

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

**USO DO BIODIGESTOR PARA TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS**

LETÍCIA DA CUNHA

FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO 2007.

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Ciências Agrárias

Curso de Agronomia

**Uso do Biodigestor para Tratamento de Dejetos Suínos – Estudo de caso  
na Empresa SADIA S.A.**

Relatório de estágio Supervisionado  
do curso de Agronomia

**Leticia da Cunha**

Orientador: Renato Irgang

Supervisor: Paulo Roberto da Cruz

Empresa: SADIA S.A.

Florianópolis/SC, fevereiro de 2007.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pela graça a mim concedida de poder concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos queridos Tânia e Maurino, amados pais, que batalharam uma vida inteira pelos meus estudos e que conquistaram comigo este diploma. A vocês, meu eterno reconhecimento e gratidão. É nosso!

Aos meus amados irmãos Maurício da Cunha e Larissa da Cunha, por compreenderem a necessidade de tantos e tão longos momentos de silêncio para a elaboração deste trabalho.

Ao meu amado e futuro marido Raulino J. Brüning Filho, pela paciência em me ouvir falar tanto, das agruras e alegrias da construção desta pesquisa, pelas palavras de incentivo no momento certo e por fazer-me hoje e sempre a mulher mais feliz do mundo. Te amo!

À minha avó, segunda mãe, Euthália da Cunha, que tenho certeza que está feliz pela escolha a qual segui e conclui. Obrigada por tudo!

À toda empresa Sadia, por ter aberto as portas para a realização do meu estágio e em especial o Engenheiro Agrônomo, Paulo da Cruz, pelo conhecimento obtido através de suas importantes contribuições.

Ao Professor Renato Irgang, meu atencioso orientador. Profissional o qual me espelho.

Ao Professor Antônio A. A. Uberti, por todo carinho, força e compreensão dados de todo coração ao longo do curso e pelos conhecimentos transmitidos. Seus ensinamentos servirão não apenas para a minha formação profissional, mas principalmente para a minha formação como ser humano.

Ao Engenheiro Agrônomo Hugo Gosmann, pela prontidão a qual aceitou meu convite para participar da minha banca examinadora.

As minhas queridas Nelly Quintana e Inês Sierra, responsáveis pela conquista do meu estágio.

Ao meu amigo Fábio, pela ajuda no auto cad e principalmente pela nossa amizade ao longo de todo curso e espero que para toda vida.

À Universidade Federal de Santa Catarina pelos ensinamentos transmitidos de excelente qualidade.

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho refere-se à disciplina de estágio de conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Nele serão abordadas as atividades desenvolvidas pela acadêmica Letícia da Cunha, na empresa Sadia S.A., Fazenda Sede, localizada no município de Faxinal dos Guedes, no estado de Santa Catarina, às margens da BR 282, km 470.

O estágio foi realizado no período de 18 de setembro a 17 de novembro de 2006, totalizando 360 horas.

A acadêmica foi orientada pelo professor Renato Irgang do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. A supervisão na empresa ficou sob o comando de Paulo Roberto da Cruz, Engenheiro Agrônomo da empresa Sadia S.A.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	ii
SUMÁRIO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	01
1.1. Descrição do Sítio.....	01
1.2. Localização.....	01
1.3. Caracterização dos produtos do Sítio e seus mercados.....	03
1.4. Principais desafios do Sítio.....	05
1.5. Aspectos relevantes do Sítio.....	05
1.5.1. Suinocultura.....	05
1.5.2. Avicultura.....	05
1.6. Política do meio ambiente.....	06
2. INTRODUÇÃO.....	07
3. OBJETIVOS.....	09
3.1. OBJETIVO GERAL.....	09
3.2. OBEJTIVOS ESPECÍFICOS.....	09
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1. Importância sócio-econômica da suinocultura brasileira e seus impactos ambientais.....	10
4.1.1. Contaminação de águas superficiais e subterrâneas .....	11
4.1.2. Contaminação do solo.....	13
4.1.3. Poluição do ar e proliferação de insetos.....	14
4.1.3.1. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e Protocolo de Kyoto.....	16
4.1.3.2. Funcionamento do mercado de compra e venda de créditos de carbono.....	18
4.2. Uso do biodigestor como controle dos impactos ambientais provocados pela suinocultura.....	20
4.2.1. Problemas enfrentados com biodigestores.....	22
4.2.2. Etapas do processo de digestão anaeróbia.....	23
5. ATIVIDADES REALIZADAS NA EMPRESA.....	25
5.1. Visitas no ciclo de produção de suínos.....	25
5.2. Acompanhamento do manejo de dejetos na forma sólida.....	29
5.3. Acompanhamento do sistema de tratamento de efluentes líquidos da suinocultura da empresa Sadia S.A, Fazenda Sede.....	30
5.3.1. Escala de abertura das comportas para escoamento do dejetos líquido.....	34
5.4. Acompanhamento da destinação final do efluente tratado na Fazenda Sede.....	35
5.5. Acompanhamento das análises de efluentes suínos no Laboratório Físico-Químico.....	36
5.5.1. Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5</sub> ).....	37
5.5.2. Análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	37
5.5.3. Análise de Sólidos Suspensos.....	38
5.5.4. Análise de Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Amoniacal.....	38

