



ESTUDO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AVÍCOLA E LÁCTEO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA: ESTABILIDADE DO BIOFERTILIZANTE E BIOGÁS PRODUZIDO

Raquel Dalla Costa da Rocha – raqueldcr@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos

Via do Conhecimento, Km 01

85503-390 – Pato Branco – Paraná

Jorge Eraldo Parzianello – parzianello@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Química

Simone Beux – simonebeux@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Química

Resumo: *Processo de biodigestão anaeróbia é uma tecnologia frequentemente aplicada para os tratamentos de resíduos orgânicos, gerando dois produtos de grande potencial, o biogás e o biofertilizante. O biogás é muito eficiente para a energia renovável e o biofertilizante é rico em nutrientes essenciais para a agricultura. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a razão SV/ST no biofertilizante e o volume do biogás produzido a partir do processo de biodigestão anaeróbia de resíduos avícolas e lácteos. Para isso, um planejamento fatorial 2^2 foi realizado, em que foram avaliadas as variáveis: cama de aviário (CA) (5 a 15%) e soro de leite (SL) (15 a 35%). A variável resposta SV/ST para alguns ensaios apresentou valores de 0,50 a 0,66, demonstrando uma estabilidade no biofertilizante e a produção total de biogás foi na faixa de 1.100 a 3.400 cm^3 . Pelos resultados avaliados pela análise de variância (intervalo de confiança de 95%) pode-se observar que houve influência significativa entre as variáveis independentes. Os intervalos ótimos para o sistema estudado são CA de 10% e SL de 35%. Com isso, observa-se a possibilidade de sustentabilidade em propriedade rural, produzindo um biofertilizante estável e uma fonte de energia para uso em aquecimento.*

Palavras-chave: *Planejamento experimental, Cama de aviário, Soro de leite, Adubação orgânica, Energia*



STUDY OF UTILIZATION OF POULTRY AND DAIRY WASTES IN ANAEROBIC BIODIGESTION: BIOFERTILIZER STABILITY AND BIOGAS PRODUCED

Abstract: Process of anaerobic biodigestion is a technology often applied for organic waste treatment, generating two high potential products, biogas and biofertilizer. Biogas is very efficient for renewable energy and biofertilizer is rich in essential nutrients for agriculture. This study aimed to evaluate the ratio VS/TS in biofertilizer and biogas volume produced from the anaerobic biodigestion process of poultry and dairy waste. For this, a 22 factorial design was conducted, in which the variables were evaluated: poultry litter (PL) (5 to 15%) and cheese whey (CW) (15 to 35%). The VS/TS response variable for some assays has values from 0.50 to 0.66, showing a stability of biofertilizer and total biogas production was in the range 1,100-3,400 cm³. The results evaluated by analysis of variance (95% confidence interval) can be seen that there was significant influence between the independent variables. The optimum ranges for the studied system is PL and 10% CW 35%. Thus, there is the possibility of sustainability in a farm producing a stable biofertilizer and a power source for use in heating.

Keywords: Experimental design, Poultry litter, Cheese Whey, Organic Fertilizing, Energy

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente na Região Sul, a agropecuária vem desempenhando um papel de grande importância no cenário econômico, em especial a atividade avícola e a cadeia de leite. A Região contribuiu com 46% na produção nacional de leite em 2015 (EMBRAPA, 2015) e em 2014 a produção de frangos para abate foi de 63,5% (ABPA, 2015).

Os sistemas de produção precisam suprir a crescente demanda por produtos de origem animal, e isso apresenta uma importante questão ambiental, a grande geração de resíduos. Grande parte da produção de leite é industrializada na própria região por uma variedade de pequenos e médios laticínios tendo como principal produto o queijo. A produção de queijo gera um volume elevado de soro, a produção de 1 Kg de queijo resulta aproximadamente em 9 litros de soro (ABREU, 1999).

A atividade avícola também produz resíduo, além de produzir frangos para consumo, há a geração da cama de aviário, um composto orgânico constituído da excreta (fezes e urina) e de material usado como substrato para receber e absorver a umidade da excreta (maravalha, serragem, palhas de cereais, entre outros) (PALHARES, 2004).

