

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA ALTERNATIVO DE PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS OBTIDO PELA DIGESTÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS<sup>1</sup>

Rosangela Dala Possa<sup>2</sup>, Camilo Freddy Mendoza Morejon<sup>3</sup>, Reinaldo Bariccatti<sup>4</sup>, Edilson Ferreira<sup>5</sup>, Vivian Oliveira<sup>6</sup>

**RESUMO:** No presente trabalho foi construído e estudado o desempenho de uma coluna de adsorção alternativa para melhoria da qualidade de um biogás obtido a partir de dejetos suínos. Foram realizadas análises cromatográficas do biogás "in natura" (BN) e purificado (BP). Os resultados mostram que a coluna apresentou eficiência na redução de dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e umidade. A concentração final de sulfeto de hidrogênio (altamente corrosivo) após a purificação foi menor do que 0,0005 ppm (imperceptível).

**PALAVRAS-CHAVE:** DIGESTÃO ANAERÓBICA, METANO, PURIFICAÇÃO, GÁS SULFÍDRICO.

## PERFORMANCE ANALYSIS OF AN BIOGAS PURIFICATION ALTERNATIVE SYSTEM OBTAINED FROM THE DIGESTION PIG DEJECTION

**ABSTRACT:** In the present work it was built and studied the performance of an adsorption alternative column for improvement of the quality of a biogas obtained from the pig dejections. Chromatographical Analyses of the biogas "in natura" (BN) and purified (BP) was accomplished. The results show that the column presented efficiency in the reduction of carbon dioxide, hydrogen sulfide and water. The final concentration of hydrogen sulfide (highly corrosive) after the purification it was smaller than 0,0005 ppm (imperceptible).

**KEYWORDS:** ANAEROBIC DIGESTER, METHANE, PURIFICATION, HYDROGEN SULFIDE.

## INTRODUÇÃO

Biogás é um tipo de mistura gasosa composta de metano, sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono e água produzido naturalmente em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez. Atualmente esta mistura gasosa é classificada como biocombustível por ser oriunda de uma fonte de energia renovável (ANGONESE, 2006).

Esse combustível pode ser produzido artificialmente pelo uso de um biodigestor anaeróbico. Seu principal componente o CH<sub>4</sub>, não tem cheiro, cor ou sabor, mas os outros gases presentes conferem-lhe um odor desagradável. O material de partida para a produção de biogás

<sup>1</sup> Artigo original e inédito, e não está sendo avaliado para publicação por outra revista/evento.

<sup>2</sup> Tecnóloga, Controle de Processos Químicos, Aluna pesquisadora, Unioeste campus Toledo, livelly@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutor, Engenheiro Químico, PEQ campus Toledo, Unioeste campus Toledo

<sup>4</sup> Doutor, Químico, EQ Campus Toledo, Unioeste Campus Toledo.

<sup>5</sup> Mestre, Químico, COQUI, Campus Pato Branco, UTFPR Campus Pato Branco.

<sup>6</sup> Tecnóloga em controle de processos químicos.

pode ser resíduo da produção vegetal (restos de cultura), produção animal (esterco e urina) ou da atividade humana (como fezes, urina e lixo doméstico). O biogás pode ser usado como combustível em substituição ao gás natural ou ao gás liquefeito de petróleo (GLP), ambos extraídos de reservas minerais. (SOUZA, 2008).

Atualmente citam-se como vantagens o uso no conforto térmico de residências em geral, em fogões industriais, nas agroindústrias e em estufas na produção vegetal, também se utiliza na geração de energia elétrica. Como desvantagem tem-se baixo o rendimento no poder calorífico, além da sua inflamabilidade na forma "in natura". Para ser utilizado, este gás deve passar por um processo de purificação, para remoção do gás sulfídrico (altamente corrosivo), do CO<sub>2</sub> e do vapor d água.

A preocupação com os dejetos de suínos é de extrema importância, pois o mercado de suínos está em contínuo crescimento. Segundo a EMBRAPA (2003) o Brasil ocupa atualmente a 4ª posição dos principais países produtores de carne suína com 2.772 mil toneladas, ficando atrás somente da China, União Européia e Estados Unidos, e concorre diretamente com o Canadá para manter essa classificação.

No primeiro trimestre de 2007, 6,5 milhões de unidades de suínos foram abatidos no Brasil. Esse número representou um aumento de 11,1% em relação ao mesmo período de 2006, e de 2,6% frente ao quarto trimestre do mesmo ano. Em volume abatido, o Sul continua com a maior participação (69,1%). Em seguida, vem o Sudeste (17,1%) e o Centro-Oeste (11,9%). O principal estado abatedor de suínos é Santa Catarina, com 27,1% do total nacional. Destaque também para o Rio Grande do Sul (25,8%) e Paraná (16,1%). (IBGE, 2007).

Com o aumento da população de suínos no Brasil, com a perspectiva de crescimento para os próximos anos e com a implantação de novos projetos no setor, torna-se necessária a adoção de métodos e técnicas para manejar, estocar, tratar, utilizar e dispor dos resíduos, dentro do sistema de produção, com o objetivo da manutenção da qualidade ambiental, reutilização dos resíduos em outros sistemas agrícolas e maior rentabilidade na produção (PERDOMO, 2001).

