvalho
Bibliografia

1. Caldo de cana-de-açúcar. 2. *Escherichia coli*. 3. Helmintos. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:614.9:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CODIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS NA PROMOÇÃO DA
SAÚDE ÚNICA

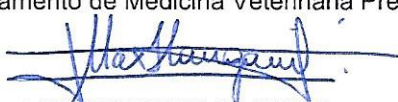
AUTORA: PAULA MARIA PILOTTO BRANCO

ORIENTADOR: LUIZ AUGUSTO DO AMARAL

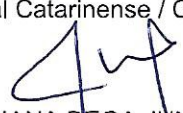
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em MEDICINA
VETERINÁRIA, área: MEDICINA VETERINARIA PREVENTIVA pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUIZ AUGUSTO DO AMARAL
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV/UNESP/Jaboticabal



Prof. Dr. MAX TERNERO GANGANI
Instituto Federal Catarinense / Camboriú/SC



Profa. Dra. JULIANA BEGA JUNQUEIRA
Zootecnista Autônoma / Jaboticabal/SP



Profa. Dra. KARINA PAES BÜRGER
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV/UNESP/Jaboticabal



Profa. Dra. ANGELA CLEUSA DE FATIMA BANZATTO DE CARVALHO
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV/UNESP/Jaboticabal

Jaboticabal, 20 de abril de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Paula Maria Pilotto Branco – nascida no dia 10 de Junho de 1986, no Município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, filha de Eni Garcia de Freitas e Mario Cesar Pilotto Branco. Ingressou em 2006 no curso de graduação em Medicina Veterinária pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Campo Grande, e concluiu o curso no ano de 2010. No mesmo ano realizou o estágio obrigatório no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, sob supervisão do Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior. Em 2011 foi aprovada no curso de Mestrado do Programa de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior, com bolsa concedida pelo CNPq. Obteve o título de Mestre em Zootecnia em Julho de 2013. Em Agosto de 2013 iniciou o curso de Doutorado do Programa de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral, com bolsa concedida pela CAPES.

Dedico,
Ao meu pai, Mário Pilotto, e meu irmão, Paulo
Garcia, por todo apoio e incentivo.
A minha avó, Fausta Ferreira, maior exemplo
de luta e força à nossa família.
As minhas estrelas mais lindas, minha mãe, Eni
Garcia, e meu avô, Orozimbo Garcia, por
continuarem acompanhando e guiando meus
passos. Saudades eternas!

AGRADECIMENTOS

A conclusão de mais uma etapa na vida acadêmica não teria sido possível sem a colaboração, incentivo e empenho de diversas pessoas. Por isso, quero expressar minha imensa gratidão a cada um que de alguma forma contribuiu para essa conquista.

Em especial, ao Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral, meu querido orientador e companheiro de trabalho. A ele não há agradecimentos suficientes, que expressem minha gratidão. A quem sou extremamente grata por ter me dado a oportunidade de integrar o seu grupo de orientados, por compartilhar seus conhecimentos e experiências de vida. Obrigada não apenas pela orientação, mas sobretudo pela compreensão e amizade.

Ao Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior, quem abriu as portas dessa Faculdade para mim na ocasião do estágio obrigatório, por me orientar no Mestrado e pelas colaborações no Doutorado.

Aos integrantes da banca de qualificação, Prof. Dr. Luís Antônio Mathias e Profa. Dra. Karina Paes Bürger, e de defesa, Profa. Dra. Angela Cleusa de Fátima Banzatto de Carvalho, Profa. Dra. Karina Paes Bürger, Prof. Dr. Max Ternero Cangani e Dra. Juliana Bega Junqueira, pelas contribuições para a elaboração da tese.

Aos demais professores da graduação na FAMEZ/UFMS e da pós-graduação na FCAV/UNESP, que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

Aos funcionários dos Deptos. de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal e Engenharia Agrícola, que além do apoio no trabalho me deram a honra de partilhar da sua amizade.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos em Jaboticabal, Aline, Max, Juliana, Maria Fernanda, Lívia e Ricardo. Obrigada principalmente pelo apoio nos momentos difíceis, com vocês eles se tornaram mais leves.

Ao meu namorado, Leandro Brito, por estar ao meu lado desde o início dessa caminhada, por aceitar e apoiar minhas escolhas.

