

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA  
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**JORGE ERALDO PARZIANELLO**

**AVALIAÇÃO DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DA MISTURA DE  
RESÍDUOS AVÍCOLAS E LÁCTEOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2011**

JORGE PARZIANELLO

**AVALIAÇÃO DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DA MISTURA DE  
RESÍDUOS AVÍCOLAS E LÁCTEOS**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso Bacharelado e Licenciatura em Química da UTFPR – Campus Pato Branco.

Professora Orientadora: M.e. Simone Beux  
Coorientadora: Dra. Raquel Dalla Costa da Rocha

Pato Branco, 2011

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de diplomação intitulado **AVALIAÇÃO DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DA MISTURA DE RESÍDUOS AVÍCOLAS E LÁCTEOS** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° **023B2** de 2011.

Fizeram parte da banca os professores:

**Orientador:** Me. Simone Beux

Prof. Dr. Marcio Rodrigues Barreto

Prof. Me. Edilson Silva Ferreira

## RESUMO

PARZIANELLO, Jorge E. Biodigestão Anaeróbia de Mistura de Resíduos Avícolas e Lácteos. 2011. Monografia (Bacharelado em Química Industrial) – Curso de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2011.

O presente trabalho desenvolvido nos laboratórios de química da UTFPR, teve como objetivo principal avaliar a biodigestão anaeróbia de resíduos da produção de queijo (soro) misturado com resíduos da produção de frangos de corte (cama), utilizando diferentes concentrações dessa mistura. Foram avaliados a capacidade de produção de biogás, o tempo de retenção no biodigestor, a demanda química de oxigênio (DQO), Nitrogênio Total, Fósforo, pH, Sólidos totais, Sólidos fixos e voláteis. Os biodigestores foram confeccionados com garrafas PET. O sistema utilizado foi o de fluxo não contínuo, o fim do processo foi definido pelo término da biodigestão anaeróbia. Com o objetivo de verificar as quantidades de soro e cama de aviário que influenciariam no processo de anaerobiose, foi realizado o planejamento fatorial completo  $2^2$ , com ponto central, em duplicata. Foram realizados experimentos para encontrar a condição de melhor eficiência de biogás. Os valores das leituras do pH final sempre foram mais baixo que os valores inicial. A relação acidez-alcalinidade ao final do processo de biodigestão foi acima do permitido para um bom desenvolvimento microbiológico. Fatores como a falta de ajuste do pH, presença de vazamentos e a relação acidez-alcalinidade podem ter contribuído para a baixa eficiência do processo anaeróbico

**Palavras-chave:** Biodigestão Anáerobia. Soro de Leite . Cama de Aviário.

## ABSTRACTS

PARZIANELLO, Jorge E. Anaerobic Digestion Mixing Dairy and Poultry Waste 2011. Monografia (Bacharelado em Química Industrial) – Curso de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2011.

This work developed in the laboratories of chemistry UTFPR, aimed to evaluate the anaerobic digestion of waste from the production of cheese (whey) mixed with wastes from the production of broilers (bed), using different concentrations of this mixture. We evaluated the ability of biogas production, the retention time in the digester, the chemical oxygen demand (COD), Total Nitrogen, phosphorus, pH, total solids, fixed and volatile. The digesters were made from PET bottles. The system used was the continuous flow is not the end of the process was defined by the end of anaerobic digestion. In order to check the amounts of serum and litter that would influence the process of anaerobic conditions was performed 22 complete factorial design with central point in duplicate. Experiments were performed to find the best condition of efficiency of biogas. The readings of the pH values were always lower than the initial values. The acidity-alkalinity ratio at the end of the process of digestion was higher than allowed for a good development microbiology. Factors such as lack of adjustment of pH, presence of leaks and acidity-alkalinity relationship may have contributed to the low efficiency of the anaerobic process.

**Keywords:** Anaerobic Digestion. Whey. Litter.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sequências metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbia .....	21
Figura 2 - Modelo de biodigestor e gasômetro utilizados. ....	27
FIGURA 3 – Volume total de biogás produzido no experimento preliminar .....	31
FIGURA 4 – Volume de biogás produzido no experimento 2 .....	35
Figura 5 – Efeito dos fatores cama de aviário e mistura de soro de leite na produção de biogás total .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planejamento fatorial aplicado no primeiro experimento (preliminar).....	25
Tabela 2 – Planejamento fatorial aplicado no segundo experimento. ....	26
Tabela 3 – Caracterização do substrato soro de leite e cama de aviário .....	29
Tabela 4 – Valores das análises físico-químicas do efluente e do afluente dos biodigestores .....	30
Tabela 5 – Média dos valores de pH e relação acidez – alcalinidade do substrato e do biofertilizante produzido.....	33
Tabela 6 - Caracterização físico – química do afluente e do efluente dos biodigestores .....	34
Tabela 7 - Análise de variância para a variável resposta quantidade de biogás produzido.....	36

## SUMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REFERENCIAL TEORICO</b> .....	<b>17</b>
3.1 PRODUÇÃO AVÍCOLA .....	19
3.2 PRODUÇÃO DE LEITE.....	19
3.3 BIODIGESTÃO ANAERÓBICA .....	20
3.3.1 Biodigestores.....	22
3.4 BIOGÁS.....	23
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
4.1 SUBSTRATO .....	24
4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL .....	25
4.3 REATORES E GASÔMETRO .....	26
4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS .....	27
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
5.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO.....	30
5.2 EXPERIMENTO 2 .....	32
5.3 RESULTADOS PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	36
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde muito tempo, a agropecuária brasileira desempenha um papel de grande importância no cenário da economia nacional, em especial a produção de aves (frangos) e de leite.

As áreas de maior concentração tanto de produção de leite como de frango não são distribuídas de forma homogênea no País, os estados de maior destaque são: Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Dentre estas regiões o Paraná se destaca, pois possui uma representatividade significativa nestas duas atividades.

O Paraná é o terceiro maior produtor de leite do Brasil produzindo um montante de 3,34 bilhões de litros, o que representado 11,5% do total produzido no Brasil no ano de 2009. Já no que se refere a carne de frango o Paraná é o maior produtor brasileiro de carne com SIF (Sistema de Inspeção Federal), produzindo um total de 952 mil toneladas no ano de 2010 (SEAB, 2009). Regiões de grande concentração de produtores de leite e aviários, como a Região Sudoeste do Paraná, existe geração de uma grande quantidade de resíduos de cama de aviário e soro de leite. 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 para o meio rural por meio do biogás e o adubo através do biofertilizante.

Considerando que a região Sudoeste do Paraná apresenta uma representação intensa nas atividades avícolas e de produção de leite, este projeto tem como objetivo desenvolver um estudo da viabilidade do processo de biodigestão anaeróbia no tratamento da mistura dos resíduos, cama de aviário e soro de leite, para a geração de biogás e resíduo estabilizado (biofertilizante).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a viabilidade da produção de biogás a partir da mistura de soro de leite e cama de aviário em processo de biodigestão anaeróbia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir biogás, a partir da mistura de soro de leite e cama de aviário
- Elaborar os biodigestores
- Realizar do planejamento experimental, para otimização da relação água/soro/cama de aviário;
- Caracterização físico-química dos substratos (soro e cama de aviário);
- Quantificar o volume de biogás total produzido;
- Analisar o biofertilizante.

