

Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: Uma abordagem do custo de geração da energia

Anderson Catapan (UFPR) - andecatapan@yahoo.com.br

Dariane Cristina Catapan (FATEC) - darianecatapan@yahoo.com.br

Edilson Antonio Catapan antonio Catapan (COPEL) - catapan@copel.com

Resumo:

A suinocultura já conhecida por sua elevada produção de dejetos possui elevado nível poluidor, entretanto, a reversão do quadro, transformando o “problema resíduo” em uma “solução energética”, por meio de biodigestores, deixa de ser uma retórica, com a iniciativa de alguns produtores. O presente trabalho busca estudar o impacto da composição do biogás em biodigestores, além de apresentar um estudo do custo da energia elétrica gerada a partir dos dejetos de suínos. O trabalho foi desenvolvido em 3 granjas localizadas em municípios do Paraná e incluiu coleta e análise do biogás através do uso do kit biogás, desenvolvido pela EMBRAPA. Também envolveu as revisões bibliográficas referentes à problemática ambiental gerada pelos dejetos suínos e o uso de biodigestores para tratamento de efluentes suínos. As análises da composição do biogás mostraram que as melhores médias esperadas para o gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), os principais gases do biogás, foram respectivamente 37,58 % (20-40%) e 62,43 % (60-80%). O uso do biodigestor tem papel fundamental na suinocultura atual, visto que proporciona a produção do biogás com uma composição rica em gases de grande potencial gerador de energia elétrica.

Palavras-chave: *Biogás; Biodigestores; Energia Elétrica.*

Área temática: *Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios*

Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: Uma abordagem do custo de geração da energia

Resumo

A suinocultura já conhecida por sua elevada produção de dejetos possui elevado nível poluidor, entretanto, a reversão do quadro, transformando o “problema resíduo” em uma “solução energética”, por meio de biodigestores, deixa de ser uma retórica, com a iniciativa de alguns produtores. O presente trabalho busca estudar o impacto da composição do biogás em biodigestores, além de apresentar um estudo do custo da energia elétrica gerada a partir dos dejetos de suínos. O trabalho foi desenvolvido em 3 granjas localizadas em municípios do Paraná e incluiu coleta e análise do biogás através do uso do kit biogás, desenvolvido pela EMBRAPA. Também envolveu as revisões bibliográficas referentes à problemática ambiental gerada pelos dejetos suínos e o uso de biodigestores para tratamento de efluentes suínos. As análises da composição do biogás mostraram que as melhores médias esperadas para o gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), os principais gases do biogás, foram respectivamente 37,58 % (20-40%) e 62,43 % (60-80%). O uso do biodigestor tem papel fundamental na suinocultura atual, visto que proporciona a produção do biogás com uma composição rica em gases de grande potencial gerador de energia elétrica.

Palavras-chave: Biogás. Biodigestores. Energia Elétrica.

Área Temática: Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios.

1 Introdução

Os países desenvolvidos têm sua economia baseada em uma fonte de energia de origem fóssil que, era considerada inesgotável. Porém, o grande crescimento da população mundial, requer necessidade de atender a um alto consumo de energia e gera fortes pressões sobre os setores industrial e agropecuário, forçando-os a produzirem cada vez mais para atender à crescente demanda, sem que houvesse, no entanto, maiores cuidados com o meio ambiente e sem se preocupar com a utilização dos recursos naturais que são finitos. Por essa razão, a busca constante por fontes alternativas e renováveis de energia, tem se intensificado.

Algumas fontes renováveis de energia já estão sendo utilizadas, porém existem ainda fontes pouco exploradas, tais como: a energia solar, energia eólica e a biomassa. A biomassa é definida como qualquer material que tem a propriedade de se decompor por efeito biológico, ou seja, pela ação de diferentes tipos de bactérias (CONDEBELLA, 2005).

A biomassa resultante da produção de suínos, considerada grande fonte de poluição que pode ser fonte de riqueza, merece destaque no Brasil, cuja população de suínos, de acordo com o IBGE (2008) é de 36.819.017 cabeças de suínos, com variação anual de 2,4% do ano de 2007 para 2008.