A CAPES pela bolsa concedida e ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
INTRODUÇÃO.....	18
REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1 Produção de dejetos na bovinocultura leiteira.....	19
1.1 Impactos ambientais gerados pelos dejetos – no solo, água e ar.....	20
2 Biodigestão anaeróbia.....	22
2.1 Codigestão.....	23
2.1.1 Caldo de cana-de-açúcar.....	24
3 Biorremediadores.....	25
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 – AÇÃO DA ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> E PRESENÇA DE <i>E. COLI</i> SHIGATOXIGÊNICAS, DURANTE O PROCESSO DE CODIGESTÃO ANAERÓBIA.....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE BIOGÁS E REDUÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS PELA CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS COM E SEM ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIORREMEDIADOR.....	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	54
INTRODUÇÃO.....	55
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	67
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72

CODIGESTÃO DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS NA PROMOÇÃO DA SAÚDE ÚNICA

RESUMO - Os objetivos do estudo foram avaliar a qualidade do efluente quanto a dinâmica da população de *Escherichia coli*, presença de *E. coli* shigatoxigênicas e eliminação de ovos de helmintos. Além de avaliar a produção e os potenciais de produção de biogás pelo processo de codigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos leiteiros com e sem adição de 7% de caldo de cana-de-açúcar e biorremediador. Para o ensaio 1, foram utilizados dez biodigestores bateladas divididos em dois tratamentos, dejetos sem caldo de cana-de-açúcar (DSC) e dejetos com caldo (DCC), com tempo de retenção hidráulica (TRH) foi de 90 dias. O ensaio 2, foi realizado concomitante ao primeiro, com a mesma distribuição de tratamentos, para o monitoramento periódico da dinâmica da população *E. coli* e presença *E. coli* shigatoxigênicas, do pH e da acidez volátil. Para tanto, foram abastecidos mais 36 biodigestores bateladas, construídos de garrafas de material plástico de um litro, sendo analisadas duas repetições por tratamento a cada dez dias. As reduções das populações de *E. coli* foram significativas no DSC (60 dias) e no DCC (20 dias). Para *E. coli* shigatoxigênicas ocorreu em um período mais curto, 40 dias no DSC e menos de 10 dias no DCC. Posteriormente, foram realizados mais dois ensaios para avaliar a produção e potencial de produção de biogás e contagem de ovos de helmintos. Foram utilizados 20 biodigestores bateladas, com tempo de retenção hidráulica (TRH) de 90 dias, para cada ensaio. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2 representados pelo biorremediador (com e sem adição) e caldo (com e sem adição). Os tratamentos que tiveram adição de caldo de cana-de-açúcar apresentaram menores médias de produção de biogás, quando comparado aos tratamentos que não tiveram a sua inclusão. Ainda com relação a qualidade do efluente, houve redução de 100% de ovos de helmintos para todos os tratamentos. Portanto, os ensaios demonstraram que a dose de caldo de cana utilizada (7%), mostrou-se muito relevante sob o ponto de vista de sanitização, com a potencialização da redução e inativação da população de *E. coli* e *E. coli* shigatoxigênicas (*stx2* e *eae*) em dejetos de bovinos leiteiros. Entretanto, levou a instabilidade do processo de codigestão anaeróbia para produção de biogás. O período de 90 dias de codigestão anaeróbia foi eficaz na eliminação de ovos nematoides gastrointestinais, em todos os substratos analisados.

Palavras-chave: Caldo de cana-de-açúcar, *Escherichia coli*, Helmintos, Produção de biogás, Tratamento de dejetos