### 3 REFERENCIAL TEORICO

O Brasil tem um dos maiores rebanhos mundiais das principais espécies de animais de valor comercial, tais como, bovinos, suínos e aves. O complexo agroindustrial que abrange esse tipo de atividade é bastante amplo, envolvendo diversas fontes de resíduos em praticamente todas as suas etapas, consequências da criação e do processamento dos animais (POHLMANN, 2004).

No que se refere à carne de frango, o Brasil é atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador mundial. A produção brasileira vem crescendo ao ritmo de 5,6 % ao ano desde meados dos anos 80 (MARTINELLI; SOUZA, 2005). Grande parte dessa produção se concentra na região Sul do Brasil mediante o sistema de integração agroindústrias-avicultores. Em 2005, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango (ABEF, 2009), somente o estado do Paraná, o maior produtor nacional, respondeu por 22,83% do número de frangos abatidos com SIF.

Algumas características da estrutura fundiária dessa região (principalmente a restrição de área) contribuíram para permitir que ela se tornasse importante na produção de aves através da relação de integração avicultor-agroindústria, assim como no Oeste Catarinense e no Oeste Paranaense. O aumento da produção foi estimulado pela ampliação do consumo interno e pela ampliação do mercado externo (ORTIZ et al., 2009).

A atividade avícola, além de produzir frangos para consumo, gera como subproduto a cama de aviário, um composto orgânico, com considerável capacidade energética, que é descartada ao final de um período de uso devido à presença de excretas. Essas camas consistem 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).

Os resíduos gerados apresentam dificuldade de disposição adequada o que pode provocar alterações na qualidade do solo, ar e água. Os rejeitos de cama atualmente são jogados direto no solo e não são integralmente aproveitados. Normalmente, a cama é retirada a cada dois lotes (período de em que a ave é alojada no aviário até sua retirada para o abate) em alguns casos a cada três. Uma ave alojada produz, em média, 1,5 kg do composto orgânico por lote (IAPAR, 2010).

Em alguns casos dependendo da característica da criação das aves pode chegar até a oito camas.

Uma alternativa interessante para o aproveitamento desse resíduo é a utilização de biodigestores, digestão anaeróbia, dos quais após o processo de fermentação obtém-se biogás (metano) e biofertilizante. Essa pode ser uma das tecnologias utilizadas para otimizar o balanço energético das propriedades. O gás metano é um dos produtos gerados, que pode ser utilizado como fonte de energia, fundamental para a avicultura de corte, como forma de iluminação e calor (BELLAVAR; PALHARES, 2009).

O processo de digestão anaeróbia necessita a adição de água, para biomassas sólidas, o uso da água é fundamental para reduzir o teor de sólidos e facilitar a ação dos microrganismos. O conteúdo de sólidos totais nos materiais para a biodigestão varia de 6% a 10% (GALBIATTI, 2004).

O processo de biodigestão anaeróbica não se restringe apenas para substratos sólidos. Esse processo pode ser aplicado para qualquer biomassa que apresente uma carga orgânica significativa, como efluentes líquidos industriais, esgoto doméstico entre outros.

O soro de leite é oriundo principalmente da fabricação de queijo, sendo que entre 85 e 95% do volume de leite utilizado, resulta em soro, sendo este, rico em proteínas solúveis, nitrogênio não protéico, sais minerais, vitaminas e principalmente lactose, devido a essa composição, o soro de leite pode ser viável para o processo de digestão anaeróbia (ABREU, 1999).

Na região sudoeste do Paraná o leite é uma das atividades agropecuárias mais importantes e que se encontra em franca expansão, está presente em 84% das propriedades rurais. No período de dez anos considerados pelo IBGE (1996-2006), a produção da região cresceu 132% (IBGE, 2009). Em 2007, a região atingiu o posto de segunda maior bacia leiteira do estado e a 13º do País. Neste ano produziu 547 milhões de litros, que geraram um valor da produção de R\$ 272 milhões (IBGE, 2009).

Além da produção de leite, a transformação deste em produtos de maior valor agregado constitui uma alternativa concreta para a renda das propriedades. A região concentra um número significativo de laticínios, o que gerando um volume considerável de soro de leite, que na maioria é destinado à alimentação animal, ou elaboração de derivados como a ricota.

### 3.1 PRODUÇÃO AVÍCOLA

No que se refere à carne de frango, o Brasil é atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador mundial (TAVARES; RIBEIRO, 2007). A produção brasileira vem crescendo em média 5,6% ao ano desde meados dos anos 80. Grande parte dessa produção se concentra na região Sul do Brasil mediante o sistema de integração agroindústrias-avicultores. Em 2005, de acordo com a ABEF (2010), somente o estado do Paraná, o maior produtor nacional, respondeu por 22,83% do número de frangos abatidos com Sistema de Inspeção Federal.

De acordo com Ortiz et al (2009), o tamanho dos galpões para produção de frango no sudoeste do Paraná dobraram de tamanho nos últimos anos, passaram de 600 m<sup>2</sup> para 1200 m<sup>2</sup>. A capacidade que era de aproximadamente 6 mil aves, passou para 23 mil.

No sudoeste do Paraná predomina o sistema de criação de frango por integração, sendo que a cada 6 a 8 lotes, a cama é retirada do aviário e o mesmo é limpo. A cama nessa região é predominantemente formada por serragem de madeira, segundo Carneiro, et al (2004) para cada ave alojada são produzidos em média, 1,5 Kg de composto orgânico.

Com um aumento na capacidade de alojamento e ampliação do tamanho médio dos galpões, também por consequência é gerado uma quantidade maior de cama de aviário. Atualmente a cama de aviário tem sido depositada no solo, sem tratamento prévio, como fertilizante o que pode levar a contaminação do solo e de fontes de água.

### 3.2 PRODUÇÃO DE LEITE

No Brasil a pecuária leiteira sempre apresentou relevante importância na economia, sendo o rebanho bovino brasileiro constituído de 205 milhões de animais, sendo que 21 milhões dedicados à produção leiteira. O Brasil produziu no ano de 2009 cerca de 29 bilhões de litros de leite (SEAB/DERAL/DCA/PECUÁRIA, 2009).

Entre os estados brasileiros que mais se destacaram na produção de leite estão: Minas Gerais com (28%), Goiás (11%), Paraná (10%), Rio Grande do Sul (10%), São Paulo (7%) e Santa Catarina (6%) do total produzido no Brasil. Juntos esses seis Estados produtores representam 73% da produção Brasileira (CREVELIN; SCALCO, 2007).

A pecuária leiteira apresenta importância destacada na economia das propriedades rurais do Sudoeste do Paraná (IPARDES, 2003). Observa-se também que nos últimos cinco anos o ritmo de crescimento da pecuária nessa região tem acelerado.