Considerando-se a disposição desse material em solo, afirmou-se que o esterco de suíno funciona apenas como condicionador do solo, pois, na verdade, tem baixas concentrações de N, P e K, comparadas às dos adubos químicos. Além disso, a operação de aplicação direta no solo é extremamente complicada e se não há finalidade fertilizante, há que se considerar a ocupação de áreas para acúmulo e, por fim, o aspecto visual bastante desagradável (ANGONESE, 2006).

Além da produtividade e competitividade econômica, qualquer sistema de produção deve primar pela proteção ambiental, não somente pela exigência legal, mas também por proporcionar maior qualidade de vida à população rural e urbana. Para diminuir os riscos envolvidos na reciclagem dos dejetos e a disseminação de organismos potencialmente prejudiciais a humanos, animais e/ou ao ambiente, além dos cuidados sanitários aplicados aos rebanhos, mostra-se prudente assegurar um tempo mínimo de retenção para a decomposição dos dejetos em sistemas anaeróbios ativos, antes do uso como fertilizante (SOUZA et al., 2009).

Os dejetos de suínos são uns compostos multinutrientes, cujos elementos encontram-se em quantidades desproporcionais em relação aos assimilados pelas plantas. O conjunto das concentrações de N, P e K nos resíduos é o maior responsável pela eutrofização dos cursos d água, fenômeno que corresponde ao aumento da atividade vegetal aquática com alta demanda de oxigênio. Quando os dejetos são aplicados ao solo com base na demanda total das plantas, de qualquer um dos elementos N-P-K, os demais geralmente estarão em excesso (SOUZA, 2005).

O conhecimento das características dos dejetos dos animais é essencial para o projeto dos sistemas de tratamento e para a avaliação das conseqüências negativas do manejo e da disposição inadequada desse resíduo, como o lançamento direto em cursos d'água, tendo em vista que um apreciável volume produzido e lançado resulta em conseqüências danosas. As características dos dejetos podem ser expressas em propriedades físicas, químicas e biológicas e,

também, ser obtidas por meio de medidas qualitativas e quantitativas. Fazendo referência à DBO, quanto maior o valor determinado maior a capacidade poluidora, pois esse parâmetro indica o quanto de oxigênio os microrganismos deverão retirar do meio para estabilizar a matéria orgânica. Resíduos sólidos agroindustriais, como os esterco, apresentam elevada DBO ( $> 10.000 \text{ mg L}^{-1}$ ) quando comparados aos domésticos, cujo valor médio é  $300 \text{ mg L}^{-1}$ , o que pode resultar em alto impacto ambiental em caso de disposição ou manejo inadequado. (SOUZA et al., 2009).

A digestão anaeróbica é um dos vários processos existentes para o tratamento dos resíduos e representa um método bastante atrativo, pois promove a geração do biogás (fonte de energia alternativa) e do biofertilizante. Além disso, essa prática contribui para o saneamento por meio da redução do número de patógenos no produto final (ORRICO et al., 2007).

A digestão anaeróbia representa importante papel na redução significativa do potencial poluidor, por tratar-se de um processo no qual não há geração de calor e a volatilização dos gases, quando o pH está próximo da neutralidade é mínima, além de se considerar a recuperação da energia na forma de biogás e a reciclagem do efluente. A execução do projeto, as estruturas necessárias para produzir energia do esterco e os biodigestores anaeróbios, em geral, são de custo elevado, mas a durabilidade e eficiência das mesmas podem tornar o empreendimento econômico (ORRICO et al., 2007).

Com a crise do petróleo na década de 70, foi trazida para o Brasil a tecnologia dos biodigestores. O biodigestor é um reator biológico que degrada os dejetos animais em condições anaeróbias (ausência de oxigênio), produzindo um efluente líquido (biofertilizante) e gerando o biogás que é uma parte importante do ciclo do carbono. A geração de metano por bactérias, denominada metanogênese, é o último estágio de degradação da matéria orgânica. Existem vários modelos de biodigestores, sendo o modelo Canadense o mais utilizado atualmente no Brasil (ALVES, 2000).

O biodigestor é o local onde ocorre a fermentação da biomassa, isto pode ser um tanque, uma caixa, ou uma vala revestida e coberta por um material impermeável. O importante é que, com exceção dos tubos de entrada e saída, o biodigestor é totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio onde os microrganismos degradam o material orgânico, transformando-o em biogás e biofertilizante. A transformação da matéria orgânica em gás é possível pela sua fermentação anaeróbia. Este processo pode ser dividido em três estágios com três distintos grupos de microrganismos. O primeiro estágio envolve bactérias fermentativas, compreendendo microrganismos anaeróbios e facultativos. Neste estágio, materiais orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) são hidrolizados e fermentados em ácidos graxos, álcool, dióxido de carbono, hidrogênio, amônia e sulfetos. As bactérias acetogênicas participam do segundo estágio, consumindo os produtos primários e produzindo hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético. Dois grupos distintos de bactérias metanogênicas participam do terceiro estágio, o primeiro grupo reduz o dióxido de carbono a metano e o segundo descarboxiliza o ácido acético produzindo metano e dióxido de carbono (Manual de Biodigestão).

