

**Produção de biogás a partir de biomassa residual**

Karina Lais Baungratz<sup>1</sup>, Jamilson Bispo de Oliveira<sup>1</sup>, Naudiele Slongo<sup>1</sup>, Elisandro Pires Frigo<sup>1</sup>, Emanuelle Zanon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFPR – Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina

e-mail: karinabaungratz@gmail.com

**Resumo:** Uma das maiores fontes de energia disponíveis nas áreas rurais e agroindustriais é a utilização da biomassa, onde a mesma é composta por resíduos de dejetos de animais, e processos industriais. A destinação inadequada dos mesmos pode acarretar sérios problemas para o meio ambiente, como a contaminação, podendo também prejudicar a saúde humana. Esses resíduos podem ser utilizados para produção de energia elétrica através do biogás, produzidos pelos biodigestores biológicos anaeróbios. No presente trabalho objetivou-se analisar alguns tipos de biomassas residuais, da suinocultura, bovinocultura, avicultura e manipueira, visando a produção de biogás oriundos pela biodigestão, destacando os resultados do balanço energético no estado do Paraná com valores referentes ao relatório de balanço de 2010, afim de comparação entre os materiais utilizados.

**Palavras-chaves:** biomassas, energia elétrica, biodigestor anaeróbios.

**Biogas production from waste biomass.**

**Abstract:** One of the biggest sources of energy available in rural and agribusiness is the use of biomass, where it is composed of residues of animal waste, and industrial processes. The improper disposal of these can cause serious problems to the environment, such as pollution, can also harm human health. These residues can be used to produce electricity through biogas produced by the anaerobic biological digesters. In the present study aimed to analyze some types of biomass waste, swine, cattle, poultry and cassava, aiming at the production of biogas from the digestion, highlighting the results of the energy balance in the state of Paraná with figures for the balance report of 2010 in order to compare the materials used.

**Keywords:** biomass, electricity, anaerobic digester.

## Introdução

Há algum tempo as atividades agrícolas, pecuárias e agroindustriais tem desempenhado um papel de grande importância no cenário da economia brasileira. A expansão dessas atividades no país, e a adição de novas tecnologias no manejo e sistemas de produção, tem resultado um aumento na geração de resíduos. Uma das principais fontes que se destacam são os obtidos dos animais, gerados pelos principais rebanhos da suinocultura, bovinocultura, avicultura.

Pode-se designar que biomassa é qualquer material capaz de ser decomposto por ação biológica. É um recurso renovável que provém da massa total de matéria-orgânica que se acumula em um espaço, pertencendo a ela todas as plantas, animais e resíduos. A biomassa pode ser encontrada de diversas formas onde as mais conhecidas são a lenha e os resíduos gerados pelas culturas agrícolas, agroindústrias, criação animal, florestas energéticas e resíduos sólidos municipais (Fernandes, 2012).

Nas propriedades rurais é um problema encontrado pelos agricultores, pois além de afetar o meio ambiente, traz danos que podem prejudicar a saúde dos mesmos por não efetuarem a sua destinação de forma adequada (Barbosa e Langer, 2011).

Segundo Barbosa e Langer (2011) descrevem que os elementos primários da biomassa podem ser convertidos em biogás e em biocombustíveis através de diferentes tecnologias, que por sua vez se transformam em energias térmicas, mecânica e elétrica, sendo utilizadas principalmente como fontes renováveis e sustentáveis de energia.

Esses resíduos apresentam elevada concentração de matéria orgânica, o que torna interessante para tratamentos biológicos como a biodigestão anaeróbia utilizando um biodigestor, no qual segundo Barbosa e Langer (2011), pode-se gerar tanto benefícios ambientais para eliminação de resíduos dispostos de modo irregular, diminuindo a contaminação da água, do solo, e do ar, quanto sociais evitando contato humano e à proliferação de pragas e outras doenças.

Um biodigestor compõe-se, basicamente de uma câmara fechada na qual uma biomassa (em geral dejetos de animais) é fermentada anaerobicamente (sem presença de ar). Como resultado desta fermentação, ocorre a liberação de biogás e biofertilizante.

A transformação dos mesmos em produtos de valores de interesse, pode acarretar uma alternativa de renda nas propriedades, como fornecimento de energia por meio do biogás e adubo através do biofertilizante. As características físico-químicas da biomassa e a sua concentração aplicada é que determinara as características dos subprodutos gerados. A

quantidade de resíduos produzidos pela pecuária depende muito de fatores como peso, idade e espécie do animal.

O único gás de valor econômico e que pode ser usado como fonte de combustível produzido em um digestor anaeróbio é o metano. Este é um gás natural inflamável, inodoro e de queima limpa, puro tem um valor calórico de 9000 Kcal/m<sup>3</sup> (Parzianello, 2011).