Esses resíduos apresentam elevada concentração de matéria orgânica, o que os torna interessantes para tratamentos biológicos como a biodigestão anaeróbia. A transformação destes resíduos em produtos de maior valor agregado constitui uma alternativa concreta para a renda das propriedades, como o fornecimento de combustível no meio rural por meio do biogás e o adubo por meio do biofertilizante.

Considerando que a região Sul apresenta uma representação intensa nas atividades avícolas e de produção de leite, este trabalho se objetivou em desenvolver o estudo da viabilidade do processo de biodigestão anaeróbia no tratamento da mistura dos resíduos, cama de aviário e soro de queijo avaliando a quantidade de biogás gerado e a estabilidade do biofertilizante.



2. METODOLOGIA

2.1. Coleta dos resíduos avícola e lácteo

As amostras de cama de aviário (maravalha) foram coletadas em uma granja localizada no município de São Jorge d'Oeste – PR, proveniente do sexto lote de frango. E o soro utilizado foi coletado da elaboração de queijo mussarela de um laticínio em Bom Sucesso do Sul - PR. Ambas as amostras foram mantidas sob refrigeração (4 °C) por 24 horas até sua utilização.

2.2. Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas avaliadas dos resíduos, das combinações e dos biofertilizantes produzidos foram realizadas conforme metodologias propostas por *American Health Association Methods* (2005) para pH, sólidos totais (ST) e voláteis (SV), acidez volátil (AV) e alcalinidade (AL).

O volume de biogás foi realizado a partir do deslocamento de líquido, por meio de um gasômetro. A correção do biogás foi em função da correção da umidade e temperatura de acordo com a equação 1.

$$V_{(CNTP)} = (273/273 + T) \cdot [(P \cdot V \cdot F)/760] \quad (1)$$

Em que,

T = temperatura ambiente, P = Pressão Local de Pato Branco/PR (959,92 hPa), V = Volume da solução deslocado (mL) e F = Fator de correção de umidade a temperatura de medição de gás, conforme equação 2 (FERNANDES JUNIOR, 1995).

$$F = 1,0568 - 0,0034 \cdot X \quad (2)$$

Onde,

X = temperatura ambiente.

Os parâmetros de caracterização foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das combinações estudadas.

2.3. Planejamento experimental

Para avaliação da influência das variáveis independentes (% de cama de aviário e % soro de leite) nas variáveis dependentes SV/ST e volume de biogás produzido, foi empregado um planejamento experimental fatorial completo 2² com repetições no ponto central totalizando 7 ensaios (Tabela 1) em duplicata. Para totalizar 100% nos reatores, foi utilizada água destilada para avolumar (volume útil de 1000 mL) o sistema.

Tabela 1 - Níveis das variáveis independentes para o planejamento fatorial 2² para o estudo do processo de digestão anaeróbia dos resíduos avícolas e lácteos

Variáveis	Símbolo	Nível		
		-1,00	0	1,00
Cama de Aviário (%)	CA	5	10	15
Soro de Leite (%)	SL	15	25	35

Os ensaios (Figura 1) foram realizados em reatores anaeróbios confeccionados em garrafas PET com capacidade de 2000 mL. Para realizar a medida de biogás formado, foram utilizados gasômetros em frascos plásticos. Os reatores foram alimentados em regime batelada com tempo de retenção (25 dias) e temperatura ambiente (média 29 °C).



Figura 1 – Ensaio da digestão anaeróbia dos resíduos avícola e lácteo.

Análise de variância (ANOVA) foi utilizada para avaliar a qualidade e o ajuste dos modelos matemáticos gerados. Os resultados experimentais foram avaliados e as superfícies foram geradas por meio de Metodologia de Superfície de Resposta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos resíduos e combinações

As caracterizações dos resíduos de cama de aviário e de soro de leite (Tabela 2) apresentaram altos valores das médias dos parâmetros ambientais que causam contaminações no ambiente, sendo terrestre ou aquático, quando descartados sem tratamento prévio. Desta forma, o controle ambiental deve abranger alternativas que contribuam para a redução desse impacto.