A utilização de Biodigestores, no Brasil, tem merecido importante destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes. A recuperação do biogás possibilita a geração de energia em substituição a fontes de origem fóssil, portanto, com o uso de biodigestores, além de diminuir as emissões de  $\text{CO}_2$  pela substituição de outras fontes energéticas de origem fóssil (lenha, carvão), diminui-se também a emissão de gases produzidos na fermentação e estabilização dos dejetos que normalmente seriam emitidos para a atmosfera pelas esterqueiras e lagoas de estabilização, usada para o tratamento dos dejetos de suínos (ALVES, 2000).

O único gás de valor econômico e que pode ser usado como fonte combustível produzido em um biodigestor anaeróbio é o metano. Este é um gás natural inflamável, inodoro e de queima limpa, puro, nas condições normais de temperatura e pressão, possui poder calorífico de

aproximadamente 33.980 kJ/m<sup>3</sup>. O biogás, com 65% de metano, tem poder calorífico de aproximadamente 22.353 kJ/m<sup>3</sup>, pois apenas o metano irá queimar (SANTOS, 2007).

A tabela 1 apresenta valores de produção de biogás em m<sup>3</sup> por kg de dejetos de várias espécies.

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

ESPÉCIE	m <sup>3</sup> DE BIOGÁS/ kg DE ESTERCO
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: Manual de Biodigestão.

Há dois gases inertes no biogás, vapor de água e dióxido de carbono. Seu índice de vapor de água sobe junto com a temperatura. A presença desses gases inertes modifica as características do biogás consideravelmente em comparação com o metano puro. Limites de explosão são reduzidos e acima de 70°C, o teor de vapor de água é suficiente para a mistura de inertes, a violência da explosão, é três vezes menor do que para o biogás de metano puro à temperatura ambiente. A presença de CO<sub>2</sub> no biogás esfria a chama de metano, e conforme a temperatura aumenta, aumenta também a concentração de vapor de água. A remoção de água, H<sub>2</sub>S e outros elementos através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem são imprescindíveis para a viabilidade de uso em longo prazo (DUPONT, 2006).

O gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) é um gás incolor, mais pesado do que o ar, com odor desagradável de ovos podres, seu estado físico pode ser líquido sob pressão. O gás sulfídrico é um gás altamente tóxico e irritante, que atua sobre o sistema nervoso, os olhos e as vias respiratórias. A intoxicação pela substância pode ser aguda, subaguda e crônica, dependendo da concentração do gás no ar, da duração, da frequência da exposição e da suscetibilidade individual. O H<sub>2</sub>S inibe enzimas que contêm metais essenciais como ferro (Fe) e cobre (Cu). É um gás volátil, e a principal via de penetração é a respiratória. Em concentração de 0,0005 – 0,13 ppm durante 1 minuto é possível a percepção do odor e com concentração de 1800 – 3700 ppm, durante instantes o gás é fatal (CAMPOS, 2003).

A retirada de H<sub>2</sub>S se faz necessária, pois além de ser um gás tóxico, apresenta propriedades corrosivas quando em contato com partes metálicas. Quanto a retirada de H<sub>2</sub>S do biogás por meio químico a seco, consiste basicamente em aplicar o fluxo do gás a ser purificado em limalha de ferro. Quando a palha de aço oxidada é atravessada pelo gás ocorrem as seguintes reações químicas:



A partir desta reação, aproximadamente 1 kg de oxido de Ferro remove aproximadamente 0,64 kg de H<sub>2</sub>S (BARANCELLI, 2007).

A utilização direta do biogás como combustível sem remoção de H<sub>2</sub>S leva para a formação de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), que é outro poluente tóxico e um grande colaborador nas chuvas ácidas na atmosfera (HORIKAWA, 2004). Um dos métodos mais utilizados para a retenção de gases indesejáveis é a adsorção e a intensidade deste fenômeno depende da temperatura, da natureza e da concentração da substancia adsorvida (o adsorbato), da natureza e estado de

agregação do adsorvente (o sólido finamente dividido) e do fluído em contato com o adsorvente (o adsortivo). Classificam-se os fenômenos adsortivos quanto aos mecanismos responsáveis, em dois tipos: adsorção química, adsorção física e adsorção físico-química.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é a construção de um sistema de purificação composto de uma coluna de adsorção, utilizando materiais alternativos com correspondente análise do desempenho. Com esta coluna de adsorção pretende-se eliminar o dióxido de carbono, a água e o sulfeto de hidrogênio do biogás, obtendo assim um biocombustível menos agressivo.

