

Avaliação da produção de biogás de resíduos de incubatório de ovos

Ricardo L. R. Steinmetz¹, Airton Kunz^{1,3}, Hugo M. Soares², André C. do Amaral³, Sandra C. A. Mota¹

¹Embrapa Suínos e Aves, Concórdia/SC (ricardo.steinmetz@embrapa.br); ²UFSC, PosENQ, Florianópolis/SC; ³Unioeste, PGEAGRI, Cascavel/PR

Resumo

Os resíduos de incubatório de ovos da produção de frangos de corte são caracterizados pelos riscos ambientais e sanitários. Há necessidade de estabelecer conhecimentos cada vez mais sólidos sobre a biossegurança dos métodos de tratamento ou processos que propõem eliminar ou aproveitar os resíduos. Neste contexto, a digestão anaeróbia sinaliza ser uma rota atrativa, pois pode agregar valor por meio da produção de biogás e tratar parcialmente o resíduo, mitigando o impacto ambiental. Porém, são quase inexistentes dados técnico-científicos normatizados e/ou normalizados referentes à produção específica de biogás ou metano de resíduos de incubatório. Este trabalho apresenta resultados de ensaios biocinéticos efetuados sob condições laboratoriais controladas, conforme recomendações da norma Europeia VDI 4630, por meio de ensaios em batelada e utilizando tubos eudiômetros para mensurar o volume de gás. A amostra foi formulada com 50% (v/v) de resíduo de ovos inférteis ou defeituosos e 50% (v/v) de ovos não eclodidos, pintinhos mortos ou com má formação. Foi obtido o valor médio de 778 ± 22 mL/N de biogás/gSV, com concentração de metano em $70 \pm 3\%$. O potencial metanogênico específico encontrado foi de 544 mL/N de CH₄/gSV, corresponde a 104 LN de CH₄ por quilograma de resíduo fresco. O resíduo demonstrou ser um substrato atrativo para obtenção de energia renovável por meio da produção de biogás.

Palavras-chave: Resíduo de incubatório, avicultura, ovos, biogás.

Área Temática: Gestão de resíduos da produção agropecuária.

Abstract

The hatchery waste from broiler chickens production are characterized by environmental and health risks. Establishment of knowledge increasingly solid biosafety treatment methods or processes that propose to eliminate or recover waste is necessary. In this context, anaerobic digestion can be an attractive technological route, because it can add value through the biogas production and partially treatment of the waste, mitigating the environmental impact. However, are almost nonexistent technical-scientific data normalized and/or standardized of specific biogas or methane production from hatchery waste. This paper presents results of biokinetic assays performed under controlled laboratory conditions, as recommended by the European standard VDI 4630, by batch tests and using eudiometer tubes to measure the gas volume. The sample was formulated with 50% (v/v) or infertile or defective eggs and 50% (v/v) of eggs not hatched and chicks killed or malformed. It was obtained an average value of 778 ± 22 mL/N de biogas/gVS with methane concentration of $70 \pm 3\%$. The specific methanogenic potential was 544 mL/N of CH₄/gVS, corresponding to 104 LN of CH₄ per kg of fresh waste. The residue was shown an attractive substrate to obtain renewable energy through biogas production.

Key words: Hatchery waste, poultry production, eggs, biogas.

Theme Area: Waste management in agricultural and livestock production.

Introdução

Recentemente chegamos à marca de 7 bilhões de habitantes em todo o globo. Segundo projeções da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), em 2050 a população mundial ultrapassará 9 bilhões de pessoas. Dentre os desafios visualizados pela FAO, o mais importante será produzir alimentos suficientes e seguros para atender a demanda (FAO,

2012). Segundo o relatório, a busca por produções de alimentos sustentáveis será peça chave no processo e a agropecuária brasileira estará cada vez mais sob a perspectiva mundial.