Segundo Costa (2008), os despejos líquidos na indústria láctea, muitas vezes, se caracterizam por grande variedade de poluentes e por altas vazões diárias ($m^3 \cdot d^{-1}$). Em muitos laticínios, principalmente de pequeno porte, o soro é descartado junto com os demais efluentes, sendo considerado um forte agravante devido ao seu elevado potencial poluidor. O soro é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico (SILVA, 2011).

Já os rejeitos de cama aviária atualmente são jogados direto no solo e não são integralmente aproveitados. Normalmente, a cama é retirada a cada dois lotes de criação e uma ave alojada produz em média 1,5 kg do composto orgânico (IAPAR, 2010). Conforme Oliveira e Biazoto (2013), a disposição de cama de frango se não tratada adequadamente provoca a contaminação do solo.

Tabela 2 – Resultados da caracterização físico-químicas dos substratos (cama de aviário - CA e soro de leite - SL) e das combinações dos resíduos

Substrato	Parâmetros		
	pH	SV/ST	AV/AL
CA	8,80 ^a	0,93 ^a	3,58 ^a
SL	4,50 ^b	0,79 ^{b,c}	232,14 ^b
5CA15SL	6,00 ^c	0,81 ^{b,d}	0,07 ^c
5CA35SL	6,00 ^c	0,82 ^{b,d}	0,06 ^c
15CA15SL	6,00 ^c	0,76 ^{b,c}	0,03 ^c
15CA35SL	6,20 ^c	0,84 ^d	0,14 ^c
10CA25SL	6,30 ^c	0,73 ^c	0,03 ^c

Os resíduos apresentaram variações nos valores de pH, diferentemente aos valores relacionados entre as misturas. O pH da cama de aviário (8,80) apresenta-se próximo a valores encontrados nas caracterizações (8,04) em estudos de Oliveira *et al.* (2003) e nos estudos de Abreu *et al.* (2011) com pH na faixa de 7,84 e 9,60. Em relação ao soro de leite, o pH (4,5) está abaixo do valor esperado para soros provenientes do processo de produção de mussarela. Segundo Pintado *et al.* (2001), o soro que provém da fabricação de queijo tipo mussarela é denominado soro doce e apresenta valores na faixa de 5,3 a 6,6. Essa acidificação da amostra pode estar vinculada ao período (24 horas) entre a coleta e a caracterização da amostra. Para as combinações, as quais serão avaliadas no processo, apresentaram pH ótimos de crescimento para as bactérias (6,5 e 7,5), conforme avaliação de Campos *et al.* (2006).

Na razão de sólidos voláteis e totais é possível observar uma similaridade nos valores entre alguns resultados. A cama aviária não se assemelhou com os demais, conforme a aplicação do teste de Tukey. As misturas 5CA15SL, 5CA35SL, 15CA15SL foram similares entre si e ao soro de leite, as misturas 15CA15SL e 10CA25SL possui semelhante com o soro de leite. O mesmo se observou entre 5CA15SL, 5CA35SL e a combinação 15CA35SL. Observa-se que a maioria dos sólidos presentes é volátil, indicando um material de fácil assimilação biológica.

O valor de SV/ST para o soro de leite (0,79) entre os valores obtidos nos estudos de Rico *et al.* (2015) (0,86) e Kavacik e Topaloglu (2010) (0,71). Estudos sobre cama de aviário apresentaram valores distintos do encontrado (0,93), razão 0,81 nos estudos Arikan, *et al.* (2016) e 0,84 de Rajagopal e Massé (2016) e Miah *et al.* (2016).