ANAEROBIC CODIGESTION OF THE DAIRY CATTLE WASTE TO IMPROVE ONE HEALTH

ABSTRACT - The objectives of the study were to evaluate the effluent quality in a dynamic situation of the *Escherichia coli* population, the presence of *E. coli shigatoxigenic* and the elimination of helminth eggs. In addition, evaluating the production and potential of biogas production by the process of anaerobic codigestion of the waste of dairy cattle with and without addition of 7% of sugarcane broth and bioremediator. For test 1, ten batch biodigesters were divided in two treatments, with no sugarcane broth (W) and waste with sugarcane broth (WWSC), with hydraulic retention time (HRT) of 90 days. Experiment 2 was carried out concomitantly with the first one, it had the same distribution of treatments, to realize the periodic monitoring of dynamic population of *E. coli* and presence of *E. coli shigatoxigenic*, pH and volatile acidity. To this end, 36 batch biodigesters were used, consisting of bottles of one liter plastic material, and two replicates per treatment were analyzed every ten days. Reductions of *E. coli* populations were significant in W (60 days) and in WWSC (20 days). For *E. coli shigatoxigenic* occurred in a shorter period, 40 days in W and less than 10 days in WWSC. Subsequently, two more tests were carried out to evaluate the production and potential of biogas production and helminths egg counting. 20 batch biodigesters with 90 days hydraulic retention time (HRT) were used for each test. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 2x2 factorial arrangement represented by the bioremediator (with and without addition) and broth (with and without addition). The treatments that had sugarcane broth addition had lower biogas production averages when compared to the treatments that did not have sugarcane broth inclusion. Still referring to the effluent quality, there was a reduction of 100% of helminth eggs for all treatments. Therefore, the experiments showed that the dose of sugarcane broth used (7%) was very relevant from the point of view of sanitization, with the potentiation of the reduction and inactivation of the *E. coli* and shigatoxigenic *E. coli* populations (*stx₂* and *eae*) in dairy cattle waste. However, it led to the instability of the anaerobic codigestion process for biogas production. The 90 days period of anaerobic codigestion was effective in the elimination of gastrointestinal nematode eggs in all substrates analyzed.

Keywords: Sugarcane broth, *Escheriachia coli*, Helminths, Biogas production, Waste treatment

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV: Ácidos graxos voláteis
AV: Acidez volátil
CH₄: Metano
cm: Centímetro
CO₂: Dióxido de carbono
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNA: Ácido desoxirribonucleico
dNTP: Desoxirribonucleotídeos Fosfatados
EDTA: Ácido etilenodiamino tetra-acético
EHEC: *Escherichia coli* enterohemorrágica
FDN: Fibra em detergente neutro
g: Grama
g⁻¹: Por grama
GEES: Gases de efeito estufa
HC: Colite hemorrágica
HCl: Ácido clorídrico
HUS: Síndrome hemolítico-urêmico
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KCl: Cloreto de potássio
Kg: Kilograma
L: Litro
LDT: Limite de detecção da técnica
MCT: Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MgCl₂: Cloreto de magnésio
mg L⁻¹: Miligrama por litro
mL: Mililitro
mM: Milimol
MS: Matéria seca
N₂O: Óxido nitroso

NMP: Número mais provável

Ovos g⁻¹ ST: Ovos por grama de sólidos totais

pb: Pares de base

PCR: Reação em cadeia da polimerase

pH: Potencial hidrogeniônico

pmol: Picomoles

Ps: Peso seco

Pu: Peso úmido

SDA: Secretaria de defesa agropecuária

ST: Sólidos totais

STEC: *Escherichia coli* shigatoxigenica

SV: Sólidos voláteis

Ton: Toneladas

TRH: Tempo de retenção hidráulica

UFC: Unidade formadora de colônias

UFC mL⁻¹: Unidade formadora de colônia por mililitro

USEPA: United States Environmental Protection Agency

UV: Ultravioleta

μL: Microlitro

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 2. AÇÃO DA ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> E PRESENÇA DE <i>E. COLI</i> SHIGATOXIGÊNICAS, DURANTE O PROCESSO DE CODIGESTÃO ANAERÓBIA.....	33
FIGURA 1. Planta baixa (a), vista lateral (b) e corte transversal (c) dos biodigestores de bancada (cm).....	38
FIGURA 2. Dinâmica das populações de <i>E. coli</i> (UFC mL ⁻¹) e variação do potencial hidrogeniônico (pH), para dejetos sem caldo (DSC) e dejetos com caldo (DCC), durante o período de 90 dias.....	41
FIGURA 3. Dinâmica das populações de <i>E. coli</i> (UFC mL ⁻¹) e variação das concentrações de ácidos voláteis (AV mg L ⁻¹), para dejetos sem caldo (DSC) e dejetos com caldo (DCC), durante o período de 90 dias.....	42
FIGURA 4. Produtos da amplificação dos genes <i>stx2</i> e <i>eae</i> com 807 e 570 pb, respectivamente. 1T0 a 1T90 (DSC) e 2T0 a 2T90 (DCC) durante os 90 dias de experimento. PM: padrão de tamanho molecular 1Kb plus (Invitrogen).....	44
CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DE BIOGÁS E REDUÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS PELA CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS COM E SEM ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIORREMEDIADOR.....	53
FIGURA 1. Planta baixa (a), vista lateral (b) e corte transversal (c) dos biodigestores de bancada (cm).....	58
FIGURAS 2. Interação dos fatores biorremediador vs caldo para as variáveis ST <i>adc</i> e <i>red</i>	61