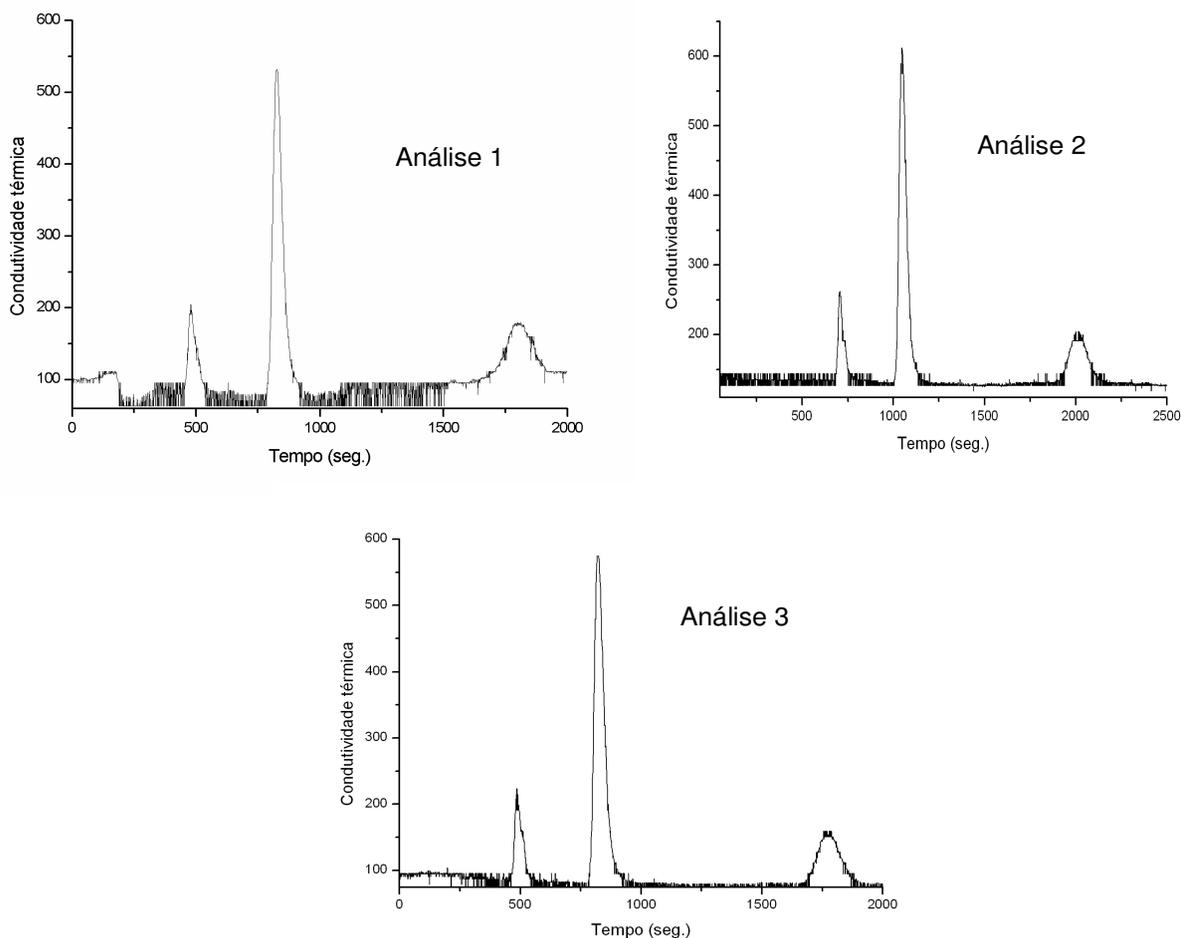
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia utilizada contemplou a montagem/construção de um sistema de purificação utilizando uma coluna de adsorção construída com material alternativo (tubo de PVC) dotado de acessórios para redução de diâmetros das tubulações, necessários para a captação do biogás na entrada e na saída do purificador. O recheio utilizado na coluna de adsorção esteve composto de  $\text{Fe}^0$ , NaOH e carvão ativado. As amostras coletadas antes e depois do sistema de purificação foram armazenadas e levadas até a Unioeste campus de Toledo para sua análise em triplicata num Cromatógrafo gasoso da marca Construmaq modelo U13 com coluna HAYESEP-D e detector TCD (condutibilidade térmica) programado para trabalhar a  $60^\circ\text{C}$ . A temperatura ambiente foi de  $30^\circ\text{C}$  e para a injeção das amostras utilizou-se seringa de insulina no volume de  $30\mu\text{L}$ . Para leitura dos gases "in natura" e do gás purificado, injetou-se no cromatógrafo  $5\mu\text{L}$  e para a leitura do metano e do dióxido de carbono puro injetou-se  $3\mu\text{L}$  de amostra.

Após saturação da coluna de adsorção, retirou-se todo o recheio o qual transformou-se em sulfeto de ferro e carbonato de sódio. Numa próxima etapa, estes compostos, previamente separados e armazenados, serão objeto de pesquisa para identificar o valor comercial e industrial, preferencialmente não convencional, visando o aproveitamento alternativo desses compostos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nos gráficos da Figura 1 apresenta-se os resultados das análises cromatográficas das amostras 1, 2 e 3 do biogás "in natura" coletadas na entrada do sistema de purificação. O primeiro pico representa a presença de outros gases (O.G.), o segundo representa a presença de metano e o terceiro representa a presença de dióxido de carbono.