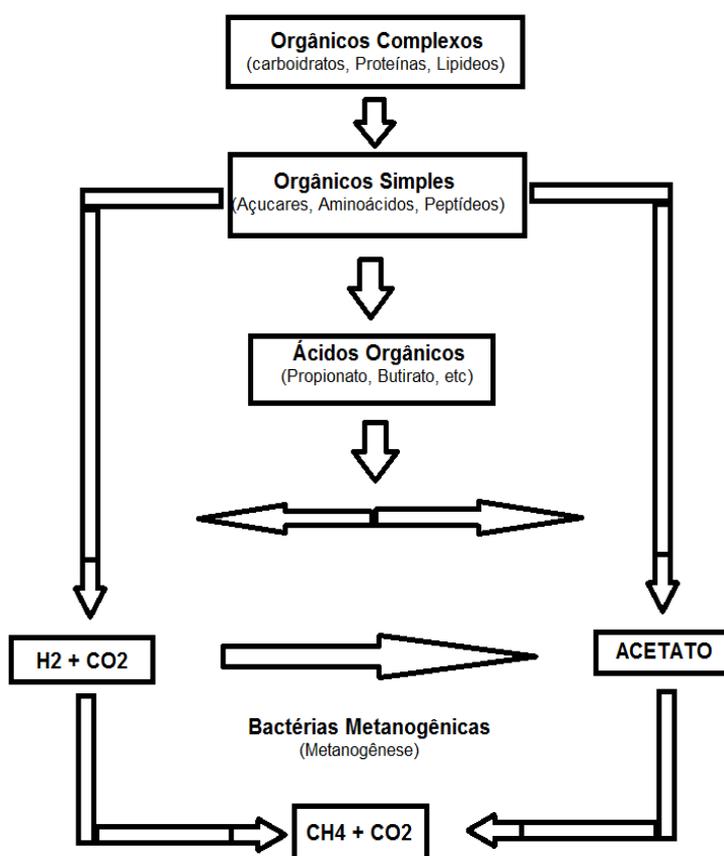
Grande parte dessa produção de leite é industrializada na própria região por uma variedade de pequenos e médios laticínios tendo como principal produto o queijo. A produção de queijo gera um volume elevado de soro, a produção de 1 Kg de queijo resulta aproximadamente em 9 litros de soro (ABREU, 1999). Nos pequenos laticínios o soro é destinado para alimentação animal já em laticínios de médio e grande porte o soro é utilizado na produção de ricota e/ou creme ou tratado em sistemas biológicos como lagoas de estabilização.

### 3.3 BIODIGESTÃO ANAERÓBICA

A biodigestão anaeróbia é o processo pelo qual, a matéria orgânica é convertida na sua grande parte em gás metano e gás carbônico. Na ausência de oxigênio são utilizados aceptores de elétrons inorgânicos como  $\text{NO}_3^-$  (redução de nitratos),  $\text{SO}_4^{2-}$  (redução de sulfatos), ou  $\text{CO}_2$  (formação de metano). A formação do metano não ocorre em ambiente onde oxigênio, nitratos ou sulfatos encontram-se prontamente disponíveis como aceptores de elétrons. Em ambientes naturais tais como pântanos, solo, sedimentos de rios, lagos e mares, assim como nos órgãos digestivos de animais ruminantes ocorre a produção de metano (CHERNICARO, 1997).

A digestão anaeróbia de compostos orgânicos complexos é normalmente considerada um processo de dois estágios. No primeiro estágio, um grupo de bactérias facultativas e anaeróbias, denominadas formadoras de ácidos ou fermentativas, converte os orgânicos complexos em outros compostos. Compostos

orgânicos complexos como carboidratos, proteínas e lipídeos são hidrolisados, fermentados e biologicamente convertidos em materiais orgânicos mais simples, principalmente ácidos voláteis. No segundo estágio ocorre a conversão dos ácidos orgânicos, gás carbônico e hidrogênio em produtos finais gasosos, o metano e o gás carbônico, como mostra a figura 1. Essa conversão efetuada por um grupo especial de microrganismos anaeróbios estritos, classificados com arqueas, denominados metanogênicas.



**Figura 1: Sequências metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbia**

Fonte: (CHERNICHARO, 1997)

As arqueas dependem do substrato fornecido pelas acidogênicas (bactérias produtoras de hidrogênio, acetato e dióxido de carbono), configurando uma interação comensal. Uma vez que as arqueas são responsáveis pela maior parte da degradação do resíduo, a sua baixa taxa de crescimento e de utilização dos ácidos

orgânicos normalmente representa o fator limitante no processo de digestão como um todo (CHERNICARO, 2000).

De forma mais sucinta podemos observar nos tópicos abaixo os microrganismos que participam do processo de decomposição anaeróbia (CHERNICARO, 1997):

- O primeiro grupo é composto de bactérias fermentativas, que transformam, por hidrólise, os polímeros em monômeros, e estes em acetato, hidrogênio dióxido de carbono, ácidos orgânicos de cadeia curta, aminoácidos e outros produtos como glicose;
- O segundo grupo é formado pelas bactérias acetogênicas produtoras de hidrogênio, o qual converte os produtos gerados pelo primeiro grupo (aminoácido, açúcares orgânicos e alcoóis) em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono;
- Os produtos finais do segundo grupo são os substratos essenciais para o terceiro grupo, que por sua vez constitui dois diferentes grupos de archeas metanogênicas. Um grupo usa o acetato, transformando – o em metano e dióxido de carbono, enquanto o outro produz metano, através da redução do dióxido de carbono .

### 3.3.1 Biodigestores

Existem pelo menos dois importantes tipos biodigestores, que apresentam seu modo de operação em batelada ou em fluxo não contínuo, e os de fluxo contínuo. Os biodigestores de batelada consistem em um recipiente fechado onde o resíduo ou composto orgânico biodegradável é depositado e permanece até a estabilização da matéria orgânica. Neste sistema, a produção de biogás não é constante, possui um máximo e um mínimo, como resultado do esgotamento da matéria biodegradável.

Já os biodigestores de fluxo contínuo apresentam uma entrada por onde o reator é alimentado constantemente e uma saída para resíduo já estabilizado. A matéria orgânica que entra no reator permanece lá por tempo suficiente para ser

estabilizada, esse tipo de reator apresenta produção contínua de biogás sendo, portando o tipo mais indicado para produção do gás em escala de produção.

### 3.4 BIOGÁS

Biogás é o gás originado da decomposição anaeróbia de restos de matéria orgânica de origem animal ou vegetal apresentando composição bem variada, mas seus três componentes principais são: o gás carbônico, o ácido sulfídrico e o metano. Essa composição pode variar de acordo com o estágio da digestão anaeróbia ou mesmo com a temperatura ou origem dos substratos orgânicos.

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  $9000 \text{ kcal/m}^3$ . Quando misturado com  $\text{CO}_2$ , também produzido em digestão anaeróbia, o seu valor calórico diminui significativamente para a faixa de  $5400 \text{ kcal/m}^3$  (GERARDI, 2003).