Segundo Kunz, Higarashi e Oliveira (2005) a suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor. Isto obviamente requer uma rápida mudança na maneira de pensar o manejo e controle ambiental deste modelo de produção, haja vista que o manejo ambiental deve acompanhar o salto tecnológico que se mostra na produção, devido a complexidade dos problemas que apresentam (KUNZ, 2005).

A relevância do projeto se pauta na asserção de que vivemos em um país com características agropecuárias, com grande produção de suínos, assim devemos nos preocupar com o meio ambiente, pois os dejetos desses animais, se não tratados, são fontes poluidoras nocivas ao meio ambiente.

O biogás surge pela decomposição dos resíduos orgânicos depositados em biodigestores, que são uma alternativa de tratamento para os dejetos da suinocultura, e tem como principal componente o gás metano (CH₄). Este gás, por sua vez, é um dos principais gases causadores do efeito estufa devido ao seu elevado potencial para alterar o sistema climático mundial. Esse projeto busca enfatizar que a criação de suínos é um forte agente poluidor, pois segundo Konzen (1983) cada suíno produz mensalmente 0,27 m³ de dejetos.

Frente a essa preocupação, o presente trabalho busca estudar o impacto da composição do biogás em biodigestores, além de apresentar um estudo do custo da energia elétrica gerada a partir dos dejetos de suínos. Ele se divide em cinco sessões. Inicia na presente sessão, apresentando a introdução do mesmo. Então, passamos para a revisão teórica sobre o assunto abordado. Após isto a metodologia usada é demonstrada, e logo em seguida os resultados são apresentados. Finaliza-se, então, com as considerações finais acerca do mesmo.

2 Revisão teórica

A presente sessão, conforme pode-se observar abaixo, está subdividida em 4 sub-sessões, as quais: fatores que interferem nas características dos dejetos de suínos, biodigestores e biogás, eficiência da conversão do biogás em energia elétrica e definições estatísticas.

2.1 Fatores que interferem nas características dos dejetos de suínos

O manejo dos dejetos é parte integrante de qualquer sistema produtivo de criação de animais e deve estar incluído no planejamento da construção ou modificação das instalações.

Um dos principais problemas do manejo de dejetos é o alto grau de diluição, para tanto foi desenvolvida uma recomendação prática, onde a quantidade de dejetos é estimada de acordo com o sistema produtivo utilizado pelo produtor e com o grau de desperdício da água, seja por desperdício pelos bebedouros, pelo excesso de água de limpeza ou pela penetração da água de chuva na granja.

A densidade dos dejetos que varia conforme número e categoria dos animais, o tipo de piso, o tipo de bebedouro, tipo de alimentação, quantidade de água ingerida, a tipologia da edificação em relação ao sistema de manejo de dejetos, sendo interno ou externo, com ou sem cobertura, e o manejo de água para limpeza determinam o volume de dejetos líquidos produzidos.

2.2 Biodigestores e biogás

Os biodigestores destacam-se como uma das opções de tecnologias para o reaproveitamento dos dejetos suínos, minimizando os impactos ambientais causados pela suinocultura e permitindo a geração distribuída de energia elétrica, através da produção de biogás. Além disto, possibilita uma nova opção de receita à propriedade.

O biogás é um subproduto com grande potencial de utilização na forma de combustível renovável. Segundo Kunz, Oliveira e Piccinin (2007) para que o biogás possa ser aproveitado com maior rendimento é recomendável que o técnico ou o produtor conheça a composição do biogás gerado no biodigestor. Esta condição pode ser validada através da análise quantitativa dos gases presentes no biogás. Os valores obtidos auxiliarão na tomada de decisão para o ajuste de equipamentos, a fim de melhorar a eficiência destes.