**Figura 1.** Cromatograma da análise das amostras 1, 2 e 3 do biogás “in natura” na entrada do sistema de purificação.

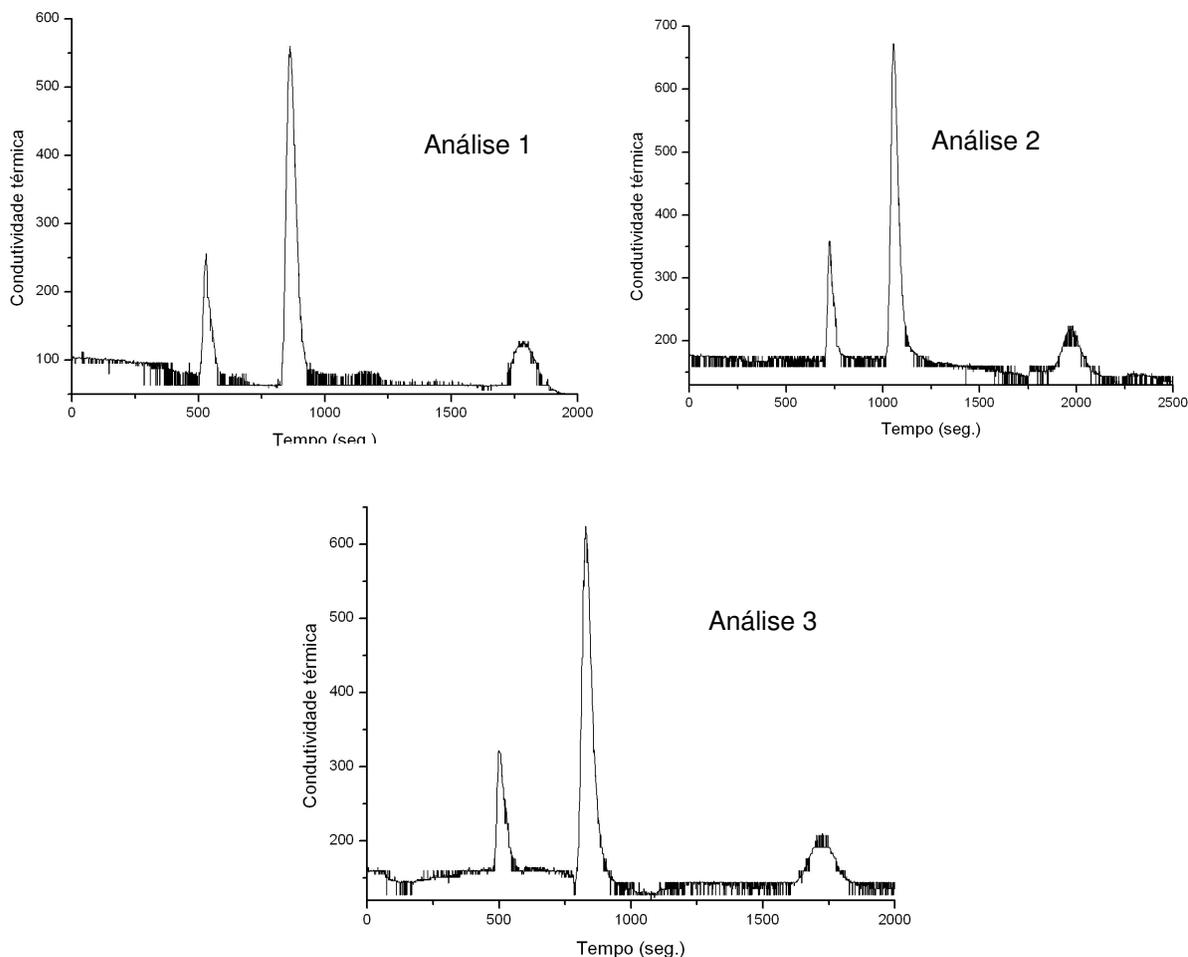
Após a análise cromatográfica realizada nas amostras do biogás in-natura, coletadas antes da entrada na coluna de purificação foi possível a construção da Tabela 2, que apresenta os resultados das áreas, os valores médios e os valores correspondentes as incertezas das leituras correspondentes a cada um dos picos.

**Tabela 2. Determinação das áreas correspondentes aos picos representados nos gráficos da Figura 1 das amostras 1, 2 e 3 do biogás “in natura” coletadas na entrada do sistema de purificação.**

PICO	Presença de:	BN1	BN2	BN3	MÉDIA	INCERTEZA
1	O.G.	3657	3626	3969	3750	189
2	CH <sub>4</sub>	20209	24084	25211	23168	2010
3	CO <sub>2</sub>	5844	5774	8961	6859	36

Com a finalidade de avaliar o desempenho do sistema de purificação, após realização das análises do biogás “in natura”, realizou-se a correspondente análise em triplicata do biogás coletado após a passagem pela coluna de adsorção. Nos gráficos da Figura 2 apresentam-se os

resultados das análises. Analogamente o primeiro pico representa a presença de outros gases (O.G.), o segundo pico representa o metano e o terceiro pico o dióxido de carbono.