O metano puro, nas condições normais de temperatura e pressão, possui poder calórico de aproximadamente  $33.980 \text{ kJ/m}^3$ . O biogás, com 65% de metano, tem poder calórico de aproximadamente  $22.353 \text{ KJ/m}^3$ , pois apenas o metano irá queimar. Isto indica que  $1 \text{ m}^3$  de biogás, com 65% de metano, equivale a  $0,6 \text{ m}^3$  de gás natural; 0,882 litros de propano; 0,789 litros de butano; 0,628 litros de gasolina; 0,575 litros de óleo combustível; 0,455 Kg de carvão betuminoso ou 1,602 kg de lenha seca (SANTOS et al., 2007).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento constitui-se na elaboração e operacionalização de um conjunto de reatores anaeróbios, em sistema de batelada, para o tratamento de resíduos avícolas (cama de aviário) e lácteos (soro de leite).

Os biodigestores foram montados no laboratório N005, do curso de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *Campus* Pato Branco, onde a pesquisa foi desenvolvida.

A condução do experimento baseou-se em um delineamento experimental fatorial, utilizando um planejamento fatorial  $2^2$ , com ponto central, todos em duplicata, resultando em 10 ensaios para avaliação do efeito da concentração da cama de aviário e do soro de leite no volume de biogás produzido, sendo avaliada a redução dos sólidos totais e a remoção de DQO.

### 4.1 SUBSTRATO

Os reatores foram alimentados com cama de aviário e soro de leite provenientes de um aviário localizado no município de São Jorge D'Oeste/PR e de um laticínio em Bom Sucesso/PR, respectivamente.

A cama de aviário utilizada na pesquisa era proveniente do sexto lote frangos e soro proveniente da elaboração de queijo mussarela. Os substratos utilizados foram recolhidos e mantidos sob refrigeração por 24 horas até sua utilização.

Sendo considerado como substrato dos biodigestores a mistura de soro de leite + água e cama de aviário nas concentrações descritas no item 4.2. A cama de aviário foi adicionada seca no biodigestor na sequência foi adicionado a mistura de soro de leite mais água, que foi preparada separadamente.

## 4.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O planejamento fatorial utilizado nesse trabalho foi para determinar quais parâmetros são mais significativos, ou seja, que influenciam no processo de biodigestão anaeróbia apresentam mais influencia. Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro um estudo preliminar do processo. De acordo com os resultados obtidos foi realizado um novo planejamento fatorial para um novo tratamento com objetivo de aperfeiçoar o processo. Na Tabela 1 pode-se verificar o planejamento experimental utilizado no primeiro experimento (preliminar).

**Tabela 1 - Planejamento fatorial aplicado no primeiro experimento (preliminar).**

Reatores	Fatores			
	Cama de aviário (%)	Soro + água (%)	Em níveis	Em níveis
1	20	80 <sup>a</sup>	+	+
2	20	80 <sup>b</sup>	+	-
3	10	90 <sup>a</sup>	-	+
4	10	90 <sup>b</sup>	-	-
5	15	85 <sup>c</sup>	0	0

\* 35 % de soro<sup>a</sup>, 15 % de soro<sup>b</sup> e 25 % de soro<sup>c</sup>.

Na tabela 2 se encontra o planejamento experimental utilizado no segundo experimento, que foi realizado em função dos resultados obtidos no primeiro experimento, aqui a quantidade de cama de aviário foi reduzida, a quantidade de soro de leite + água aumentada.

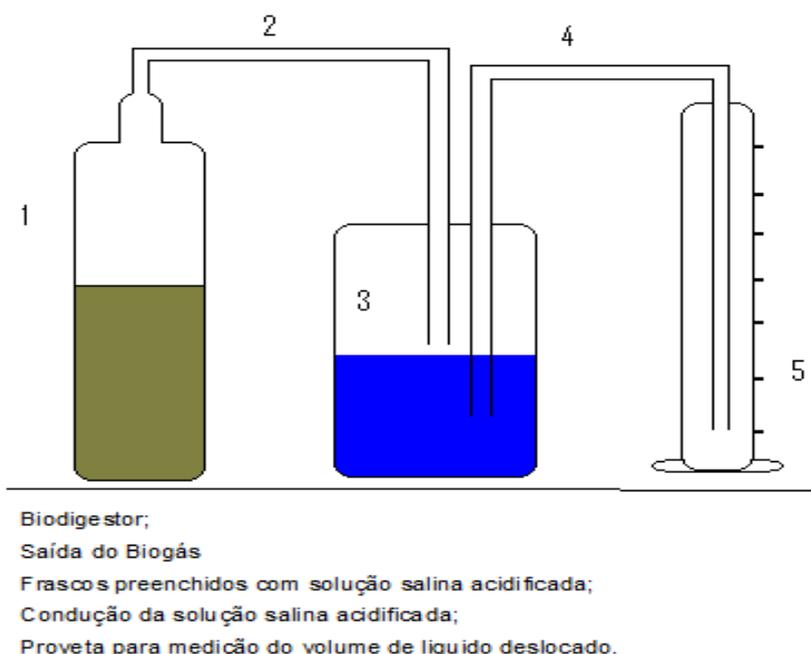
**Tabela 2 – Planejamento fatorial aplicado no segundo experimento.**

Ensaio	Fatores			
	Cama de aviário (%)	Soro + água (%)	Em níveis	Em níveis
6	5	95 <sup>a</sup>	-	+
7	5	95 <sup>b</sup>	-	-
8	15	85 <sup>a</sup>	+	+
9	15	85 <sup>b</sup>	+	-
10	10	90 <sup>c</sup>	0	0

\* 35 % de soro <sup>a</sup>, 15 % de soro <sup>b</sup> e 25 % de soro <sup>c</sup>.

#### 4.3 REATORES E GASÔMETRO

Foram utilizados para o experimento 10 reatores anaeróbios construídos em garrafas PET com capacidade de 2 L. Para realizar a medida de biogás formado, foram confeccionados gasômetros em frascos plásticos que foram preenchidos com solução salina acidificada (25% de NaCl e 3% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), essa solução é utilizada para minimizar a dissolução de gás carbônico. Cada frasco foi fechado com tampa, na qual foram introduzidas duas mangueiras, uma para passagem do biogás e a outra para a solução salina. A medida que se produzia biogás, a solução era deslocada do frasco e coletada em frascos para a medida do volume. Na Figura 1 pode-se observar o esquema geral dos reatores e o respectivo gasômetro. Os reatores anaeróbios foram alimentados em regime de batelada com tempo de retenção definido e a temperatura de trabalho foi a ambiente.



**Figura 2 - Modelo de biodigestor e gasômetro utilizados.**

#### 4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS

Para determinar as características do substrato (mistura de resíduos) e biofertilizante foram realizadas as medidas de pH, acidez volátil e alcalinidade total, sólidos suspensos totais, fixos e voláteis, DQO, nitrogênio e fósforo. As leituras de pH foram realizadas por medidas de eletrodo. Os valores de acidez volátil e alcalinidade total foram determinados por método titulométrico. Sólidos totais foram determinados gravimetricamente. Os valores de DQO foram obtidos por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ). O teor de nitrogênio foi determinado por micro-Kjedahl e quantidade de fósforo por absorção em UV. Todas estas análises foram realizadas de acordo com APHA (2005). A determinação do percentual de umidade, matéria orgânica, resíduo mineral e carbono orgânico foram realizados pelo método de calcinação por KIEHL (1985).