FIGURAS 3.	Interação dos fatores biorremediador vs caldo para as	
a, b	variáveis SV adc e red.....	62
FIGURAS 4.	Interação dos fatores biorremediador vs caldo para as	
a, b	variáveis Pot prod ST adc ⁻¹ e red ⁻¹	64

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
TABELA 1. Composição bromatológica da cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>), em porcentagem da matéria seca.....	24
CAPÍTULO 2 AÇÃO DA ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> E NA PRESENÇA DE <i>E. COLI</i> SHIGATOXIGÊNICAS, DURANTE O PROCESSO DE CODIGESTÃO ANAERÓBIA.....	33
TABELA 1. Componentes dos substratos utilizados para o abastecimento e composição química dos diferentes tratamentos dos biodigestores bateladas.....	38
TABELA 2. Sequências dos oligonucleotídeos iniciadores específicos utilizados para a identificação dos genes <i>stx1</i> , <i>stx2</i> e <i>eae</i>	39
TABELA 3. Dinâmica da população de <i>E. coli</i> (UFC), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez volátil (AV), durante 90 dias de experimento.....	40
CAPÍTULO 3 PRODUÇÃO DE BIOGÁS E REDUÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS PELA CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS LEITEIROS COM E SEM ADIÇÃO DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIORREMEDIADOR.....	53
TABELA 1. Componentes dos substratos utilizados para o abastecimento e composição química dos diferentes tratamentos dos biodigestores bateladas.....	58
TABELA 2. Componentes dos substratos utilizados para o abastecimento dos diferentes tratamentos dos biodigestores bateladas.....	60

TABELA 3.	Variáveis sólido total e volátil adicionados e reduzidos em função dos fatores biorremediador (bio) vs caldo.....	61
TABELA 4.	Percentual de redução para ST e SV, para todos os tratamentos.....	62
TABELA 5.	Variáveis de produção e potencial de produção de biogás em função dos fatores biorremediador vs caldo....	63
TABELA 6.	Variação da contagem de ovos de helmintos, nos diferentes tratamentos, para o abastecimento dos biodigestores bateladas.....	65

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas questões ligadas à escassez de suprimentos necessários à vida tem se tornado cada vez mais presentes nos debates políticos e econômicos, entre elas está a possível falta de alimentos. Segundo a FAO (2015) cerca de 805 milhões de pessoas no mundo não têm alimento suficiente para levar uma vida saudável e ativa. Essa realidade, acrescida dos eventos climáticos, do crescimento populacional e econômico esperado em diversas regiões do mundo fazem retornar o debate sobre a incapacidade de oferta de alimentos.

Diante desse cenário, a necessidade por alimento demanda intensificação na produção, o que gera problemas sanitários provenientes dos dejetos. A sua deposição inadequada no ambiente tem reflexos na saúde única, ou seja, na saúde humana, animal e ambiental.

Os ruminantes, em especial os bovinos, são os principais reservatórios de *Escherichia coli* shigatoxigênicas (STEC), eliminando-as por meio de suas fezes, que de maneira direta ou indireta contribuem para a intensificação dos agravos à saúde pública, tendo em vista o seu alto grau de infectividade para os seres humanos.

Vale ressaltar, que as fezes desses animais também podem ser um meio de disseminação de parasitas, como os nematódeos, dando a possibilidade da continuação do ciclo biológico ao serem descartados no solo, afetando assim a saúde animal. Destaca-se ainda os transtornos ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa, principalmente o gás carbônico e o metano, por meio da fermentação e decomposição da matéria orgânica presente nos dejetos.