**Figura 2.** Cromatograma da análise das amostras 1, 2 e 3 do biogás coletado na saída do sistema de purificação.

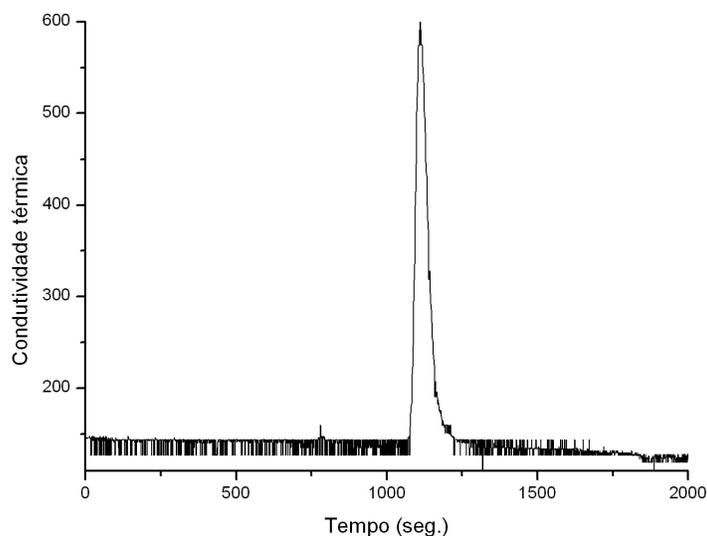
Da mesma forma, com base desses valores foi realizado os cálculos das áreas particulares, áreas médias e os valores correspondentes as incertezas das leituras correspondentes a cada um dos picos da Figura 2, os quais são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3. Determinação das áreas correspondentes aos picos representados nos gráficos da Figura 2 das amostras do biogás coletadas na saída do sistema de purificação.**

PICO	Presença de:	BP1	BP2	BP3	MÉDIA	INCERTEZA
1	O.G.	6551	6939	5900	6463	571
2	CH <sub>4</sub>	22681	25389	23642	23904	1518
3	CO <sub>2</sub>	5596	5484	5844	5641	56

Para confirmar a presença de gás metano no biogás, utilizou-se, na análise cromatográfica,

gás metano puro da marca AGA, lote: 331 - Fab: 08/08, pureza 99,995%. A quantidade utilizada foi de 3  $\mu$ l da amostra e, o resultado é apresentado no gráfico da Figura 3.



**Figura 3.** Cromatograma do metano puro.

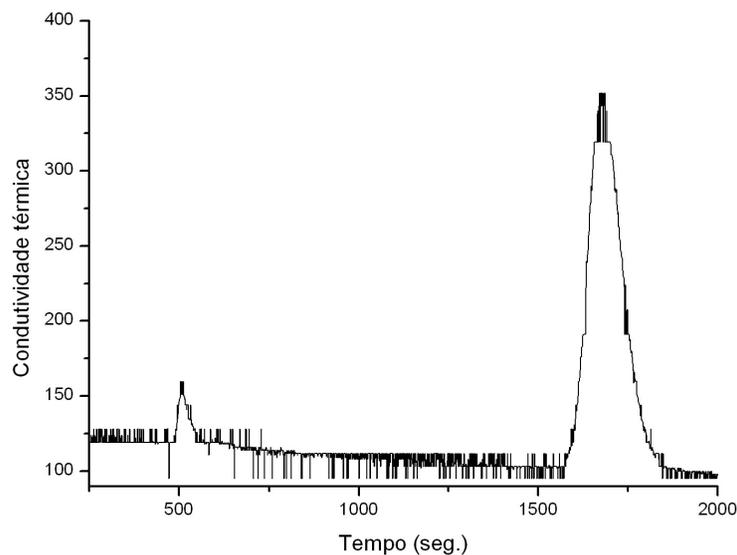
De forma análoga, com base dos resultados apresentados da Figura 3 foi realizada a determinação da área do pico que representa a presença do metano puro, cujo resultado é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4. Determinação da área do pico correspondente a análise cromatográfica do metano puro.**

ÁREA DO PICO	TEMPO RETENÇÃO
21569	7272,1

Por meio da metodologia que tem como base, a comparação, pode-se afirmar que do ponto de vista qualitativo, o segundo pico, nos gráficos das Figuras 1 e 2, representam o metano. Quantitativamente após comparação dos valores das áreas correspondentes aos picos do BN e do BP, com a área do pico do metano puro, pode-se constatar que houve um aumento de 5,8% de metano no biogás.

Para comprovação da presença de CO<sub>2</sub> nas amostras, foi realizada uma análise do dióxido de carbono puro (gás padrão) da marca White Martins, pureza de 99,95%. Injetou-se no cromatógrafo 3  $\mu$ l de CO<sub>2</sub> e os resultados gráficos e respectivos valores da área estão representados na Figura 4 e na Tabela 5.