Na última década, o Brasil obteve aumento de 40% em produção agrícola e pecuária. A produção de frangos foi a atividade pecuária que mais cresceu nos últimos anos e, atualmente, a região Sul ocupa a liderança no cenário nacional no abate de aves. Somente no segundo trimestre de 2013 os Estados do Sul juntos ultrapassaram 900 milhões de aves abatidas (IBGE, 2013). A avicultura de corte desempenha forte influência econômica na região Oeste do Estado de Santa Catarina.

Para repor e manter o plantel de animais é necessário a produção de pintos, processo industrial realizado por meio da incubação de ovos fecundados. Segundo Kobashigawa et al. (2008) a eficiência média do aproveitamento de ovos no processo aproxima-se de 85%, ou seja, estima-se que a cada 68 mil ovos incubados, para produção de frangos de corte, gera-se uma tonelada de resíduos. De acordo com Araújo e Albino (2011), se considerarmos dois incubatórios com produtividade de 300 mil pintos/dia, um de matrizes para frango de corte e outro de matrizes de poedeira comercial, teremos a geração de 3,37 e 7,73 toneladas de resíduos/dia, respectivamente. Já Carvalho et al. (2013) estimaram uma proporção de 1,6 e 1,3 toneladas de resíduos/dia para essas mesmas produções na escala de 100 mil ovos/dia.

Os resíduos de incubatório são constituídos de ovos inférteis, ovos não fecundados, ovos não eclodidos, pintinhos mortos ou refugos (ex.: mal formados) e cascas de ovos (ARAÚJO; ALBINO, 2011). Considerando a alta degradabilidade do resíduo (elevado teor de matéria orgânica) e os riscos sanitários atribuídos, há necessidade de estabelecer conhecimentos cada vez mais sólidos sobre a biossegurança dos métodos ou processos que propõem eliminar ou aproveitar os resíduos, reduzindo o impacto ambiental, que é representado pelo descarte ou gerenciamento inadequado (ARAÚJO; ALBINO, 2011). Os resíduos de incubatório são classificados como Classe II-A, não inertes, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) e, portanto, devem seguir descarte adequado, podendo passar por tratamento biológico (KOBASHIGAWA et al., 2008).

Dentre as alternativas de processamento do resíduo, a digestão anaeróbia sinaliza ser uma rota atrativa, pois produz subprodutos (ex.: metano) que podem agregar valor e tratar parcialmente o resíduo, mitigando o impacto ambiental (GLATZ et al., 2011). Para auxiliar na decisão de utilizar a rota anaeróbia é necessário conhecer algumas características do resíduo, como, por exemplo, a biodegradabilidade e a capacidade de produzir biogás. Dentre os parâmetros importantes, a produção específica de biogás ou de metano é um parâmetro essencial para decidir se um resíduo pode ser utilizado como substrato para produzir biogás, além de ser um dado vital para o dimensionamento de reatores/biodigestores.

Infelizmente é escassa a literatura que reporta resultados de produção de gás parametrizados para os resíduos de incubatório de ovos. Os poucos trabalhos que abordam o tema não apresentam ensaios em condições normatizadas, e, portanto, resultados sem condições de comparação.

Este trabalho apresenta uma mensuração biocinética da degradação de resíduo de incubatório de ovos em condições anaeróbias mesofílicas, conforme recomendações de norma técnica reconhecida internacionalmente. Seu objetivo é apresentar resultados normalizados, resultante de ensaios efetuados sob condições laboratoriais controladas, a fim de fornecer dados técnico-científicos sobre a produção metanogênica específica (PME) do resíduo.

Metodologia

Coleta de amostra: A amostra para realização dos ensaios biocinéticos anaeróbios foi coletada diretamente nas instalações de incubatório de ovos, para produção de frangos de corte, de agroindústria localizada no Oeste do Estado de Santa Catarina. A amostra foi constituída de 50% (v/v) de resíduo de ovos inférteis ou defeituosos e 50% (v/v) de ovos não eclodidos, pintinhos mortos ou com má formação. As cascas foram removidas manualmente antes da trituração da

mistura. Cerca de 20 litros da mistura foram coletados e novamente homogeneizados. Sequencialmente, foi efetuada amostragem de alíquota aproximada de 2 litros em frasco de PEAD, a qual foi encaminhada ao laboratório sob condições de resfriamento.