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

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

Onde: T = temperatura ambiente

P = Pressão Local de Pato Branco/PR (959,92hPa)

V = Volume da solução deslocado (mL)

F = Fator de correção de umidade a temperatura de medição de gás, segundo equação:  $F = 1,0568 - 0,0034 \cdot X$ ,  $r = 0,9979$  onde X = temperatura ambiente (FERNANDES JUNIOR, 1995).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram caracterizados os substratos, soro de leite e a cama de aviário, os resultados encontrados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Caracterização do substrato soro de leite e cama de aviário**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>SORO DE LEITE</b>	<b>CAMA DE AVIARIO</b>
Nitrogênio Total (mg/L)	672,0	630,0
Fósforo (mg/L)	40,0	4,6
DQO (mg/L)	66.915,0	30212,0
Sólidos Totais (mg/L)	460,0	NA
Sólidos Voláteis (mg/L)	92,2	93,0
Umidade %	94,9	24,2
Acidez (mg/L)	19.500,0	680,0
Alcalinidade (mg/L)	84,0	190,0
pH	4,5	8,8

NA: não analisado

De acordo com a Tabela 3 o resultado da análise de DQO foi próxima ao valor encontrado por Vogelaar (1978) que foi de 70.000,0 mg/L para soro do leite. O soro do leite apresentou valor de pH igual a 4,5. De acordo Magalhães (1986) as bactérias metanogênicas responsáveis pela conversão dos ácidos orgânicos em metano, são sensíveis a valores de pH abaixo de 6,5 bem como a variações de pH. Para o bom desempenho dos reatores o ideal é que o pH permaneça entre 6,5 a 7,2. O valor de pH medido para a cama de aviário foi de 8,8, valor acima do considerado ideal para o processo, dessa forma a mistura da cama de aviário com o soro de leite contribui para a obtenção de um substrato com valor de pH mais indicado (Tabela 4).

## 5.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO

Os biodigestores foram alimentados com a mistura dos resíduos (cama e soro) de acordo com o planejamento fatorial descrito na Tabela 1. As proporções de soro e cama de aviário para esse experimento foram definidas de modo aleatório, sendo assim, o experimento 1 foi considerado como um experimento preliminar, para informações prévias do comportamento da mistura.

No experimento 1 foram realizadas análises físico-químicas como DQO, Nitrogênio Total (NT) e Fósforo do substrato (mistura do soro + água com cama de aviário) e do biofertilizante produzido. O tempo de retenção foi determinado pelo acompanhamento do biogás produzido. Na Tabela 4 encontram-se os resultados das análises realizadas.

**Tabela 4 – Valores das análises físico-químicas do efluente e do afluente dos biodigestores**

REATOR	NT* (mg/L)	NT** (mg/L)	Fósforo* (mg/L)	Fósforo** (mg/L)	DQO* (mg/L)	DQO** (mg/L)	pH*	pH**
1	2730,0	3496,5	16,6	215,0	48046,0	72772,0	7,4	5,6
2	1526,0	2985,0	40,0	342,5	30606,0	69816,0	7,7	5,6
3	1036,0	2702,0	16,9	140,0	24585,0	57018,0	7,0	5,6
4	994,0	2205,0	10,0	120,1	17942,0	45855,0	7,8	5,0
5	966,0	2954,0	40,0	124,9	28115,0	76610,0	7,5	5,5

\*Entrada \*\*Saída

Os valores de pH inicial determinados no substrato dos cinco reatores estavam de acordo com o ideal indicado na literatura, entre 7,0 e 7,8 (Tabela 4). O tempo de operação dos biodigestores do experimento preliminar foi de 19 dias. Durante esses período foi observado vazamento de gás em alguns frascos preenchidos com a solução salina acidificada o que dificultou a medida do volume do gás produzido. Os vazamentos foram consertados durante o processo de biodigestão.

Os reatores foram mantidos por um período maior mesmo sem produção de biogás, como garantia de que a produção tivesse terminado.

Porém a não produção de biogás neste caso não está associada a estabilização da matéria orgânica, o que provavelmente ocorreu, foi a desestabilização em função do abaixamento do valor do pH, o que inibe o desenvolvimento das arqueas metanogênicas. No final do experimento, depois de 19 dias o resultado do pH para os cinco reatores ficaram abaixo do valor ideal, o que provavelmente determinou a parada da produção de biogás. A diminuição do valor pH pode ter ocorrido em função da alta capacidade do soro de leite de produzir ácidos orgânicos, dentre eles, o ácido láctico.

O processo de digestão anaeróbia promove a remoção da matéria orgânica, o que nesse caso, pelos resultados de DQO encontrados (Tabela 4), não foi observado. Os resultados encontrados podem ser decorrentes de um erro de amostragem. Com relação aos valores de N e P observou-se um aumento desses minerais, esse aumento também pode ser resultado da amostragem não ser homogênea.

A figura 1 apresenta a quantidade total de biogás produzido durante o tempo de incubação do biodigestor no experimento preliminar, no início a produção de biogás é mais intensa, o que pode indicar a produção de uma maior quantidade de  $\text{CO}_2$  uma vez que ocorreu a etapa de acidificação, que pôde ser observada pela redução do pH no sistema.