**Figura 4.** Cromatograma do dióxido de carbono puro.

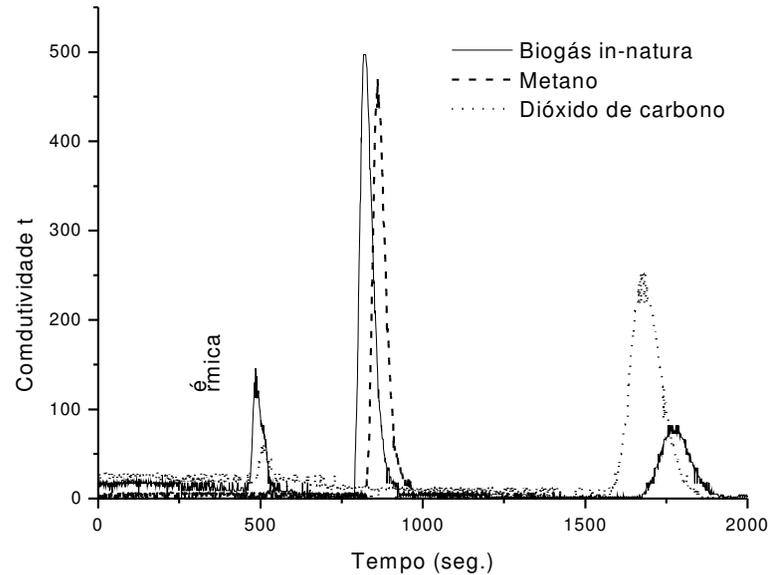
**Tabela 5. Determinação da área do pico correspondente à análise cromatográfica do dióxido de carbono puro.**

ÁREA DO PICO	TEMPO RETENÇÃO
29560	10875,9

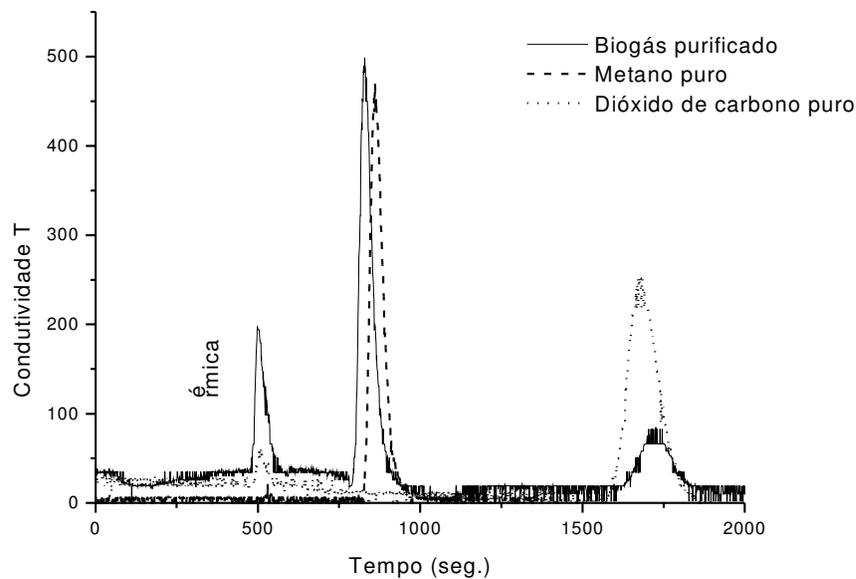
Assim, qualitativamente o terceiro pico dos gráficos das Figuras 1 e 2 representam a presença de dióxido de carbono. Quantitativamente após comparação dos valores das áreas correspondentes aos picos do BN e do BP com a área do pico do dióxido de carbono puro, pode-se constatar que houve uma redução de 4,8% de dióxido de carbono no biogás.

Na Figura 5 apresenta-se os resultados consolidados dos cromatogramas correspondentes ao biogás “in Natura” e dos padrões de metano e dióxido de carbono puros e na Figura 6 os cromatogramas do biogás purificado e dos padrões de metano e dióxido de carbono puros.

Devido a falta de equipamento, a análise quantitativa da presença do gás sulfídrico, antes e depois do sistema de purificação, não foi possível de ser realizada. Porém, de forma qualitativa, pode-se constatar que o gás, na saída do sistema de purificação, não apresentou nenhum cheiro característico do gás sulfídrico. Com tudo, pode-se afirmar que a concentração de gás sulfídrico presente no biogás, após a purificação, deve ter sido menor que 0,0005 ppm, pois esse valor indica que abaixo deste não há a percepção do odor.



**Figura 5.** Cromatogramas do biogás “in natura” e dos padrões de metano e dióxido de carbono puros.



**Figura 6.** Cromatogramas do biogás purificado e dos padrões de metano e dióxido de carbono puros.

## CONCLUSÃO

O sistema de purificação do biogás, construído com material alternativo (tubos de PVC), tendo como recheio  $\text{Fe}^0$ , NaOH e carvão ativado, apresentou resultados satisfatórios e, sua utilização é indispensável para não comprometer a saúde dos organismos vivos (no entorno dos sistemas de biodigestão) e a vida útil dos equipamentos que aproveitam o biogás, bem como para evitar a

formação de chuvas ácidas. Porém devido a saturação dos adsorventes se faz necessário, na situação real, uma manutenção periódica que contemple a substituição desses adsorventes.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. W. S. **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos.** Dissertação para obtenção do título de mestre em energia, USP, 2000. Documento eletrônico disponível em: <<http://documentos.aidis.ci/Trabajos%20Poster/Tema%20VI%20-%20Residuos%20S%F3lidos/VI-Euder-Brasil-1.doc>> Acesso em 15/11/2009.