A composição média da mistura do biogás pode ser variável, como se observa na Tabela 1, mas geralmente, segundo Kunz, Oliveira e Piccinin (2007), a composição é de aproximadamente 50-80% de CH₄ e o restante gás carbônico (CO₂) em volume, além de 100 ppmV de amônia (NH₃) e 500 ppmV de ácido sulfídrico (H₂S), um dos principais responsáveis pelo mau cheiro.

Tabela 1 – Composição típica do biogás

Gás	Símbolo	Concentração no biogás (%)
Metano	CH ₄	50-80
Dióxido de Carbono	CO ₂	20-40
Hidrogênio	H ₂	1-3
Nitrogênio	N ₂	0,5-3
Gás Sulfídrico e Amônia	H ₂ S, NH ₃	1-5

Fonte: Adaptado de Barrera (1993)

Sabendo que 1m³ de esterco produz em torno de 0,5 m³ de biogás (OLIVEIRA, 1993), pode-se estimar o poder energético do esterco de suínos através da conversão de biogás em kWh gerado pelas granjas.

O kit Biogás Portátil segundo método desenvolvido por Kunz e Sulzbach (2007), permite o monitoramento diário dos principais constituintes do biogás, de modo rápido, fácil e eficiente. As análises colorimétricas (Amônia e Gás Sulfídrico) utilizam um sistema de comparação visual com cartela de cores. A determinação de gás carbônico e metano são realizados por um analisador de diferença de volume.

2.3 Eficiência da conversão do biogás em energia elétrica

De acordo com a Tabela 2, para Santos (2000), 1 m³ de biogás equivale a 6,5 kWh. Segundo Condebella (2005), determina-se que a eficiência de transformação de biogás em energia elétrica é dada pela razão entre a energia produzida pela equivalência de 1m³ de biogás, ou seja: Eficiência (%) = (energia produzida kWh/m³ / 6,5 kWh/m³) * 100.

Tabela 2 – Equivalência energética do biogás com outras fontes de energia.

Energético	Ferraz e Mariel (1980)	Sganzerla (1983)	Nogueira (1986)	Santos (2000)
Gasolina (L)	0,61	0,613	0,61	0,6
Querosene (L)	0,58	0,579	0,62	-
Diesel (L)	0,55	0,553	0,55	0,6
GLP (kg)	0,45	0,454	1,43	-
Álcool (L)	-	0,79	0,8	-
Carvão M. (kg)	-	0,735	0,74	-
Lenha (kg)	-	1,538	3,5	1,6

Eletricidade (kWh)	1,43	1,428	-	6,5
-----------------------	------	-------	---	-----

Fonte: Adaptado de Ferraz e Maciel (1980), Sganzerla (1983), Nogueira (1986) e Santos (2000).

Segundo a Escola de Governo do Paraná (2009), o preço médio pago pela empresa por este tipo de energia varia de R\$ 134,21 á R\$ 135,91 por kWh gerado. Este é o chamado potencial econômico da produção de biogás.

2.4 Definições estatísticas

Para interpretação dos resultados sobre a composição do biogás, os valores encontrados passaram por análise estatística de média, variância e desvio padrão.

A média corresponde a um valor representativo do centro geométrico de um conjunto de dados, apresentando um valor único e utilizando todos os dados analisados no seu cálculo (BRUNI, 2008), representada pela fórmula:

$$\frac{\sum (x_i)}{N_i}$$

O desvio padrão corresponde à raiz quadrada da variância, ou à raiz quadrada do somatório do quadrado da diferença entre os elementos de um conjunto e a sua média aritmética, posteriormente dividido pela quantidade de números do conjunto (BRUNI, 2008), representado pela fórmula:

$$\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

A variância corresponde ao somatório do quadrado da diferença entre cada elemento e sua média aritmética, posteriormente dividido pela quantidade de elementos do conjunto (BRUNI, 2008).

3 Metodologia

No período de Agosto de 2009 à Julho de 2010, realizaram-se visitas em três granjas, com a principal atividade sendo a produção de suínos, cujos sistemas de produção se baseavam em ciclo completo (duas granjas) e terminação (uma granja). A localização geográfica de cada granja é respectivamente: no Município de Lapa-PR, com 515 há; Município de Carambeí-PR, com 1800 há e Município de Castro-PR, com 125 há.