Embora diversos estudos (HORANA et al., 2004; LANG; SMITH, 2008; PANDEY; SOUPIR, 2011; MANYI-LOH et al., 2014) comprovem a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia quanto à redução de micro-organismos indicadores de poluição fecal, pouco se sabe sobre o potencial de contaminação ambiental por agentes patogênicos pós-tratamento.

Com a finalidade de auxiliar na biodegradação dos resíduos, pode-se utilizar a associação com outros substratos, como o caldo de cana-de-açúcar, então

denominada codigestão. Esse tipo de tecnologia tem por finalidade acelerar o processo de degradação e, ainda, pode ser uma alternativa viável em função das suas propriedades aditivas. Outra prática a ser considerada é a biorremediação, que consiste em um processo de aceleração da transformação dos poluentes em produtos menos tóxicos.

Sendo assim, compreende-se que ao investigar o potencial de redução de micro-organismos indicadores é fundamental que seja analisada também a presença de genes patogênicos de *E. coli*. Não menos importante é o estudo da codigestão entre o dejetos e o caldo de cana-de-açúcar, associados aos biorremediadores. Diante deste cenário, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência da codigestão no tratamento de dejetos de bovinos leiteiros, quanto ao seu impacto na saúde única.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.; LIDÉN, G. Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production. **Biomass Bioenerg.**, v. 33, n. 3, p. 527-533, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.012>>
- AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A.; LUCAS JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, A. A.; FERREIRA, D. S.; MACHADO, M. R. F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000600035>>
- ANTUNES, L.; VIEIRA, J. N.; PEREIRA, C. P.; BASTOS, C. G. G.; NAGEL, A. S.; VILLELA, M. M. Parasitos em hortaliças comercializadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Cienc. Med. Biol.**, v. 12, n. 1, p. 45-49, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v12i1.6543>>
- ANUALPEC - ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. **Agra FNP Pesquisas Ltda.** 272p. São Paulo. 2016.
- ATLAS, R. M. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. **Microbiol. Rev.**, v. 45, n. 1, p. 180-209, 1981.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 46, n. 10, p. 1-12, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>>
- BOLTON, D. J., BYRNE, C. M., SHERIDAN, J. J., MCDOWELL, D. A., BLAIR, I. S., The survival characteristics of a non-toxigenic strain of *Escherichia coli* O157:H7. **J. Appl. Microbiol.**, v. 86, n. 3, p. 407-411, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00677.x>>
- BORDIN, R. A.; PEREIRA, C. A. D.; EBOLI, M.; ARTILHEIRO, R.; FREITAS, C. A produção de dejetos e o impacto ambiental da suinocultura. **Rev. Cienc. Vet.**, v. 3, p. 1- 4, 2005.
- CAÑON-FRANCO, W. A.; HENAO-AGUDELO, R. A.; PÉREZ-BEDOYA, J. L. Recovery of gastrointestinal swine parasites in anaerobic biodigester systems. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 249-253, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612012000300013>>
- COLEN, F. **Potencial energético do caldo de cana-de-açúcar como substrato em reator UASB**. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CORDAZZO, J. **Modelagem e simulação numérica do derramamento de gasolina acrescida de álcool em águas subterrâneas**. 120 f. 2000. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DOWNEY, N. E.; MOORE, J. F. Trichostrongylid contamination of pasture fertilized with cattle slurry. **Vet. Rec.**, v. 101, n. 24, p. 487-488, 1977.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Avaliação Biológica de Viroses em Plantas Matrizes e Mudas de Batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Circular técnica. Pelotas-RS Outubro, 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30878/1/Circular-75.pdf>>

FAO - **State of Food Insecurity in the World**. FAO. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofi/en>>

FERNÁNDEZ, A.; SÁNCHEZ, A.; FONT, X. Anaerobic co-digestion of a simulated organic fraction of municipal solid wastes and fats of animal and vegetable origin. **Biochem. Eng. J.**, v. 26, n. 1, p. 22-28, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2005.02.018>>

FREMAUX, B.; PRIGENT-COMBARET, C.; VERNOSY-ROZAND, C. Long-term survival of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle effluents and environment: An updated review. **Vet. Microbiol.**, v. 132, n. 1-2 p. 1–18, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.05.015>>

FURLONG, J.; PADILHA, T. Viabilidade de ovos de nematódeos gastrintestinais de bovinos após passagem em biodigestor anaeróbico. **Cienc. Rural**, v. 26, n. 2, p. 269-271, 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781996000200017>>

GARCIA JUNIOR, L. C.; PIRES, M. V., CUNHA, D. A. Biodigestores para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa pela bovinocultura na região sudeste, Brasil. **REA**, v. 14, n. 1-2-3, p. 139-165, 2016.