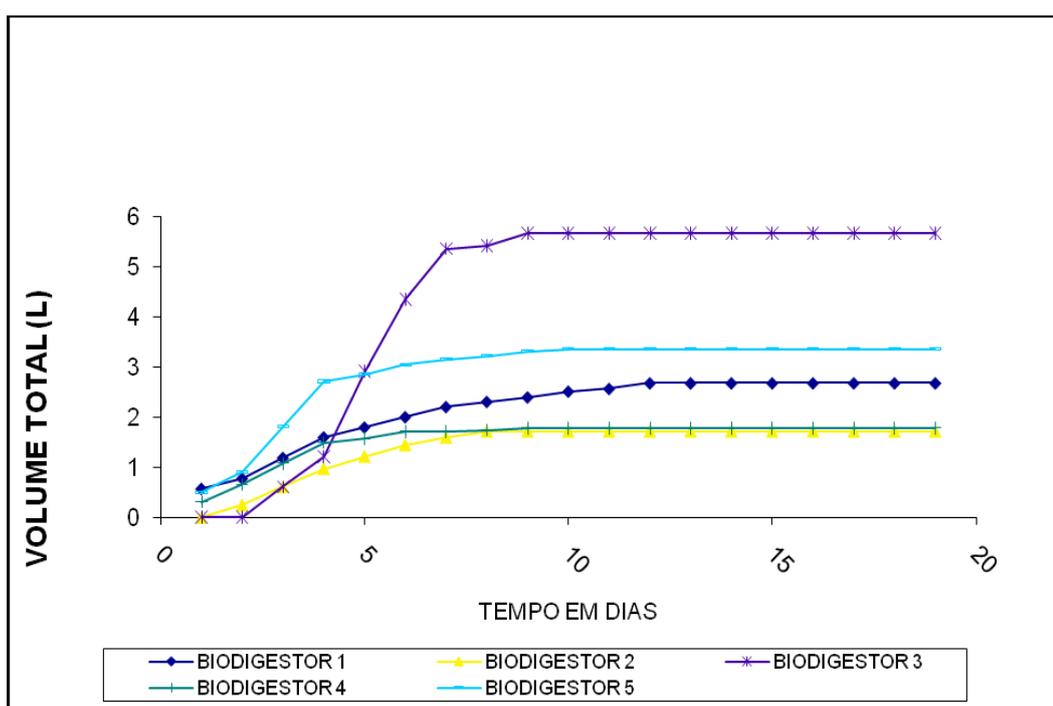


FIGURA 3 – Volume total de biogás produzido no experimento preliminar

No início do processo ocorreu uma redução no valor pH dos sistemas, devido a acidificação do meio, sendo necessário a adição de alcalinizante (bicarbonato de sódio) para o ajuste do pH. Para estudos preliminares, a adição do alcalinizante foi realizado somente no biodigestor 3. Na figura 1 pode ser observado o aumento da produção de biogás neste biodigestor. Esse aumento ocorre devido ao desprendimento de CO<sub>2</sub> do alcalinizante no meio. Foi detecto também vazamentos de gás em alguns dos biodigestores, que contribuíram com a diferença de volume produzido entre as duplicatas.

Com auxílio de uma seringa, extraiu-se biogás dos reatores e, em seguida submetia-se esse gás ao teste de chama, que consiste basicamente na queima do gás. Não foi determinado a quantidade de metano presente no biogás. Porém, com a aplicação do teste de chama foi possível verificar a queima de um gás combustível (possivelmente metano) em algum momento da incubação, contudo, não em todo o processo. Com a realização desse teste é possível evidenciar que muito provavelmente tenha ocorrido a produção do metano, porém para confirmação é necessário a realização de mais testes que possam evidenciar a presença dele.

A composição do substrato utilizado (soro de leite + cama de aviário) nesse experimento apresentou-se pastosa, o que pode ter dificultado o funcionamento dos biodigestores. Os resultados obtidos nessa fase preliminar foram importantes para definir os parâmetros para o segundo experimento.

## 5.2 EXPERIMENTO 2

Na tabela 5 encontram-se os valores de pH inicial e final e a relação entre Acidez volátil (AV) com a Alcalinidade (AL). Como pode ser observado o pH final dos reatores chegaram a valores baixos para o processo de biodigestão anaeróbia, principalmente o reator 6 o qual o valor de pH final foi de 3,47, provavelmente em função da maior quantidade de soro adicionado nesse reator.

**Tabela 5 – Média dos valores de pH e relação acidez – alcalinidade do substrato e do biofertilizante produzido**

<b>AMOSTRA</b>	<b>pH Inicial</b>	<b>pH Final</b>	<b>AV/AL Entrada</b>	<b>AV/AL Saída</b>
6 <sup>a</sup>	6,0	3,5	0,06	1,61
7 <sup>a</sup>	6,0	5,6	0,07	0,98
8 <sup>a</sup>	6,2	5,4	0,14	1,59
9 <sup>a</sup>	6,0	5,3	0,03	1,69
10 <sup>a</sup>	6,3	6,1	0,03	1,39

De acordo com a literatura o valor de AV/AL deve ser inferior a 0,5 (MAGALHÃES, 1986). No substrato inicial essa relação estava de acordo com a literatura, porém, no final do experimento o valor encontrado para AV/AL foi elevado, ficando entre 0,98 e 1,69, o que indica elevada acidez. Os valores altos para acidez indicam que as bactérias acidogênicas converteram a matéria orgânica rapidamente a ácidos orgânicos, enquanto as arqueas não conseguiram consumir todos os ácidos o que levou a acidificação do mesmo. O que pode ter ocasionado a inibição dos microrganismos e por consequência redução ou até a parada da produção do biogás.

Na Tabela 6 pode-se observar os resultados das análises dos substratos utilizados no biodigestor, bem como do biofertilizante obtido após o processo. O resultado dos valores de sólidos totais foi menor em todos os reatores após o tratamento, o que indica que houve redução da matéria orgânica. Porém os resultados de DQO, apresentaram valores maiores na saída do que na entrada. Possivelmente a matéria orgânica inicial do processo (proteínas, açúcares, lipídios) foi quebrada até ácidos orgânicos mais simples (faze acidogênica) propionato, butirato, dessa forma aumentando os valores de DQO.

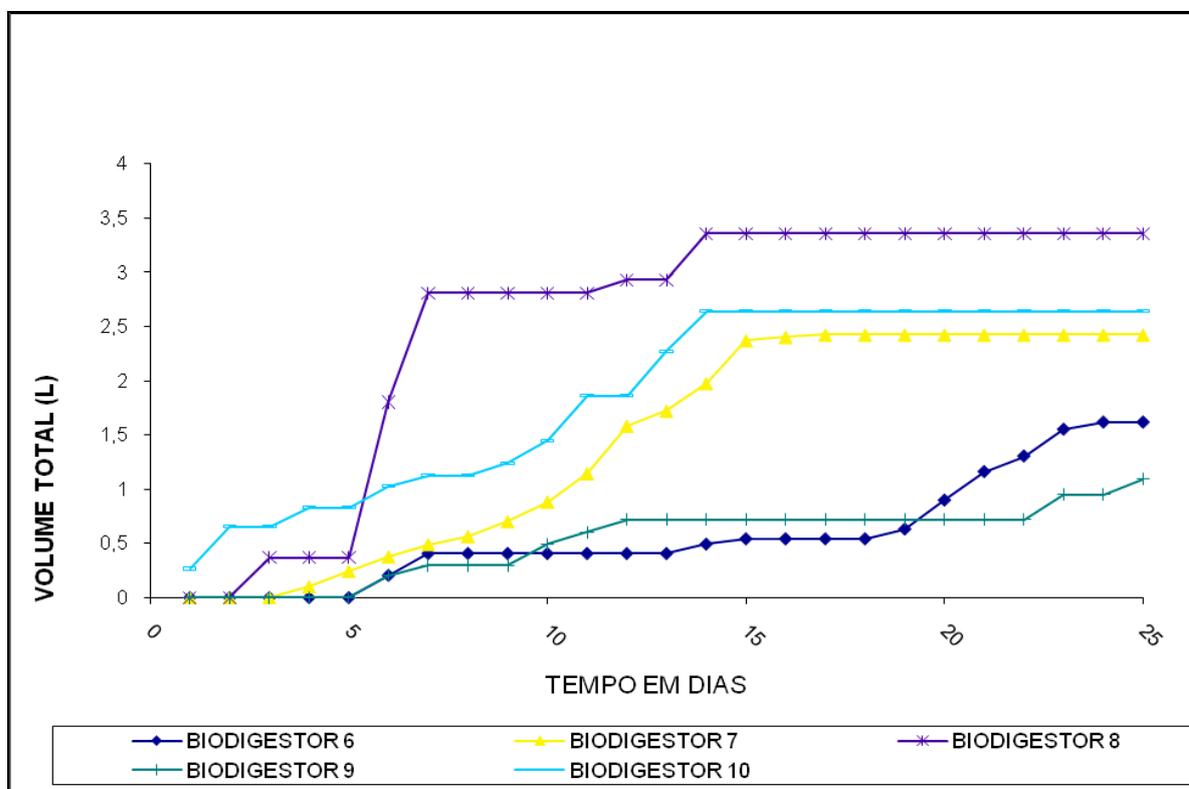
Quanto aos resultados de fósforo e nitrogênio total apresentaram resultados que indicam um aumento não significativo desses dois compostos. O que é perfeitamente coerente, já que na biodigestão anaeróbica, a matéria orgânica é transformada em metano e gás carbônico. Mantendo esses dois compostos no biofertilizante.