Este estudo de natureza qualitativa teve como método de investigação a análise do biogás através do Kit Biogás desenvolvido pela EMBRAPA pela concentração de gás metano (CH₄), de amônia (NH₃) e de gás sulfídrico (H₂S), segundo método desenvolvido por Kunz e Sulzbach (2007), análise estatística dos valores de composição do biogás e atualizações de bibliografias sobre o tema.

4 Resultados

Sobre a composição do biogás, na Granja 1, as concentrações de NH₃ variaram conforme Figura 1 (ppmV= partes por milhão por volume). O número de observações foram 14 (em todas as granjas), dentro delas, em 5 observações foi encontrado concentração de zero,

em 3 das análises foi encontrado concentração de 15 ppmV e em 6 análises foi encontrado concentração de 175 ppmV. Na mesma Granja, as concentrações de H₂S variaram conforme Figura 2, o número de observações foram as mesmas, dentro delas, em 13 observações foi encontrado concentração de 610 ppmV, representando 92,86 % e em apenas 1 das análises foi encontrado concentração de 460 ppmV, representando 7,14 %.

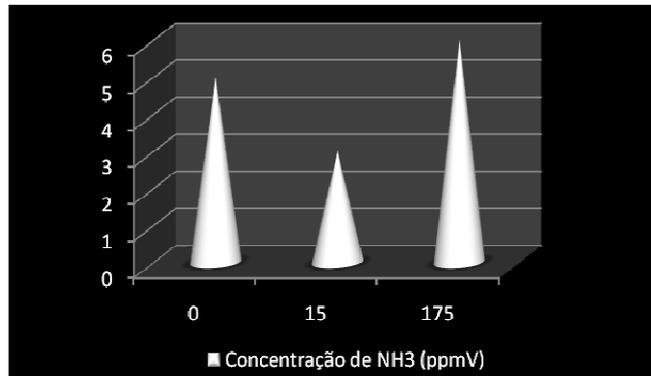


Figura 1 – Concentração de NH₃

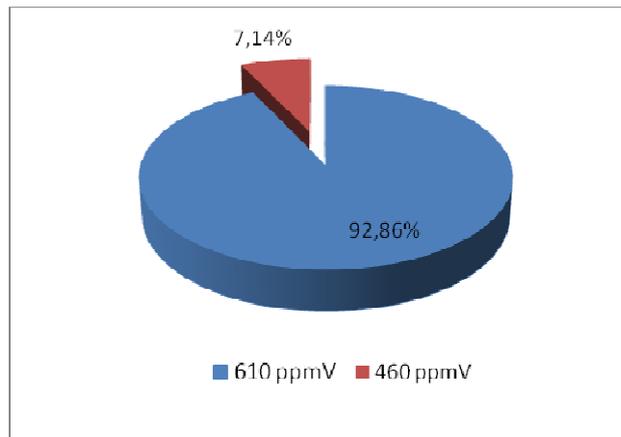


Figura 2 – Concentração de H₂S

A porcentagem (%) de CO₂ e CH₄, da mesma Granja, pode ser observada na Figura 3, sendo eles os gases mais importantes na composição do biogás.