A razão acidez volátil e a alcalinidade total é considerado um parâmetro importante para o processo de biodigestão anaeróbia, pois para maior eficiência, essa relação deverá ser em torno de 0,5, favorecendo o equilíbrio dinâmico no sistema (LEITE *et al.*, 2004). Aplicando o teste de Tukey, os valores de AV/AL foram semelhantes somente entre si nas combinações. Há uma tendência ácida na caracterização dos dois resíduos, possivelmente relacionado ao processo de acidificação do uso em vários lotes no caso da cama de aviário. E no soro de leite, o mesmo possui ácido lático na sua composição (ANTUNES, 2003).

3.2. Avaliação do processo de biodigestão anaeróbia

A Tabela 3 apresenta as combinações de tratamento e as variáveis resposta razão SV/ST e volume total de biogás produzido.

Tabela 3 – Média dos Resultados dos ensaios submetidos ao processo de biodigestão.

Ensaio	CA	SL	SV/ST	BIOGÁS (cm ³)
1	-1,00	-1,00	0,56	2400
2	-1,00	1,00	0,50	1700
3	1,00	-1,00	0,66	1100
4	1,00	1,00	0,84	3400
5	0,00	0,00	0,62	2600
6	0,00	0,00	0,61	2200
7	0,00	0,00	0,64	2400

Na Tabela 4 observam-se os valores dos efeitos estimados, coeficientes de regressão, as interações com parâmetros significativos e não significativos, além do erro associado aos efeitos e aos coeficientes, bem como o nível de significância atribuído a cada parâmetro para a variável resposta SV/ST. Na análise das estimativas dos efeitos foram considerados os fatores significativos para o intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

Tabela 4 – Efeitos, coeficientes de regressão e interações para a variável SV/ST.

Fatores	Efeitos	Erros efeitos	t _{calc}	p-valor	Coeficientes	Erro coeficientes
Média*	0,63	0,01	94,45	0,00*	0,63	0,01
CA*	0,22	0,02	12,41	0,00*	0,11	0,01
SL*	0,06	0,02	3,38	0,04*	0,03	0,01
CA x SL*	0,12	0,02	6,77	0,01*	0,06	0,01

* Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Observa-se que todas as variáveis independentes e a combinação entre elas foram significativa ($p < 0,05$). A Tabela 5 apresenta a análise de variância com valores resumidos para a variável resposta SV/ST.

Tabela 5 – Análise de variância para a variável SV/ST.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F _{calc}
Regressão	0,066	3	0,066	211,26
Resíduo	0,001	3	0,001	
Total	0,067	6		

R² - 0,986; F_{tab}, 0,05;3,3 = 29,57; SQ: Soma dos Quadrados; GL: Grau de Liberdade; QM: Quadrado Médio

Com análise de variância no intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$) pode-se notar que a eficiência na resposta média foi de aproximadamente 98,60%. A significância entre as médias é ainda comprovada pelo valor de F_{calc}, que neste caso foi superior ao valor tabelado, evidenciando a diferença significativa entre as médias.

A Equação 1 expressa a equação numérica matemática entre a variável cama de aviário (CA) e soro de leite (SL) para a variável resposta SV/ST. A Figura 2 apresenta os gráficos de superfície de resposta e curvas de contorno da Equação 1, para as variáveis citadas.