Tabela 6 - Caracterização físico – química do substrato e do biofertilizante dos biodigestores

REATOR	NT *	NT**	Fósforo*	Fósforo**	DQO*	DQO**	ST*	ST**	SF*	SF**	SV*	SV**	Umidade % Entrada	Umidade % Saída
6	896,00	1432,00	274,00	474,25	19923,00	28509,43	40708	25260	7710	12670	32998	12590	96,00	97,47
7	862,00	1170,00	219,50	429,50	17242,00	23416,00	35750	25274	6710	10995	29040	14279	96,67	97,47
8	1995,00	1561,00	375,00	575,75	32679,00	27827,50	112794	91154	21540	22125	91254	78943	88,60	90,88
9	2355,00	1338,50	420,00	779,50	46651,00	61634,00	111712	61634	27250	21105	84462	40529	88,85	90,83
10	675,00	1070,50	340,00	525,25	12215,00	21080,00	67628	42302	16250	15805	51376	26497	93,29	95,77

\*Entrada (mg/L) \*\*Saída (mg/L)

A Figura 3 mostra biogás total produzido durante o processo,



**FIGURA 4 – Volume de biogás produzido no experimento 2**

Na Figura 3 observa-se que o reator que produziu maior volume de biogás foi o de número 8 (15% de cama de aviário e 35% de soro de leite) e o ponto central (10% de cama de aviário e 25% de soro de leite). Observando a Tabela 5 esses dois reatores apresentaram um pH próximo do ideal ao longo do processo, para esse experimento o tempo de retenção foi de 25 dias.

Os reatores apresentaram vazamento de gás, também ocorreu acidificação dos reatores, esta foi corrigida com adição de alcalinizante (bicarbonato de sódio). A adição do alcalinizante possivelmente ocasionou produção de gás carbônico, o que provocou o aumento do volume de biogás.

A produção de biogás ocorreu em todos os biodigestores porém como não foi realizado a determinação dos componentes do biogás não foi possível afirmar a eficiência dos mesmos na geração do gás de interesse, metano.

### 5.3 RESULTADOS PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

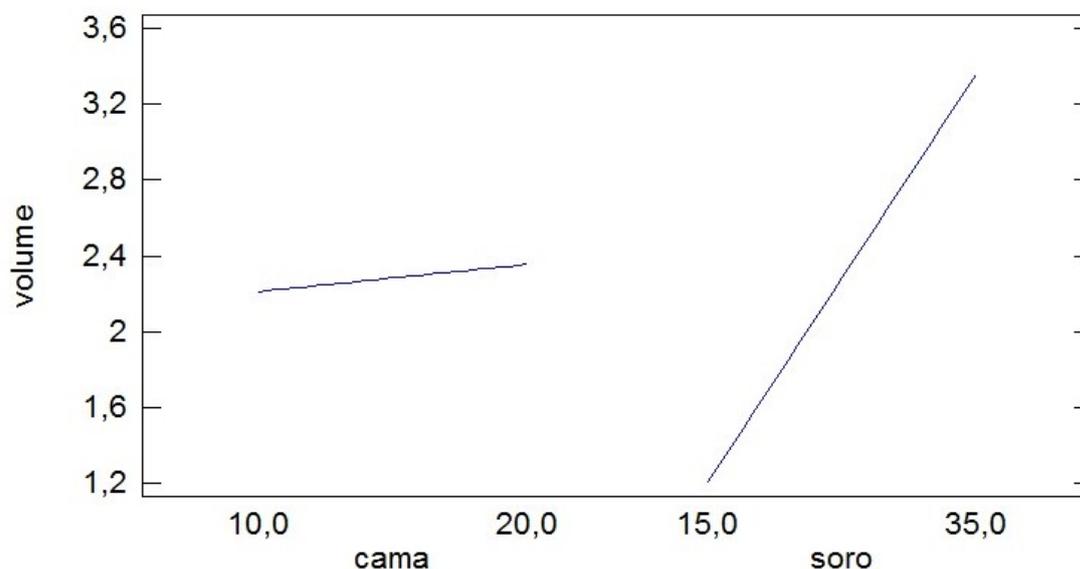
A influência dos fatores na variável resposta volume total de biogás produzido (V) foi avaliada por meio da análise de variância. Os testes estatísticos preliminares para os fatores principais e sua interação indicaram que a cama de aviário (A), a mistura de soro de leite (B) e sua interação não afetaram de maneira significativa ( $P\text{-valor} < \alpha = 0,05$ ) na quantidade total de biogás produzido. A Tabela 7 apresenta a análise da variância para a variável resposta (biogás produzido).

**Tabela 7 - Análise de variância para a variável resposta quantidade de biogás produzido**

Fontes de Variação	Variável Codificada	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P-VALOR
A	X1	1	0,020449	0,020449	0,09	0,8155
B	X2	1	2,339280	2,339280	10,18	0,1934
A*B	X1*X2	1	2,247000	2,247000	9,78	0,1971
Resíduo		1	0,229837	0,229837		
Total corrigido pela média		4	2,938180			

$$R^2 = 0,921776$$

Há uma diferença entre as médias dos dois níveis dos fatores A (5% e 15%) e B (15% e 35%). A quantidade de biogás total produzido para os dois níveis dos fatores estão apresentados na Figura 4.



**Figura 5 – Efeito dos fatores cama de aviário e mistura de soro de leite na produção de biogás total**

Observa-se que mesmo não havendo influência significativa, aumentando a quantidade de soro na mistura há um aumento na produção de biogás total, o mesmo não pode ser observado para o fator cama de aviário.

No planejamento de experimentos fatorial, é útil considerar a relação da variável resposta em termos de um modelo matemático, tal como uma função resposta. Assim, considerando os efeitos dos fatores principais e de interações, é possível ajustar aos dados experimentais o modelo de regressão mais adequado utilizando um modelo linear, como descrito por MYERS e MONTGOMERY (1995), obtendo-se assim uma equação polinomial de primeira ordem, para que a resposta em níveis intermediários dos fatores possa ser predita.

$$V = 4,9857 - 0,36045*A - 0,1167*B + 0,01499*A*B$$

Este modelo representa 92,2% ( $R^2=0,921776$ ) da variabilidade na produção total de biogás.