5.6. Acompanhamento do processo de utilização do biogás para geração de energia elétrica e térmica.....	39
6. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA EMPRESA.....	42
6.1. Produção de dejetos e volume de água incorporado .....	42
6.2. Temperatura.....	45
6.3. Desinfecções e Medicamentos.....	46
6.4. Instalação de grades para contenção de sólidos.....	46
6.5. Manejo Nutricional.....	47
6.5.1 Metais Pesados.....	47
6.5.2. Nitrogênio e Fósforo.....	47
6.6. Aplicação de efluentes tratados da suinocultura no solo.....	48
6.7. Abertura das fossas de descarga dos dejetos suínos.....	49
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	51
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	53
ANEXOS.....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Fazenda Sede Faxinal dos Guedes.....	01
<b>Figura 02:</b> Fazendas que compõem o Sítio de Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A. ....	02
<b>Figura 03:</b> Estrutura Suínica do Grupo Sadia.....	04
<b>Figura 4:</b> Esquema mostrando quatros biodigestores em série, modelo Canadense, seguidos da lagoa de maturação.....	31
<b>Figura 5:</b> Biodigestor com placas de divisões internas.....	33
<b>Figura 6:</b> Bomba recalque para retirada do líquido da lagoa de maturação.....	36
<b>Figura 7:</b> A) Bebedouro ecológico tipo concha aberto; B) Bebedouro tipo chupeta e C) ecológico tipo concha com tampa.....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Composição da Fazenda Sede de Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A.....	02
<b>Tabela 02:</b> Caracterização dos produtos do Sítio Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A.....	03
<b>Tabela 3:</b> Número e tamanho dos galpões de criação de suínos da empresa Sadia S.A., e número de bebedouros.....	26
<b>Tabela 4:</b> Dimensões e tempo de detenção hidráulica dos quatro biodigestores em série e da lagoa de maturação.....	31
<b>Tabela 5:</b> Cronograma de abertura das fossas nas Unidades de Produção, Recrias e Terminações da Fazenda Sede Faxinal dos Guedes.....	34
<b>Tabela 6:</b> Composição Média do Biogás (SGANZERLA, 1983).....	40
<b>Tabela 7 :</b> Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase (OLIVEIRA, 2004).....	42
<b>Tabela 8:</b> Produção média diária de dejetos líquidos (m <sup>3</sup> ) por animal por fase, baseado na quantidade atual de animais presentes na Sadia S. A.....	43



## **RESUMO**

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no estágio curricular do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, pela acadêmica Letícia da Cunha. O estágio foi realizado na empresa Sadia S.A. em Faxinal dos Guedes, no setor de tratamento dos dejetos suínos com biodigestores. O estágio incluiu o acompanhamento e a participação nas atividades de rotina de manejo realizadas nas unidades produtoras de suínos, incluindo cobertura, gestação, maternidade, recria e terminação, e nas atividades de rotina realizadas na estação de tratamento de efluentes suínos e no laboratório de análise físico-químicas de dejetos. Além do estudo de caso na literatura com revisões bibliográficas referentes à problemática ambiental gerada pelos dejetos suínos e uso de biodigestores para tratamento de efluentes suínos. Todas as atividades foram realizadas com auxílio do supervisor da Sadia, Engenheiro Agrônomo Paulo Roberto da Cruz, com o qual foram discutidos os pontos de maior interesse do estágio, com ênfase no uso de tecnologias para a obtenção de bons resultados.