$$SV/ST = 0,63 + 0,11.CA + 0,03.SL - 0,06.CA.SL \quad (1)$$

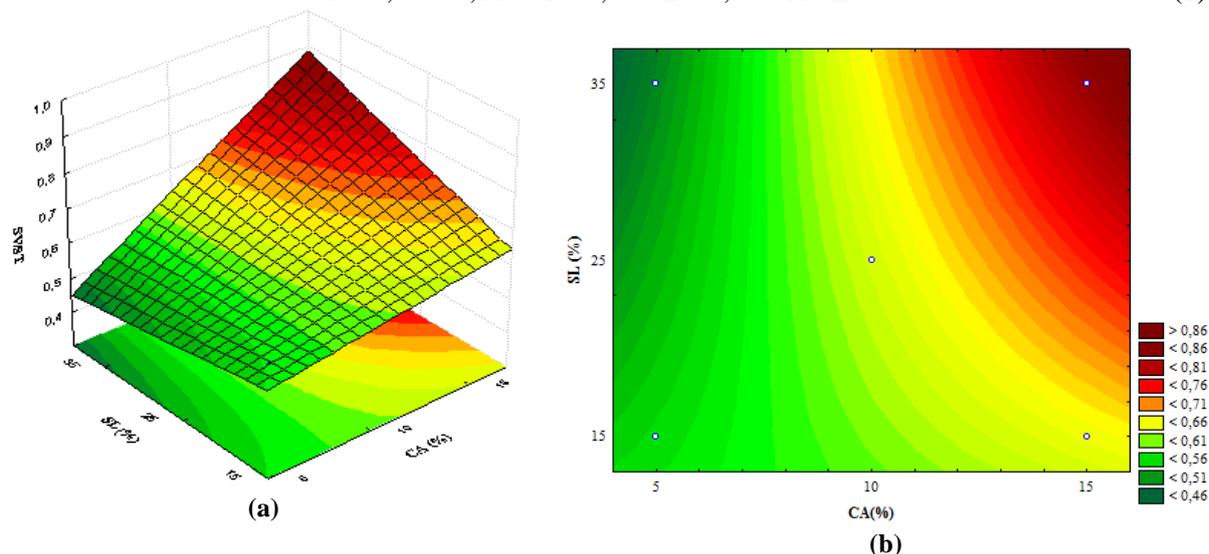


Figura 2 – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para a variável resposta SV/ST em função das porcentagens de cama de aviário (CA) e de soro de leite (SL).

Na análise da Figura 2, observa-se a variável cama de aviário (CA) em interação com o soro de leite (SL), nota-se que em porcentagem de cama de aviário acima do ponto central a razão SV/ST é aumentada. Para o soro de leite, não se pode destacar uma faixa considerada ideal, ou seja, em todos os intervalos estudados ocorreu alteração significativa na variável resposta.

Para essa razão, as melhores condições são para os experimentos que tiveram valores abaixo de 0,7, pois podem ser considerados fertilizantes tratados para fins de uso agrícola, conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2006).

Quanto menor a quantidade de sólidos voláteis presentes na amostra, maior a estabilidade do biofertilizante. Porém não pode ser muito baixo a relação SV/ST, pois essa matéria orgânica auxilia a fixação de nutrientes no solo.

Na Tabela 6, podem-se observar os valores dos efeitos estimados, coeficientes de regressão, as interações com parâmetros significativos e não significativos, além do erro associado aos efeitos e aos coeficientes, bem como o nível de significância atribuído a cada parâmetro para a variável biogás produzido. Na análise das estimativas dos efeitos foram considerados os fatores significativos para o intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

Tabela 6 – Efeitos, coeficiente de regressão e interações para a variável Biogás produzido.

Fatores	Efeitos	Erros efeitos	t_{calc}	p-valor	Coeficientes	Erro coeficientes
Média*	2328,57	120,37	19,34	0,00*	2328,57	120,37
CA	200,00	318,48	0,63	0,57	100,00	159,24
SL	800,00	318,48	2,51	0,08	400,00	159,24
CA x SL*	1500,00	318,48	4,71	0,02*	750,00	159,24

* Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Observa-se que somente a interação das variáveis, cama de aviário e soro de leite mostrou-se significativa sobre a variável resposta, com $p < 0,05$. A Tabela 7 apresenta a análise de variância com valores resumidos para a variável resposta biogás produzido.

Tabela 71 – Análise de variância para a variável Biogás produzido.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F _{calc}
Regressão	2250000	1	2250000	22,18
Resíduo	984286	5	781429	
Total	3234286	6		

$R^2 = 0,9059$; $F_{tab, 0,05,1,5} = 5764$; SQ: Soma dos Quadrados; GL: Grau de Liberdade; QM: Quadrado Médio

Para o intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$), pode-se considerar satisfatório os resultados desta análise, pois se observa uma variação em torno da média sendo explicada de aproximadamente 90,59%. Além disso, o valor de F_{calc} foi menor que seu respectivo valor tabelado, sendo assim, não há significância evidenciada entre as médias.