Análises laboratoriais: Para caracterização da amostra foram realizadas análises químicas e físicas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC. Em laboratório, a amostra foi homogeneizada utilizando processador de alimentos. Alíquotas da amostra homogeneizada foram utilizadas para as análises laboratoriais de pH, sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF), sólidos voláteis (SV), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e carbono. As determinações foram efetuadas de acordo com APHA (2012). Cerca de 200 g de amostra homogeneizada foram congelados e liofilizados. Após liofilização, maceração e homogeneização foram utilizadas frações da amostra sólida para análise nitrogênio orgânico (NTK) e fósforo total (P_{tot}), conforme APHA (2012), e gorduras totais conforme AOCS (2011). A relação C:N foi obtida por estimativa, conforme MAPA (2007). As determinações foram efetuadas em triplicata.

Determinação do potencial metanogênico específico: Os ensaios biocinéticos foram realizados no Laboratório de Estudos em Biogás da Embrapa Suínos e Aves. Os testes decorreram conforme recomendações da norma VDI 4630 (2006) utilizando método batelada. As medidas de produção de biogás foram efetuadas por meio de tubos eudiômetros graduados, em condições monitoradas de temperatura e pressão para correção às condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Como controle positivo foi utilizada celulose microcristalina de alta pureza (Sigma-Aldrich). Como inóculo anaeróbio mesofílico foi utilizado material aclimatado, preparado a partir de partes iguais (1+1+1) de: a) lodo anaeróbio de UASB alimentado com dejetos de suínos, b) lodo anaeróbio de UASB de indústria de alimentos, e c) esterco bovino fresco. Duas semanas antes do teste o inóculo foi aclimatado ($37 \pm 1^\circ\text{C}$) em reator de mistura completa e alimentado com a amostra na proporção de 0,3 kgSV/(m³.dia) durante 7 dias consecutivos. Em seguida, o inóculo permaneceu 7 dias sem alimentação com a finalidade de reduzir a linha de base (reduzir a contribuição de biogás proveniente do inóculo). Para avaliar a composição do biogás foram efetuadas determinações de metano e dióxido de carbono utilizando analisador de gases fotoacústico (modelo INNOVA 1412, LummaSense Technologies Inc.).

Resultados

Após as análises laboratoriais da amostra de resíduo do incubatório de ovos foram observadas as concentrações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição* da amostra de resíduo de incubatório de ovos

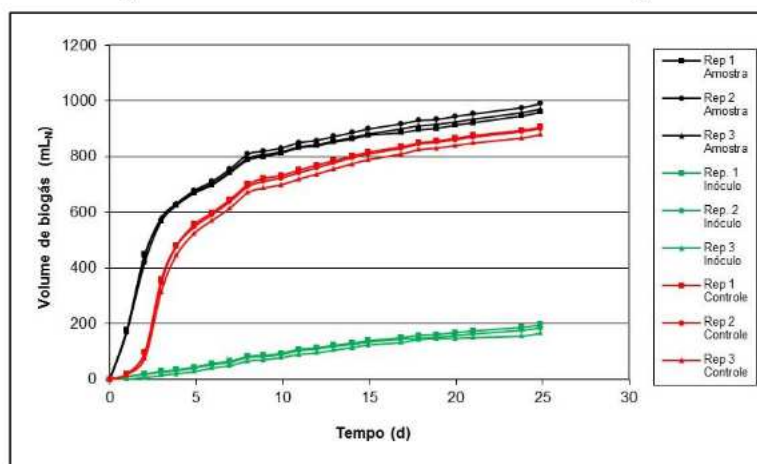
Parâmetro	Média	Desvio Padrão
pH	6,68	0,01
Sólidos totais (g/kg)	209,3	8,5
Sólidos fixos (g/kg)	17,0	0,5
Sólidos voláteis (g/kg)	192,3	8,1
Nitrogênio (g de N/kg)	15,23	0,4
Nitrogênio amoniacal (mg de N/kg)	731	85
Gorduras totais (% - m/m)	6,66	0,01
Fósforo (mg de P/kg)	1657	11
Relação C:N	7:1	-

* Resultados expressos na base natural (matéria fresca).