ANGONESE, A. R; et al. **Eficiência energética de sistema de produções de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor.** *Revista Brasileira de Eng. Agric. e ambiental*, v.10, n.3, p. 745-750, 2006.

BARANCELLI, T. G. **Estudo da implantação de um biodigestor para produção de biogás e biofertilizante a partir de rejeitos da suinocultura.** Publicado por Gustavo Trentini Barancelli em 2007. Disponível em: <[www.eng.ufrgs.br/cursos/grad/TrabConc/TCC\\_2007\\_2/Tcc\\_Gustavo\\_Barancelli\\_BIOG%C1S.pdf](http://www.eng.ufrgs.br/cursos/grad/TrabConc/TCC_2007_2/Tcc_Gustavo_Barancelli_BIOG%C1S.pdf)> Acesso em: 18 nov. 2009

CAMPOS, S. D. **Tóxicos/Intoxicações, Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S).** Publicado por: Dra. Shirley de Campos em 31/08/2003. Documento eletrônico disponível na URL: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/5758>> Acesso em 30/10/2009.

Embrapa Suínos e Aves – **Sistema de produção 2. Importância de Suínos.** ISSN 1678-8850, Janeiro de 2003. Documento eletrônico disponível na URL: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/importancia.html>> Acesso em 11/02/2009.

Horikawa, M. S; Et Al. **Chemical absorption of H<sub>2</sub>S for biogás purification.** *Braz. J. Chem. Eng.* São Paulo, v.21, n.3, p.415-422, July/Sept, 2004.

IBGE – Comunicação social, 28 de junho de 2007. **Pesquisas Trimestrais do Abate de Animais, do Leite, do Couro e da Produção de Ovos de Galinha.** Documento eletrônico disponível na URL <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impressao.php?ld\\_noticia=918](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?ld_noticia=918)> Acesso em 12/02/2009.

Dupont, L; Accorsi, A. **Explosion characteristics of synthesised biogas at various temperatures** *Journal of Hazardous Materials*, Volume 136, Issue 3, 25 August 2006, Pages 520-525. Documento eletrônico disponível na URL <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TGF-4J7307F-3&\\_user=10&\\_coverDate=08%2F25%2F2006&\\_alid=1094090621&\\_rdoc=33&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5253&\\_sort=r&\\_docanchor=&\\_view=c&\\_ct=8803&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=77ae0e11dc8c1b70c17ce16a41adc8c1](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TGF-4J7307F-3&_user=10&_coverDate=08%2F25%2F2006&_alid=1094090621&_rdoc=33&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5253&_sort=r&_docanchor=&_view=c&_ct=8803&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=77ae0e11dc8c1b70c17ce16a41adc8c1)>. Acesso em: 25/07/2009.

Manual de biodigestão. Documento eletrônico disponível na URL <[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual\\_biodigestor\\_winrock.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf)> Acesso em 15/11/2009.

ORRICO, A. C. A; JUNIOR, J. D. L; JUNIOR, M. A. O. **Caracterização e biodigestão anaeróbica dos dejetos de caprinos**. *Eng. Agric.* Jaboticabal, v.27, n.3, p. 639-647, dez, 2007.

PERDOMO, C.C; LIMA, G. J. M. M; NONES, K. **Produção de suínos e meio ambiente**. 9º seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, abril 2001, Gramado, RS. Documento eletrônico disponível na URL: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0104\\_perdomp.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0104_perdomp.pdf)> Acesso em 11/02/2009.

SAMPAIO, C. A. D. P; NAAS, I. D. A; SALGADO, D. D. A. **Amônia, gás sulfídrico, metano e monóxido de carbono na produção de suínos**. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.5, n.2, 2006. Documento eletrônico disponível na URL: <[http://rca.cav.udesc.br/rca\\_2006\\_2/artigo\\_sampaio.pdf](http://rca.cav.udesc.br/rca_2006_2/artigo_sampaio.pdf)>. Acesso em 16/11/2009.

SOUZA, C. D. F; et al. **Produção volumétrica de metano – dejetos suínos**. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, volume 32, nº 1, p. 219-224, jan/fev, 2008.

SOUZA, C. F; JÚNIOR, J. D. L; FERREIRA, W. P. M. **Biodigestão Anaeróbica de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – Considerações sobre a partida**. *Eng. Agric.* , Jaboticabal, v.25, n.2, p 530-539, Maio/Agosto, 2005.

SOUZA C. D. F et al; **Caracterização de dejetos suínos em fase de terminação**. *Revista Ceres*, p 128-133, Março/Abril 2009. Documento eletrônico disponível na URL: <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V56N002P50209.pdf>> Acesso em 11/11/2009.