A Equação 2 representa a expressão numérica matemática entre a cama de aviário (CA) e o soro de leite (SL) para a variável resposta biogás produzido. A Figura 3 apresenta os gráficos de superfície de resposta e curvas e contorno em relação a expressão matemática citadas.

$$\text{Biogás (cm}^3\text{)} = 2328,57 + 100,00.CA + 400,00.SL + 750,00.CA.SL \quad (2)$$

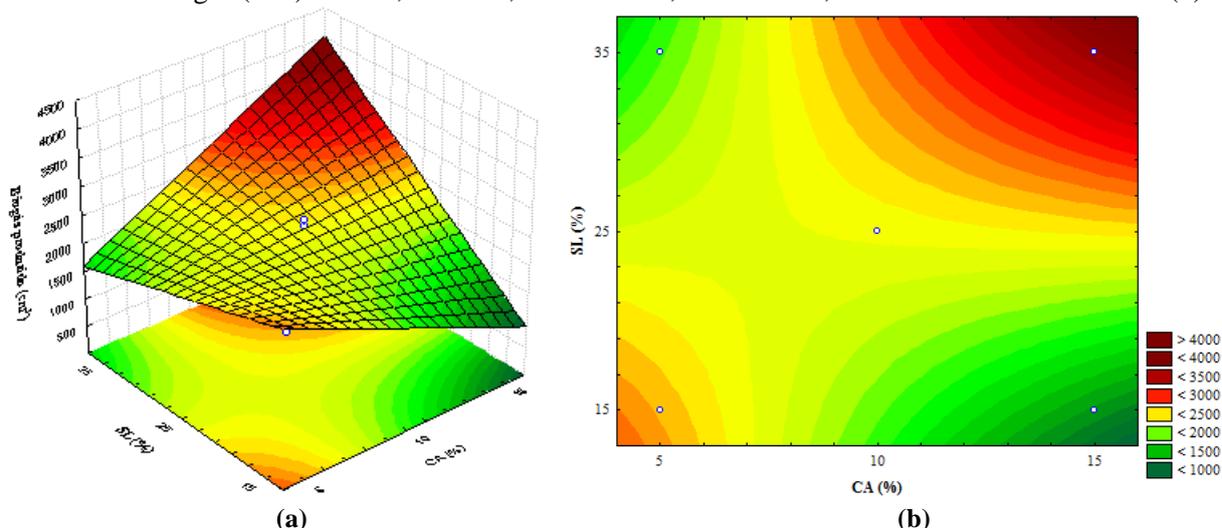


Figura 5 – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para a variável resposta Biogás produzido em função da cama de aviário (CA) e soro de leite (SL).

Observa-se que a quantidade de biogás produzido foi maior em ensaios com 35% de soro de leite e 15% de cama aviária. Sendo a média dos valores produzidos próximos aos valores encontrados por Carlini *et al.* (2015). Essa produção de biogás está diretamente ligada a quantidade de sólidos voláteis no sistema.

Segundo Kolesárová *et al.* (2011), fontes de energia renováveis e biocombustível, como o biogás, vem cada vez mais sendo estudados para substituir os combustíveis fósseis. Dessa forma, o biogás produzido a partir da biodigestão anaeróbia dos resíduos lácteo e avícola, além de possibilitar a amenização da crise energética, pode trazer lucratividade aos proprietários rurais.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos parâmetros estudados, a cama de aviário é o que mais influência no processo, tendo esta, o valor mais significativo em 10%, se aliado com a maior porcentagem de soro de leite (35%), obtém-se um biofertilizante estabilizado ($SV/ST < 0,7$) e um volume de biogás acima de 2500 cm^3 . Assim sendo, o processo de biodigestão anaeróbia utilizando esses resíduos pode ser implementado em propriedades rurais, aproveitando a forma energética e orgânica dos resíduos, reduzindo a custos e desenvolvendo sustentabilidade.