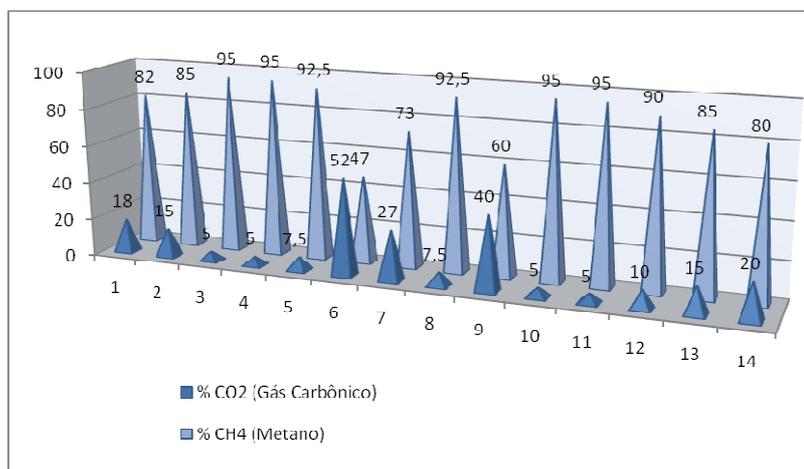


Figura 3 – Concentração (%) de CO₂ e CH₄ presentes no biogás coletado

Em relação ao comportamento em % do CO₂, a média encontrada foi 16,57; o desvio padrão foi 13,82 e a variância foi 191,07. No comportamento em % do CH₄, a média encontrada foi 83,36; o desvio padrão foi 14,54 e a variância foi 211,29.

Em relação à Granja 2, as concentrações de NH₃ variaram conforme Figura 4. Em 7 observações foi encontrado concentração de zero, em 5 das análises foi encontrado concentração de 15 ppmV e em 2 análises foi encontrado concentração de 175 ppmV.

Em relação à mesma Granja, a concentração de H₂S não sofreu variação. Em todas as análises foram encontradas concentrações de 610 ppmV, representando 100 %.

A porcentagem (%) de CO₂ e CH₄, da mesma Granja, pode ser observada na Figura 5.

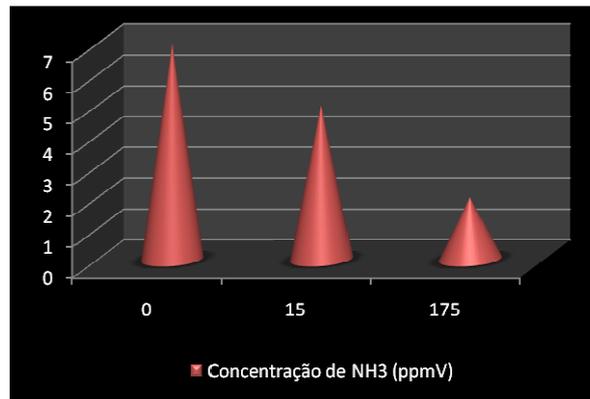


Figura 4 – Concentração de NH₃

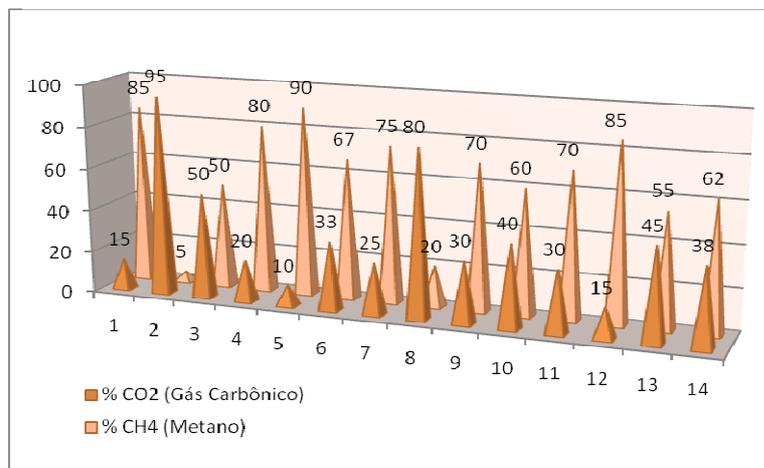


Figura 5 – Concentração (%) de CO₂ e CH₄ presentes no biogás coletado

Em relação ao comportamento em % do CO₂, a média encontrada foi 37,58; o desvio padrão foi 23,45 e a variância foi 549,67. No comportamento em % do CH₄, a média encontrada foi 62,43; o desvio padrão foi 24,33 e a variância foi 591,96.

Na Granja 3, as concentrações de NH₃ variaram conforme Figura 6. Em 10 observações foi encontrado concentração de 15 ppmV e em 4 análises foi encontrado concentração de 175 ppmV.