Dessa forma, a sustentabilidade no atual modelo de produção rural no Brasil, torna-se viável a partir da inclusão da agroenergia nas propriedades, com base na tecnologia de saneamento ambiental pelo tratamento da biomassa residual em biodigestores (Fernandes, 2012).

Segundo dados do Federação da Agricultura do Estado do Paraná (2011), o Brasil ocupa a terceira posição na produção de suínos, com um plantel de aproximadamente de 38.957.000 milhões de cabeças, um aumento de 2,4% em relação a 2009.

Essa grande concentração de animais por área, conseqüentemente acaba gerando um alto índice de produção de dejetos, fazendo também que essa atividade possa ser considerada um alto poluidor ambiental.

A bovinocultura é a que mais contribui para a degradação do meio ambiente devido ao grande número de animais e conseqüentemente a sua geração de resíduos. Na atividade pecuária, destacam-se as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) através da fermentação entérica, das fezes e óxido nitroso (NO), emitidas pelas fezes e urina (Santos e Nogueira, 2007).

O resíduo da avicultura é uma importante forma de biomassa, a qual pode ser utilizada como fonte primária para a geração de energia elétrica. Com a queima direta desse resíduo, a energia pode ser convertida em trabalho mecânico e potência elétrica (Sordi et al, 2005). Dos 20 municípios brasileiros com maiores alojamentos de frango, seis são paranaenses: Pirai do Sul, Cianorte, Toledo, Dois Vizinhos, Palotina e Cascavel.

A necessidade de aumentar a produção de alimentos para atender a demanda mundial vem estimulando o crescimento dos plantios, assim tem sido o comportamento da cultura de mandioca ao longo das últimas décadas. O resíduo líquido gerado é comumente chamado de manipueira, com um volume médio de 2,6m<sup>3</sup> de água de lavagem de raiz e 3,6m<sup>3</sup> de água de extração de fécula por tonelada de mandioca processada (Inoue, 2008).

Baseando-se dos dados de plantel do relatório da Federação da Agricultura do Estado do Paraná, referente ao ano de 2010, pode-se realizar um balanço energético da produção de dejetos e de biogás. Para cada tipo de resíduo, a quantidade de biogás produzido é variado, pois, depende-se da porcentagem de metano produzido no biodigestor das diferentes biomassas.

### Material e métodos

Para calcular a quantidade de biogás de um determinado resíduo se tem as seguintes equações:

- a) anotar o valor de dejetos do resíduos gerado por dia.
- b) multiplicar esse valor com  $m^3$  de biogás/kg de esterco da tabela no caso dos animais, assim tendo o valor de biogás por dia.
- c) multiplicar o valor de (b) por 30, obtendo o valor de biogás por mês.
- d) dividir valor de (c) por 33, pois  $33m^3$  de biogás = 1 botijão de cozinha, tendo a quantidade de botijões de biogás.
- e) dividir o valor de (c) por 0,6, pois  $0,6 m^3$  biogás = 1kWh, tendo o valor de energia elétrica kw por mês.

Com esses cálculos pode-se saber a quantidade de  $m^3$  de biogás por cabeça, e assim também a quantidade gerada no Paraná de acordo com o ano de 2010.

A Tabela 1 apresenta o potencial de produção de biogás a partir de dejetos de animais.

**Tabela 1.** Potencial de produção de biogás a partir de dejetos de animais

<b>Espécies</b>	<b><math>m^3</math> de biogás/kg de esterco</b>
Poedeiras	0,1
Frangos de corte	0,09
Suínos	0,075
Caprinos	0,065
Bovinos de corte	0,04
Bovinos de leite	0,049
Codornas	0,049

Fonte: FCAV Unesp de Jabotical

## Resultados e discussões

### *Suinocultura*

A geração de dejetos pode ser constituída pelo esterco, urina, resíduos da ração e pela água do bebedouro e da limpeza do local. A quantidade de dejetos de um animal para o outro pode variar, devido a algumas características próprias de fatores zootécnicos, ambientais e dietéticos. A Tabela 2 apresenta as variações das quantidades de dejetos líquidos produzidos de acordo com diferentes fases do sistema de criação.

**Tabela 2.** Produção média de dejetos de acordo com as fases do suíno

<b>Fases do Sistema de Produção</b>	<b>Esterco de (kg/dia)</b>	<b>Esterco Urina (kg/dia)</b>	<b>+ Dejetos Líquidos (L/dia)</b>	<b>Esterco + Urina (m<sup>3</sup>/animal/mês)</b>	<b>Dejetos Líquidos (m<sup>3</sup>/animal/mês)</b>
Suínos (25 a 100 kg)	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
Gestação	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
Lactação	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
Macho	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
Creche	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Fonte: Fernandes (2012).