GAYLARDE, C. C.; BELLINASO, M. L.; MANFIO, G. P. Aspectos biológicos e técnicas da biorremediação de xenobióticos. **Biotechnol. Cienc. Desenvol.**, v. 8, n. 34, p. 36-43, 2005.

GENEROSO, F. B. **Quantificação e caracterização de dejetos produzidos em propriedade com exploração leiteira para uso em biodigestores e reciclagem de nutrientes**. 66p. (Trabalho apresentado para obtenção de graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Manole; 2011.

GUYOT, G. **Climatologie de L'environnement**: de la plante aux écosystèmes. [S.l.]: Ed. Masson, 1997. 505p.

HILBORN, E. D.; MERMIN, J. H.; MSHAR, P. A.; HADLER, J. L.; VOETSCH, A.; WOJTKUNSKI, C.; SWARTZ, M.; MSHAR, R.; LAMBERT-FAIR, M.A., FARRAR, J. A.; GLYNN, M. K.; SLUTSKER, L. A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with consumption of mesclun lettuce. **Arch. Intern. Med.** v. 159, n. 15, p. 1758-1764, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1001/archinte.159.15.1758>>

HOLM-NIELSEN, J. B.; AL SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. **Bioresour. Technol.**, v. 100, n. 22, p. 5478-5484, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.046>>

HORANA, N. L.; FLETCHER, L.; BETMALA, S. M.; WILKSB, S. A.; KEEVILB, C. W. Die-off of enteric bacterial pathogens during mesophilic anaerobic digestion. **Water Res.**, v. 38, n. 5, p. 1113-1120, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2003.12.004>>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. v. 39. Brasil, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf>.

KINYUA, M. N.; ROWSE, L. E.; ERGAS, S. J. Review of small-scale tubular anaerobic digesters treating livestock waste in the developing world. **Renew. Sust. Energy Rev.**, v. 58, p. 896-910, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.324>>

LANG, N. L.; SMITH, S. R. Time and temperature inactivation kinetics of enteric bacteria relevant to sewage sludge treatment processes for agricultural use. **Water Res.**, v. 42, n. 8-9, p. 2229-2241, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2007.12.001>>

MACIEL, D. F.; GONÇALVES, R. G.; MACHADO, E. R. Ocorrência de parasitos intestinais em hortaliças comercializadas em feiras no Distrito Federal, Brasil. **Rev. Patol. Trop.**, v. 43, n. 3, p. 351-359, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5216/rpt.v43i3.32216>>

MANYI-LOH, C. E.; MAMPHWELI, S. N.; MEYER, E. L.; OKOH, A. I.; MAKAKA, G.; SIMON, M. Inactivation of Selected Bacterial Pathogens in Dairy Cattle Manure by Mesophilic Anaerobic Digestion (Balloon Type Digester). **Int. J. Environ. Res. Public Health.**, v. 11, n. 7, p. 7184-7194, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph110707184>>

MATOS, A. T. **Poluição ambiental. Impactos no meio físico**. 1ª edição. Viçosa, MG: ed. UFV, 2010.

MATOS, A. T. **Tratamento de resíduos agroindustriais. Fundação Nacional do Meio Ambiente.** 2005. 34p. Disponível em: <[http://www.ufv.br/dec/simea/apresentacoes/CursoMatosFEAM 2005.pdf](http://www.ufv.br/dec/simea/apresentacoes/CursoMatosFEAM%202005.pdf)>.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000 *apud* PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2006.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil.** Brasília: MCTI, 2013.

NÚÑEZ, S. F.; URRUTIA, S. F.; URCELAY, V. S.; OVIEDO, H. P. Microbiological and parasitological study in swine manure treated by anaerobic biodigestion. **Av. Cs. Vet.** v. 2, n. 1, p. 37-41, 1987.