Em relação à mesma Granja, as concentrações de H₂S variaram conforme Figura 7. Em 13 observações foi encontrado concentração de 610 ppmV, representando 92,86 %; em apenas 1 das análises foi encontrado concentração de 460 ppmV, representando 7,14 %.

A porcentagem (%) de CO₂ e CH₄, da mesma Granja, pode ser observada na Figura 8.

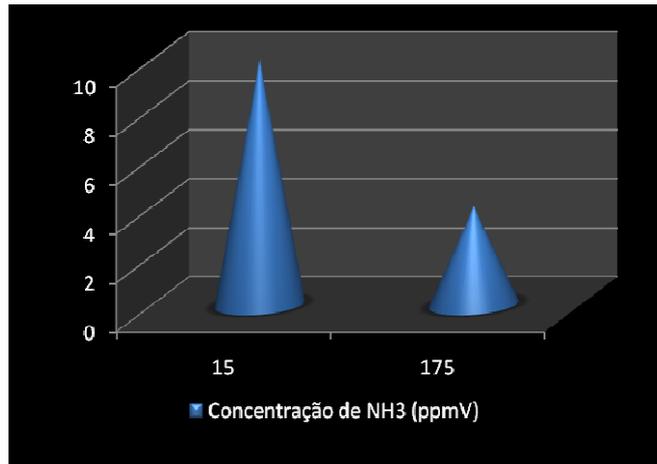


Figura 6 – Concentração de NH3

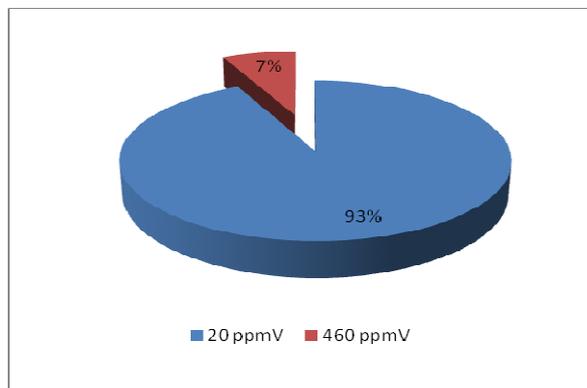


Figura 7 – Concentração de H2S

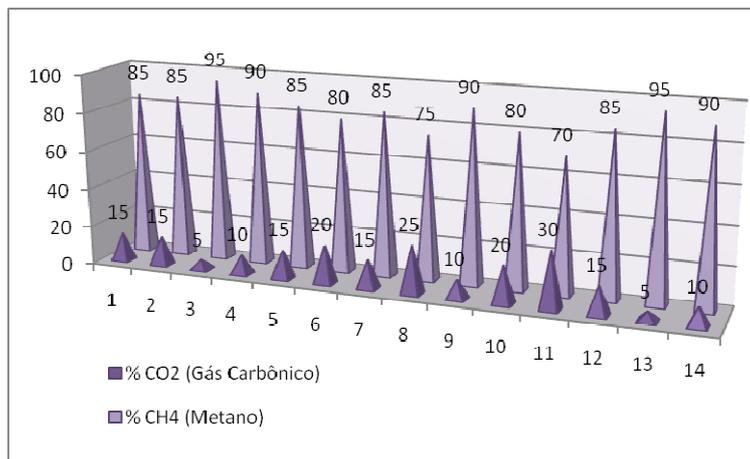


Figura 8 – Concentração (%) de CO2 e CH4 presentes no biogás coletado

Em relação ao comportamento em % do CO2, a média encontrada foi 15; o desvio padrão foi 6,81 e a variância foi 46,43. No comportamento em % do CH4, a média encontrada foi 85; o desvio padrão foi 7,07 e a variância foi 50.

5 Considerações finais

De acordo com a Tabela 1, a composição do biogás dessas granjas foi variável, porém a granja 2 foi a qual está de acordo com a literatura citada para composição do biogás,

com média 37,58 para % CO₂ (20-40) e 62,43 para % CH₄ (60-80), logo o CH₄ que contribui para o poder calorífico do gás, quanto maior ele for, melhor.