Como um suíno na faixa de peso de 25 kg - 100 kg pode chegar a produzir 2,30 kg de esterco por dia, e o estado possuía no ano de 2010 cerca de 5,096.224 cabeças, a Tabela 3 apresenta o balanço energético da suinocultura.

A composição dos dejetos está relacionada ao sistema de manejo adotado podendo ter grandes alterações de concentrações dos elementos, influenciado por fatores como, espécie do animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, entre outros. A concentração de nutrientes nos dejetos varia em função do teor de sólidos, onde o mesmo é composto por nitrogênio, fósforo e potássio. Pela sua maior concentração corresponde ao nitrogênio, esse nutriente pode ser aplicado na agricultura, em forma de fertilizantes (produto

da biomassa), para a correção do solo, porém a sua aplicada em altas doses pode apresentar contaminações em lençóis freáticos.

**Tabela 3.** Balanço energético da suinocultura

	<b>m<sup>3</sup> de biogás por cabeça</b>	<b>m<sup>3</sup> de biogás no Paraná</b>
Resíduos gerado por dia	2,30 kg de dejetos	11,721.315 kg de dejetos
Valor de biogás por dia	0,1725 m <sup>3</sup> de biogás/dia	879.100 m <sup>3</sup> de biogás/dia
Valor de biogás por mês	5,175 m <sup>3</sup> de biogás/mês	26,372.960 m <sup>3</sup> de biogás/mês
Quantidade de botijões de biogás	0 de botijões	799 botijões
Valor de energia elétrica kwh por mês	8,63 kWh/mês	3,954.932 kWh/mês

#### *Bovinocultura*

A composição do esterco é variável, sendo influenciada por fatores como espécie do animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, e o tratamento dado ao esterco, etc. O seu dejetos é principalmente composto por Nitrogênio, Fósforo e Potássio, (Santos & Nogueira, 2007). A Tabela 4 apresenta dados sobre a produção diária de esterco.

**Tabela 4.** Produção diária de esterco (fezes + urina)

<b>Peso do animal</b>	<b>Produção total de esterco</b>	<b>Conteúdo em nutrientes (g/dia)</b>		
		(N)	(P2O5)	(K 2O)
(kg)	(m3/dia)			
68	0,01	27,2	10,4	21,8
113	0,01	45,4	20,8	38,2
227	0,02	90,7	37,4	76,5
454	0,04	186	75,9	147,5
635	0,05	258,5	106	207,6

Fonte: (Santos e Nogueira, 2007).

Em novilhos super precoce, no qual são destinados para a engorda em confinamento, são alimentados com dietas concentradas, recebendo leite e subprodutos, onde seus dejetos acabam sendo mais líquidos do que de outros animais, podendo gerar numa produção diária cerca de 7,5 L por cabeça.

Para um animal com peso em média de 300 kg vivo, sua produção diária de esterco é equivalente ente 10-15kg por cabeça, e o Paraná possuía no ano de 2010 cerca de 9,411.380

cabeças, tem-se, considerando 10kg por cabeça, a Tabela 5 apresenta o balanço energético para a bovinocultura.

**Tabela 5.** Balanço energético da bovinocultura

	<b>m<sup>3</sup> de biogás por cabeça</b>	<b>m<sup>3</sup> de biogás no Paraná</b>
Resíduos gerado por dia	10 kg de dejetos	94,113.80 kg de dejetos
Valor de biogás por dia	0,4 m <sup>3</sup> de biogás/dia	3,764.555 m <sup>3</sup> de biogás/dia
Valor de biogás por mês	12 m <sup>3</sup> de biogás/mês	112,936.668 m <sup>3</sup> de biogás/mês
Quantidade de botijões de biogás	0 de botijões	3422 botijões
Valor de energia elétrica kWh por mês	20 kWh/mês	188,227.78 kWh/mês

#### *Avicultura*

Segundo trabalho proposto por Parzianello, para cada frango é produzindo 1,796 kg de biomassa (esterco + cama)por dia, sendo que somente o dejetos de esterco sólido corresponde a 0,18 kg por cabeça/dia.

O Paraná em 2010 chegou a ter 2,799.000 milhões de animais. A Tabela 6 apresenta o balanço energético da avicultura.