O'BRIEN, A. D.; KAPER, J. B. Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: yesterday, today and tomorrow. In: Kaper, J.B., O'-Brien, A.D. (Eds.), **Escherichia coli O157:H7 and Other Shiga Toxin-producing E. coli Strains.** ASM Press, Washington, D.C., 1998.

OLIVEIRA, D. M.; NOVAES, B. C. B.; LUCENA, V. B.; SOUZA, T. S.; BARROS, N. C. L.; DIAS, S. S.; SILVA, D. L.; CORREA, R. S. Perfil parasitológico do cheiro verde comercializado em feiras livres de Imperatriz – MA. **Bio. Amaz.**, v. 6, n. 2, p. 123-126, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p123-126>>

ORRICO, A. C. A.; LOPES, W. R. T.; MANARELLI, D. M.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; SUNADA, N. S. Codigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos leiteiros e óleo de descarte. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 537-545, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430>>

ORZI, V.; CADENA, E.; D'IMPORZANO, G.; ARTOLA, A.; DAVOLI, E.; CRIVELLI, M.; ADANI, F. Potential odour emission measurement in organic fraction of municipal solid waste during anaerobic digestion: relationship with process and biological stability parameters. **Bioresour. Technol.**, v. 101, n. 19, p. 7330–7337, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.04.098>>

PANDEY, P. K.; SOUPIR, M. L. *Escherichia coli* inactivation kinetics in anaerobic digestion of dairy manure under moderate, mesophilic and thermophilic temperatures. **AMB Express**, v. 1, n. 18, p. 1-10, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/2191-0855-1-18>>

PAULA, A. N. **Biogás: O combustível do futuro.** Dissertação (Mestrado em Fontes Alternativas de Energia) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Cienc. Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000094>>

POHLMANN, M. **Levantamento de técnicas de manejo de resíduos da bovinocultura leiteira no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2000.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 3, p. 277-283, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300011>>

QUADROS, D. G.; OLIVER, A. P. M.; REGIS, U.; VALLADARES, R.; SOUZA, P. H. F.; FERREIRA, E. J. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos e ovinos em reator contínuo de PVC flexível. **Rev. Bras. Eng. Agríc Ambient.**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 326-332, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000300014>>

RILEY, L. W.; REMIS, R. S.; HELGERSON, S. D.; MCGEE, H. B.; WELLS, J.G., DAVIS, B. R.; HEBERT, R. J.; OLCOTT, E. S.; JOHNSON, L. M.; HARGRETT, N. T.; BLAKE, P. A.; COHEN, M. L. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. **N. Engl. J. Med.**, v. 308, n. 12, p. 681-685, 1983. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1056/NEJM198303243081203>>

SANTOS, R. B.; LIMA, A. K. C. Análise comparativa do biogás: processo em biodigestores e de aterro sanitário. **Rev. Eletr. Energ.**, v. 6, n. 1, p. 48-57, 2016.

SAHLSTRÖM, L., BAGGE, E., EMMOTH, E., HOLMQVIST, A., DANIELSSON-THAM, M. L., ALBIHN, A. A laboratory study of survival of selected microorganisms after heat treatment of biowaste used in biogas plants. **Bioresour. Technol.**, v. 99, n. 16, p. 7859-7865, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.071>>

SILVA NETO, H. F.; PAULI, F. A.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Porcentagem de sacarose aparente e potencial produtivo de açúcar em cultivares de cana. **Sci. Agropecu.**, v. 5, n. 1, p. 53-58, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.01.06>>

SILVEIRA, E. O.; SILVEIRA, F. B. F. Uma nova agricultura para um novo ambiente. **Rev. Eletr. Ciênc. Desenvol.**, v. 1, n. 1, 2015.

THURSTON-ENRIQUEZ, J. A.; GILLEY, J. E.; EGHBALL, B. Microbial quality of runoff following land application of cattle manure and swine slurry. **J. Water Health**, v. 3, n. 2, p. 157-171, 2005.

WANG, G., DOYLE, M. P. Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. **J. Food Prot.**, v. 61, n. 6, p. 662– 667, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4315/0362-028X-61.6.662>>

UMEBARA, T. **Microfiltração de caldo de cana: caracterização do caldo permeado e retentado**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES K. A.; ROCHA Jr., V. R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 239p.