Em paralelo, foram efetuados os ensaios cinéticos anaeróbios em condições mesofílicas. Na Figura 1 é demonstrado o volume bruto cumulativo de biogás produzido ao longo do ensaio biocinético. As linhas em preto são referentes às três repetições da amostra de resíduo, as linhas

verdes representam as três repetições observadas para a linha de base (respectivo à produção de gás por contribuição do inóculo) e as linhas vermelhas representam os resultados do controle positivo.

Figura 1 - Volume bruto cumulativo de biogás



Conforme as recomendações da norma VDI 4630 (2006) é utilizado como controle positivo celulose microcristalina de alta pureza. O valor de referência para a celulose encontra-se entre 740 a 750 mLN/gSV e a obtenção superior a 80% deste valor sinaliza o andamento satisfatório do teste em função da atividade do inóculo. No caso do ensaio apresentado neste trabalho obteve-se o valor de 701 ± 16 mLN/gSV, o que corresponde a cerca de 94% de recuperação.

Outro fator importante é a relação de produção de biogás entre os testes com a amostra e os testes contendo somente inóculo. Segundo orientações da norma, é recomendado que a relação esteja acima de 80%, também satisfatório ao ensaio efetuado com o resíduo de incubatório de ovos.

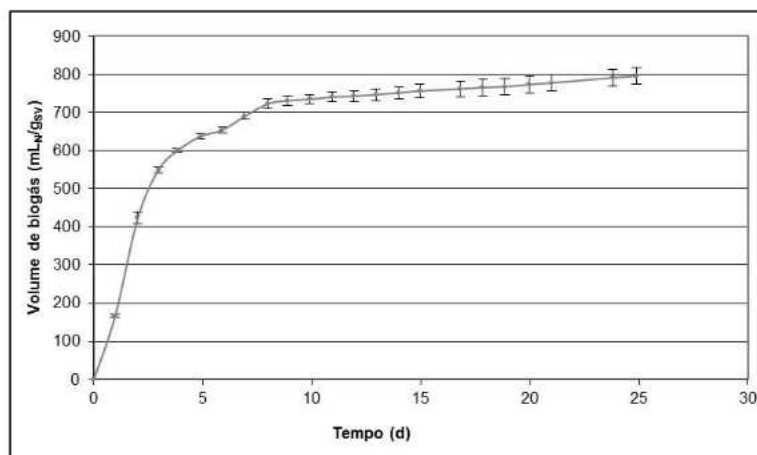
O valor de pH variou entre $7,87 \pm 0,02$ no início do ensaio e $7,65 \pm 0,01$ após a finalização. Isso indica que não houve interferência no processo de biodigestão por produção excessiva de ácidos orgânicos e/ou consumo da alcalinidade, pois o pH manteve-se próximo à neutralidade.

Após descontar o volume de biogás referente ao inóculo e relacionar ao conteúdo de SV de amostra adicionado aos testes com o resíduo, foi possível obter os dados apresentados na Figura 2. Nele é demonstrado o volume líquido específico cumulativo de biogás observado ao longo do ensaio.

Segundo a norma VDI 4630 (2006) a produção de biogás é considerada estabilizada, portanto fim do teste fermentativo, quando a produção diária de gás torna-se igual ou inferior a 1% do volume total produzido. Em função disso, a estabilização do teste com a amostra de resíduo de incubatório ocorreu após o 21º dia, com valor de 778 ± 22 mLN/gSV. A concentração de metano no biogás manteve-se em $70 \pm 3\%$. A velocidade máxima de produção de biogás foi de 253 mLN de biogás por dia e ocorreu entre o 2º e 3º dias de degradação.