**Tabela 6.** Balanço energético da avicultura

	<b>m<sup>3</sup> de biogás por cabeça</b>	<b>m<sup>3</sup> de biogás no Paraná</b>
Resíduos gerado por dia	0,18 kg de dejetos	503.820 kg de dejetos
Valor de biogás por dia	0,0162 m <sup>3</sup> de biogás/dia	45.343 m <sup>3</sup> de biogás/dia
Valor de biogás por mês	0,486 m <sup>3</sup> de biogás/mês	1,360.314 m <sup>3</sup> de biogás/mês
Quantidade de botijões de biogás	0 de botijões	41 botijões
Valor de energia elétrica kWh por mês	0,81 kWh/mês	2,267.190 kWh/mês

No município de Toledo-PR, pode ser instalada uma planta de geração termelétrica com a maior capacidade de energia da região, 8.900 kw. Esse município possui um grande frigorífico abatedor que poderia utilizar o resíduo para gerar energia elétrica e calor para suas

instalações. O potencial técnico da cama de aviário na Região Oeste do Paraná representa 3,3% da potência total instalada de geração de energia elétrica via biomassa no Brasil.

### *Manipueira*

A disposição de efluentes líquidos sem tratamento prévio diretamente no ambiente ainda é uma prática encontrada, no entanto, o problema do despejo destes resíduos agrava-se em virtude da concentração destas indústrias em certas regiões do país, como no Paraná, ocasionando alterações ambientais como, por exemplo, o mau cheiro, a mortalidade de peixes e bovinos, além de uma acentuada deterioração da água dos rios receptores.

A Tabela 7 apresenta a produção de fécula de mandioca em alguns estados brasileiros.

**Tabela 7.** Fécula de mandioca – produção em estados selecionados (2010)

<b>Estados</b>	<b>Produção(t)</b>	<b>Percentual</b>
Paraná	404.260	74,6
Mato Grosso do Sul	80.800	14,9
São Paulo	50.730	9,4
Santa Catarina	5.860	1,1
Goiás	560	0,1
Brasil	542.210	100

Fonte: CEPEA, SEAB/DERAL

Além do grande volume gerado, este resíduo apresenta um elevado teor poluente devido à presença de carboidratos e do ácido cianídrico proveniente da hidrólise de glicosídeo cianogênico presentes na mandioca.

O resíduo líquido gerado se tem um volume médio de 2,6m<sup>3</sup> de água de lavagem de raiz e 3,6m<sup>3</sup> de água de extração de fécula por tonelada de mandioca processada. Segundo Giongo, 2011, em seu estudo relatou que em 17 dias de produção do biogás através deste resíduo, o valor do gás ao final do processo foi somente de 215 mL.

### **Conclusão**

Os aspectos relatados permitem mostrar a importância da existência de um tratamento adequado aos dejetos da agricultura, e agroindustriais, onde os resíduos gerados

nestes, quando não tratados de forma correta, podem trazer grandes problemas ao meio ambiente e a sociedade como a poluição e contaminação, acarretando risco à saúde humana. A utilização dos biodigestores traz uma excelente alternativa da destinação dos mesmos, podendo gerar subprodutos de grande interesse econômico.

Para cada tipo de resíduo a quantidade de biogás produzido é variado, pois depende da composição de cada dejetos em relação a sua concentração de compostos, e de fatores zootécnicos do animal.

O produtor pode fazer da utilização desses resíduos uma possibilidade de geração de energia, com a utilização do biogás, para o suprimento de sua propriedade, para o seu consumo, ou também na utilização de energia para o aquecimento dos animais, como exemplo no aviário.

De acordo com as análises obtidas neste trabalho, pode-se observar que o resíduo no qual se tem maior produção e quantidade de biogás por mês é através da Bovinocultura com a geração 12 m<sup>3</sup> de biogás/mês por cabeça, onde é a atividade que se teve maior produção de resíduos e de rebanho, inclusive no Paraná. A energia gerada por esse gás é equivalente de 20 Kwh/mês. O resíduo que obtém menor produção da quantidade de biogás é a manipueira, devido as suas características no mesmo.

### Referências

BARBOSA, G., LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unesc & Ciência - ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87 – 96, 2011.

FAEP. Federação da Agricultura do Estado do Paraná. **FAEP avalia a produção agrícola no Paraná e Pecuária municipal 2010 do IBGE**. Estado do Paraná, 2011.

FERNANDES, D. M. **Biomassa e biogás da suinocultura**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2012.

GIONGO, C. **Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, 2011.

INOUE, K. R. A. **Produção de Biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do Biofertilizante obtido na digestão da manipueira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008.

PARZIANELLO, J. E. **Avaliação da biodigestão anaeróbia da mistura de resíduos avícolas e lácteos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, 2011.

SANTOS, I. A., NOGUEIRA, L. A. 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, 2007.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012. Mandiocultura**. Estado do Paraná, 2011.

SORDI, A., SOUZA, S. N. M., OLIVEIRA, F. H. Biomassa gerada a partir da produção avícola na região Oeste do Estado do Paraná: uma fonte de energia. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 183-190, 2005.

---

**Recebido para publicação em:** 14/04/2013

**Aceito para publicação em:** 21/08/2013