XAVIER, C. A. N.; SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J. Digestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros: efeito da dieta e da adição de caldo de cana-de-açúcar. **Arch. Zootec.**, v. 65, n. 250, p. 131-138, 2016.

YAKUBU, M. B. Biological approach to oil spills remediation in the soil. **Afr. J. Biotechnol.**, Nigeria, v. 6, n. 24, p. 2735-2739, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5897/AJB2007.000-2437>>

ZHEN, G.; LU, X.; KATO, H.; ZHAO, Y.; LI, Y. Overview of pretreatment strategies for enhancing sewage sludge disintegration and subsequent anaerobic digestion: Current advances, full-scale application and future perspectives. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, v. 69, p. 559-577, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.187>>

CAPÍTULO 4 – Considerações finais

Como descrito no decorrer do trabalho, a intensificação da produção animal gera grande quantidade de dejetos e a sua deposição, *in natura*, pode levar a contaminação do solo, da água e do ar. Dessa forma, pode promover reflexos importantes sob os aspectos de saúde humana, saúde animal e saúde ambiental, o tripé indissociável que conceitua o termo saúde única.

É fundamental para garantir o equilíbrio entre o agente etiológico, o hospedeiro e o meio ambiente, e assim ter a manutenção da saúde, a ação de equipe multidisciplinar, incluindo o médico veterinário, para que se consiga a implementação de medidas de prevenção de doenças.

Os dejetos animais, em especial o bovino, podem conter inúmeros micro-organismos responsáveis por diversas zoonoses, como *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* e *Cryptosporidium parvum* e *Giardia lamblia*. Portanto, o conhecimento sobre a sobrevivência desses micro-organismos nos dejetos e formas de inativação são aspectos relevantes a serem conhecidos.

No aspecto de saúde humana é destacada a importância das *E. coli* shigatoxigenicas, visto que os bovinos são reservatórios naturais desses micro-organismos e os eliminam por meio de suas fezes. Este agente zoonótico, com alta viabilidade, uma vez depositado no ambiente, é de difícil controle, portanto, estratégias eficazes para limitar a sua propagação, incluindo o controle do reservatório bovino e práticas adequadas de gestão de efluentes agrícolas devem ser rigorosamente avaliadas.

O aumento de casos de doenças veiculadas por vegetais produzidos em terrenos adubados com esterco bovino, chama a atenção para se buscar solução para prevenção dessas enfermidades. Sendo assim, a melhor compreensão dos fatores que contribuem à sobrevivência desses micro-organismos a longo prazo no ambiente é uma questão importante que deve ser abordada, a fim de reduzir o impacto dos reservatórios ambientais como vias de transmissão da infecção.

Sob aspecto de saúde animal, vale ressaltar a importância do controle dos nematódeos, de forma a minimizar a continuidade do seu ciclo biológico. Esses são os

principais parasitas gastrointestinais dos bovinos, capazes pela via fecal-oral possibilitar a manutenção da doença no rebanho.

Do ponto de vista de saúde ambiental, os dejetos animais podem estar relacionados com diminuição do oxigênio dissolvido na água, a eutrofização do corpo de água com aumento na população de algas, inclusive algas tóxicas e ainda a emissão de gases de efeito estufa, como o metano.

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciaram a ação positiva processo de codigestão anaeróbia, em especial com adição do caldo de cana-de-açúcar. Esse tipo de tratamento demonstrou a possibilidade de prevenção das enfermidades de rota fecal-oral, com a redução significativa de micro-organismos enteropatogênicos e ovos de helmintos e, ainda, a possibilidade da conversão dos gases de efeito estufa em biogás.

Além de todos os benefícios à saúde proporcionado pelo tratamento de dejetos, a utilização de biodigestores ainda possibilita ao produtor rural os benefícios da utilização do biogás para suprir as necessidades da produção animal e da propriedade e da utilização do biofertilizante, afluentes tratados, na forma de adubação que permite, além da melhora a qualidade do solo, a economia com adubos minerais. Depreende-se, portanto que o processo de biodigestão anaeróbia é instrumento importante para se utilizar como um dos promotores à saúde única.