## 6 CONCLUSÃO

Em função dos objetivos propostos foi possível realizar as análises físico-químicas dos substratos e do biofertilizante produzido. Através da análise de sólidos totais conseguiu – se evidenciar que houve uma pequena redução da matéria orgânica, o que de certa forma evidencia que o processo de biodigestão foi efetivo em algum momento do processo.

Em função dos resultados obtidos com o primeiro experimento foi possível adequar o segundo experimento realizando um novo planejamento experimental. Foi possível evidenciar que houve produção de biogás e quantificar o volume produzido, porém o volume total produzido por cada reator foi comprometido em função de vazamentos. Através do teste de chama foi possível evidenciar que houve produção de um gás inflamável (possivelmente metano), que queimou com chama azul.

Outro fator que influenciou o processo da biodigestão foi relação acidez alcalinidade. Inicialmente essa relação apresentou valores considerados ideais para o processo, porém, ao final do processo a relação AV/AL foi alta, apresentando valores muito acima dos considerados ideais para o processo de biodigestão anaeróbia. Valores altos de AV/AL indicam que a fase acidogênica foi eficiente, porém, o consumo dos ácidos orgânicos produzidos foi baixo, indicando baixa atividade das arqueas metanogênicas. Dessa forma é necessário a correção do pH com alcalinizantes, como o bicarbonato de sódio, e realizar um controle diário do pH.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABREU, L. R. de **Tecnologia de Leite e Derivados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 215p.
- ANDRADE NETO, C. O.; CAMPOS, J. R. Introdução. In: CAMPOS J. R. **Tratamento de esgoto por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro:ed. PROSAB, 1999, p. 1-28.
- APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, **Standard Methods for the Examinations for Water and Wastewater** (APHA). Washington, D.C: 19<sup>th</sup> edition, 1995.
- APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, **Standard Methods for the Examinations for Water and Wastewater** (APHA). Washington, D.C: 21<sup>th</sup> edition, 2005.
- ABEF Associação Brasileira das Empresas Brasileiras Exportadoras de Frango – ABEF. **Produção brasileira de carne de frango por estado**, 2009 Disponível em: <[http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=8](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=8)>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- BELLAVER, C. PALHARES, J. C. P. **Uma visão sustentável sobre cama de aviário**, 2009 Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 19 fev. 2010.
- CARNEIRO, Sérgio Luiz; et a. **FRANGO DE CORTE Integração Produtor/Indústria Uma renda bimensal estável e a produção de composto orgânico na propriedade**. Agosto / 2004
- CHERNICARO, Carlos Augusto de Lemos, **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Departamento de engenharia sanitária e ambiental, UFMG, editora: CEGRAC. Belo Horizonte, 1997.
- CREVELIN, Sandra Aparecida; SCALCO, Andréa Rossi. **PROJETO “AGRICULTURA FAMILIAR GADO DE LEITE”: MELHORIAS OCORRIDAS EM UMA PROPRIEDADE FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE TUPÃ**, UNESP/CEPEAGRO, TUPÃ, SP, BRASIL. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, UEL – Londrina, PR. 2007.
- FERNANDES JUNIOR, A. **Digestão anaerobia de manipueira com separação de fases: cinética da fase acidogênica**. Botucatu, 1995. 139p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GARCIA, J. L.; PATEL, B. K. C.; OLLIVIER, B. **Taxonomic, phylogenetic, and ecological diversity of methanogenic *Archea***. *Anaerobe*. V.6, p.205-226, 2000.
- GALBIATTI, J. A. **Biodigestores**. 2004. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=5997](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=5997). Acesso em: 15 fev. 2010.

Gerardi, M. H. **The Microbiology of Anaerobic Digesters**. John Wiley & Sons, Inc. , Hoboken, New Jersey, 1<sup>th</sup> edition, 2003.

HORIKAWA, M. S; Et AL. **Chemical absorption of H<sub>2</sub>S for biogás purification**. *Braz. J. Chem. Eng.* Vol.21, n.3, São Paulo, July/Sept, 2004.

IBGE – Comunicação social, 11 de dezembro de 2006. Documento eletrônico disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia\\_imprensa.php?Id\\_noticia=759](http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia_imprensa.php?Id_noticia=759)> Acessado em 12/02/2009.

IBGE – Comunicação social, 28 de junho de 2007. Documento eletrônico disponível na URL <[http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia\\_imprensa.php?Id\\_noticia=918](http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia_imprensa.php?Id_noticia=918)> Acessado em 12/02/2009.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná. **Referencia Modular: Frango de Corte**. 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br>> Acesso em: 19 fev.2010.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, **Modernização da agricultura familiar: avaliação de impacto socioeconômico da intensificação da produção de leite em Coronel Vivida, Itapejara do Oeste e Nova Santa Rosa**. Curitiba: IPARDES, 2003. 69 p.

MAGALHÃES, A. P. T. **Biogás – Um Projeto de Saneamento Urbano**. Concórdia: Livraria Nobel, 1986.

MARTINELLI, O., SOUZA, J. M. **Relatório Setorial: Aves**. 2005. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio\\_setorial\\_final/relatorio\\_setorial\\_final\\_imprensa.asp?lst\\_setor=25](http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_imprensa.asp?lst_setor=25)>. Acesso em: 10 fev. 2010.

Myers, R.H., Montgomery, D.C. **Response surface methodology process and product optimization using designed experiments**. New York: John Wiley & Sons, 1995.

ORTIZ, S. et al. **Situação da Avicultura no Sudoeste do Paraná**. III Seminário: Sistema de Produção Agropecuária – Zootecnia. 2009. Disponível em: <<http://web.dv.utfpr.edu.br/seer/index.php/SSPA/article/view/166/152>>. Acesso em: 17 fev. 2010

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

POHLMANN, M. **Tratamento de efluentes na industria frigorifica – parte 1**. REVISTA DA CARNE. N. 325, p. 94 – 98, mar. 2004.

SANTOS, T. M. B; et al. **Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptadas para utilizar biogás como combustível**. *Eng. Agric.* V.27, n.3, Jaboticabal, set/ dez, 2007.

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.

SANTOS, T. M. B; JÚNIOR, J. D. L; F. M. D. **Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptadas para utilizar biogás como combustível**. Eng. Agric. Jaboticabal, v. 27, n.3, p. 658-664, set/dez, 2007.

TAVARES, L. P., RIBEIRO, K. C. S. **Desenvolvimento da avicultura de corte brasileira e perspectivas frente à influenza aviária**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 9, n. 1, p. 79-88, 2007.

SEAB, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=3423>>. Acesso em: 17 fev. 2010.

SEAB/DERAL/DCA/PECUÁRIA – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural – **NUMEROS DA PECUARIA PARANAENSE, 2009**; <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/nppr.pdf>; ACESSADO EM 29/08/2011

VOGELAAR, Rita C. B. **Reaproveitamento do Soro do Queijo por Coagulação com Quitosana**, 1977-1980 - Engenharia Química na fundação Armando Álvares Penteado em São Paulo. 1978 - CETESB

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba - SP: Agronômica Ceres, 1985. Editora: ceres

## APÊNDICES