Matter et al. (2011) efetuaram ensaios de degradação anaeróbia com diferentes misturas de águas residuárias de incubatório, resíduo drenado e fresco do incubatório, água residuária da suinocultura, mesclados com inóculo proveniente de resíduo de bovinocultura. Os autores reportaram resultados entre 27,12 a 56,44 litros de biogás por quilograma de resíduo de incubatório. Porém, os autores não indicaram as condições de temperatura e pressão a que estavam submetidos os gases, bem como não houve indicação dos teores de sólidos voláteis, sólidos totais, carbono ou matéria orgânica da amostra, para possibilitar parametrizações e comparações com os resultados do presente trabalho.

Figura 2 - Gráfico do volume* líquido específico cumulativo de biogás



*Mediana de 3 repetições. Linhas verticais representam os valores de desvio padrão.

Conclusões

O resíduo de incubatório demonstrou um potencial metanogênico específico de 544 mL_N de CH₄/gSV que corresponde a 104 LN de CH₄ por quilograma de resíduo fresco.

Portanto, a partir das características de biodegradabilidade da amostra estudada é possível concluir que os resíduos de incubatório de ovos (exceto cascas de ovos) podem ser utilizados como substrato para digestão anaeróbia com a finalidade de aproveitamento energético.

Em paralelo, ao avaliar os constituintes do resíduo também é possível inferir o possível uso do material digerido (após biodigestão) como candidato para fins de adubação, como fonte de nutrientes, a exemplo do nitrogênio.

Para maior segurança na utilização destes resíduos para fins energéticos e/ou agrônômicos, é ainda necessário ampliar as investigações. Obviamente, o uso agrônômico necessita de estudos subsequentes para verificar sua aplicabilidade às diferentes culturas vegetais. Também é importante ampliar o conhecimento sobre o comportamento de possíveis patógenos presentes no resíduo e sua persistência e/ou inibição ao longo do processo anaeróbio. De mesma forma, também será possível investigações futuras sobre alternativas tecnológicas para a desinfecção dos resíduos, e assim propiciar sua utilização como substrato para a anaerobiose e agregar valor à produção de frangos de corte.

Por fim, apresenta-se um desafio tecnológico para a separação eficiente das cascas dos ovos. As cascas não constituem um substrato de interesse em função de sua composição, mas podem ser reaproveitadas para outros fins.

Referências

- ABNT NBR 10.004. **Resíduos sólidos – Classificação**. 71 pg. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004
- AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 6th edition, American Oil Chemist's Society – AOCS, USA, 2011.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, USA, 2012.
- ARAUJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. **Comercial Incubation**. 171 pg. Transworld Research Network, 2011

- CARVALHO, S. M. M.; BARROS, M. R.; BASTOS, F. J. F. **Resíduos da Produção de Frangos de Corte: Incubatório**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGRONDUSTRIAS, 3.-III SIGERA. São Pedro: SBERA, 2013.
- FAO. **World Agriculture Towards 2030/2050. The 2012 revision**. 147 pg. IN: ESA Working Paper Nº 12-13. June 2012. Global Perspective Studies Team: ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2013.
- GLATZ, P.; MIAO, Z.; RODDA, B. Handling and Treatment of Poultry Hatchery Waste: A Review. **Sustainability**, v. 3, jan. 2011, p. 216-237.
- IBGE. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201302_publ_completa.pdf>. Acesso em: 01 out. 2013.
- KOBASHIGAWA, E., MURAROLLI, R. A., GAMEIRO, A. H. **Destino de resíduos de incubatórios da avicultura no estado de São Paulo: Adequação à legislação e possibilidade de uso econômico**. In: Congresso SOBER, Rio Branco, SC, 2008.
- MAPA. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organo-minerais e corretivos**. 132 p. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa Nº 28 de 27/07/2007.
- MATTER, J. M.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M. et al. **Co-digestão de resíduos de incubatório e águas residuárias agroindustriais: Fase batelada**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGRONDUSTRIAS, 2.-II SIGERA. Foz do Iguaçu: SBERA, 2011.
- VDI 4630. **Fermentation of organic materials**. Characterization of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests. 92 p. Germany: Verein Deutscher Ingenieure - VDI, 2006.