Também a composição de H₂S, que é responsável pela corrosão, deve ser baixa, pois quanto menor é sua concentração, melhor para aumentar a vida útil do processo, portanto a granja 1 têm o melhor parâmetro para este gás. Ou a concentração de NH₃, um gás que tem implicações ambientais e contribui, por exemplo, para a chuva ácida, portanto seu teor deve ser baixo. A granja que possui menor teor para esse gás é a granja 2.

De acordo com a Tabela 2 e Escola de Governo do Paraná (2009) o potencial econômico da granja 1 é R\$ 248.848,44 (1.851 kWh x 134,444) e o da granja 2 é R\$ 1.436.625,8 (10.686 kWh x 134,44), na granja 3 como não pode ser estimada a produção de biogás por falta de equipamentos, torna-se impossível o cálculo de receita econômica.

A produção total de dejetos em granjas de suínos é muito variável, dependendo principalmente do número e categoria dos animais, instalações e equipamentos e manejo de limpeza adotado em cada granja, determinando maior ou menor quantidade de água utilizada.

A determinação do volume e da composição dos dejetos tem papel fundamental para o planejamento e estabelecimento de programas e técnicas de tratamento e armazenamento de dejetos, além da agregação de valor aos esterco produzidos.

O interesse no aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados nas suinoculturas tem aumentado, pelo aproveitamento energético do biogás indicando a existência de um potencial para que se desenvolvam métodos que possibilitem às propriedades tornarem-se energeticamente independentes.

No trabalho ficou evidenciada a importância da coleta biogás em biodigestores, para análise e avaliação da eficiência do biogás em seu conteúdo energético aproveitado na própria atividade, em aquecimento, geradores de energia elétrica, etc.

A preocupação central do presente trabalho, considerando-se todas as especificidades relacionadas à suinocultura desenvolvida nas regiões citadas, foi a de melhor caracterizar o fenômeno ambiental decorrente da atividade suinícola, a utilização dos biodigestores no meio rural como forma de atenuar os impactos gerados pelos dejetos, análise da composição do biogás e respectiva produção de biogás com potencial de receita econômica.

Referências

BARRERA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. São Paulo: Ícone, 1993. 106 p.

BRUNI, Leal Adriano. **Estatística Aplicada à Gestão Empresarial**. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 45 e 66 p.

CONDEBELLA, Anderson. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação e propriedades rurais**. Cascavel: UNIOESTE, 2005. 10 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

ESCOLA DE GOVERNO DO PARANÁ, Apresentação em 19.02.2009. Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental.

FERRAZ, J. M. G.; MARIEL, I. E. **Biogás, uma fonte alternativa de energia**. Brasil, 1980. 27 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 2007-2008. Disponível em: <

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/defaulttabzip.shtm>>. Acesso em 20/06/10.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA - CNPSA. Circular Técnica, 6).

KUNZ, Airton; HIGARASHI, Martha Mayumi; OLIVEIRA, Paulo Armando de. **Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, n. 3, set./dez. 2005.

KUNZ, Airton; OLIVEIRA, Léo de; PICCININ, Luciana Sonza. **Manual de Análise do Biogás**. Florianópolis: Alfabeta, 2007.

KUNZ, Airton. **Comparativo de Custos de Implantação de Diferentes Tecnologias de Armazenagem/Tratamento e Distribuição de Dejetos de Suínos**. Circular técnica, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, v. 24, 2005.

KUNZ, A., SULZBACH, A. **Kit biogás portátil**. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2007. 2 p. http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=1068. Acesso em 20/02/2009.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão**: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986.

OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA., 1993. 188 p. (EMBRAPA CNPSA.Documento, 27).

SANTOS, P. **Guia técnico de biogás**. Portugal: Centro para a Conservação de Energia, 2000.

SGANZERLA, E. **Biodigestor**: uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.