Agradecimentos

À Fundação Araucária (Convênio n.º 488/2010) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de atividade 2014**, 2015.
- ABREU, L. R. de. **Tecnologia de Leite e Derivados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 215p.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de; COLDEBELLA, A.; CONCEIÇÃO, V. da; CHINI, A. Metodologia de determinação do pH e da temperatura da cama de aviário em tempo real. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 40, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, Sbea, 2011. p. 1-4.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003. 135 p.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard Methods for the Examinations for Water and Wastewater**. Washington: 21th Centennial Edition, 2005. 1368 p.
- ARIKAN, O. A.; MULBRY, W.; RICE, C. The effect of composting on the persistence of four ionophores in dairy manure and poultry litter. **Waste Management**, v. 54, p. 110-117, 2016.
- BRASIL, CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2011. **Resolução nº 375 de 29 de agosto de 2006**: Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
- CAMPOS, A. T. de; FERREIRA, W. A.; PACCOLA A. A.; LUCAS JÚNIOR, J. de; ULBANERE, R. C.; CARDOSO, R. M.; CAMPOS, A. T. Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 426-438, 2002.
- CARLINI, M.; CASTELLUCCI, S.; MONETI, M. Biogas production from poultry manure and cheese whey wastewater under mesophilic conditions in batch reactor. **Energy Procedia**, v. 82, p. 811-818, 2015.
- COSTA, A. M. G. **Desempenho de filtro anaeróbio no tratamento de efluente formulado com diferentes concentrações de soro de queijo**. Viçosa, 76 p., 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- EMBRAPA. Panorama do Leite. **Boletim eletrônico mensal**. v. 7, n. 75, 2015.



FERNANDES JUNIOR, A. **Digestão anaeróbia de manipueira com separação de fases: cinética da fase acidogênica.** Botucatu, 139p., 1995. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Referencia Modular: Frango de Corte.** 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br>> Acesso em: 04 jun.2016.

KAVACIK, B.; TOPALOGLU, B. Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, p. 1321-1329, 2010.

KOLEŠÁVORÁ, N.; HUTNAN, M.; BODÍK, I.; SPALKOVÁ, V. Utilization of biodiesel by-products for biogas production. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v. 2011, Article ID 126798, 15 p., 2011.

LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SOUSA, J. T.; PRASAD, S. Tratamento anaeróbico de resíduos orgânicos com baixa concentração de sólidos. **Engenharia Sanitária e ambiental**. Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 280-284, 2004.

MIAH, M. R.; RAHMAN, A. K. M. L.; AKANDA, M. R.; PULAK, A.; ROUF, M. A. Production of biogas from poultry litter mixed with the co-substrate cow dung. **Journal of Taibah University for Science**, Madinah, v. 10, p. 497-504, 2016.

OLIVEIRA, E. da S.; BIAZOTO, C. D. dos S. Avaliação dos impactos ambientais causados pelos aviários no município de Assis Chateaubriand, no oeste do estado do Paraná, Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 2, p24-30, 2013.

OLIVEIRA, M. C. de; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S. M. M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 951-954, 2003.

PALHARES, J. C. P. Uso da cama de frango na produção de biogás. **Circular Técnica**. Concórdia, n. 41, 2004.

PINTADO M. E.; MACEDO A.C.; MALCATA F. X. Technology, chemistry and microbiology of whey cheese. **Food Science and Technology International**, v. 7, p. 105-116, 2001.

RAJAGOPAL, R.; MASSÉ, D. I. Start-up of dry anaerobic digestion system for processing solid poultry litter using adapted liquid inoculum. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 102, p. 495-502, 2016.

RICO, C.; MUNÓZ, N.; RICO, J. L. Anaerobic co-digestion of cheese whey and the screened liquid fraction of dairy manure in a single continuously stirred tank reactor process: Limits in co-substrate ratios and organic loading rate. **Bioresource Technology**, v. 189, p. 327-333, 2015.

SILVA, D. J. da. Resíduos na Indústria de Laticínios. **Série Sistema de Gestão Ambiental**. 21 p. 2001.