## 1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

### 1.1. Descrição do Sítio

O Sítio de Faxinal dos Guedes, atuando no ramo agropecuário, foi fundado no dia 01 de julho de 1976. Possui uma função estratégica para o grupo Sadia, pois é a única unidade que desenvolve todo o material genético de suínos e multiplica o material genético de aves, os quais mais tarde irão se transformar, nos diversos produtos Sadia. Desta forma, toda a estrutura localizada em Faxinal dos Guedes é a base para o fornecimento dos Fomentos Agropecuários de aves e suínos da empresa. Em relação a concentração de animais por m<sup>2</sup>, esta unidade é considerada um dos maiores complexos agropecuários da América Latina (SADIA S.A., 2000).

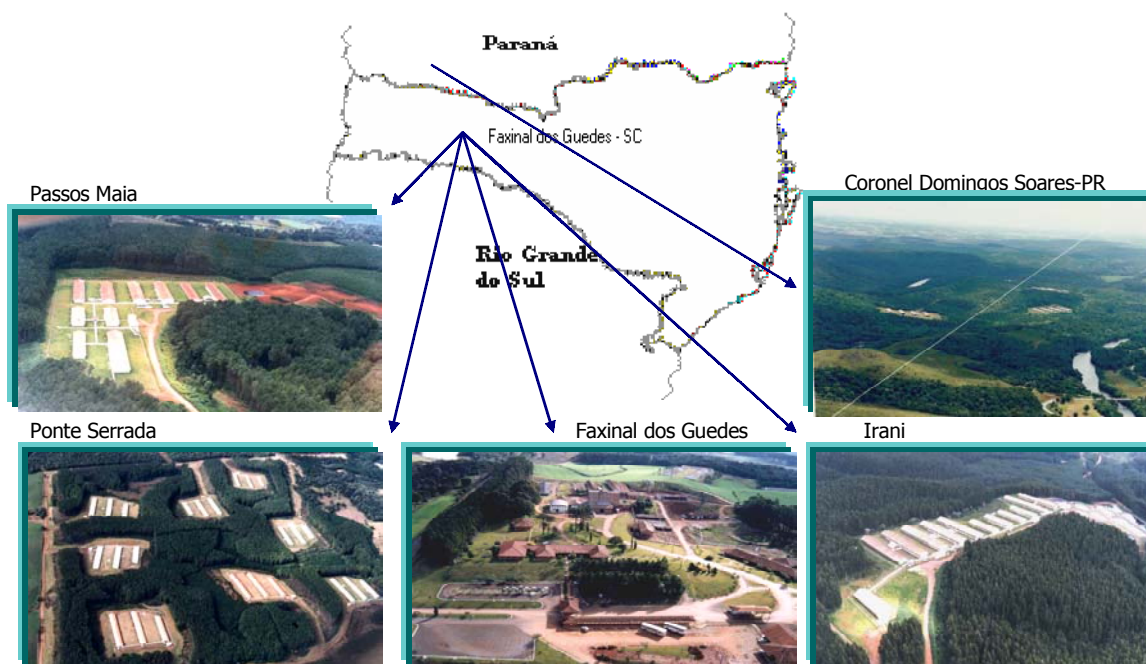
### 1.2. Localização

Possuindo 588,82ha, a Fazenda Sede concentra toda a administração e está localizada no município de Faxinal dos Guedes-SC, às margens da BR 282 (Figura 01). No entanto, estrategicamente, em função de biossegurança, inclui granjas em outros locais distantes da sede, como em Passos Maia, Ponte Serrada, Irani e Coronel Domingo Soares (Figura 02). A Tabela 01 apresenta como está constituída a Fazenda Sede.

**Figura 01:** Fazenda Sede Faxinal dos Guedes.



**Figura 02:** Fazendas que compõem o Sítio de Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A.



**Tabela 01:** Composição da Fazenda Sede de Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A.

Local	Composição	Instalação	Capacidade		
			Alojamento	Produção/Serviço Anual	
				Quant.	Produtos
Fazenda Sede	Granja Multiplicadoras de Suínos	57	40.000	28.395	Suínos reprod. Matrizes
				67.266	Suínos para abate
	Granjas Avicultura Matrizes	68	466.400	72.000.000	Ovos Fértis
	Incubatório Pintos de Corte	1	60.000.000	59.513.139	Pintos de Corte
	Incubatório Pintos Matrizes	1		4.758.700	Pintos Matrizes
	Fábrica de Rações	1	20Ton/Hora	81.556	Tonelada Rações
	Refeitório	1		171.987	Refeições
	Laboratório	1		273.921	Exames Anuais
	Escritório	1			
	Almoxarifado	1		617	Itens Estoque
Ambulatório	1		2.946	Atendimentos	

Fonte: SADIA S.A., 2000.

### 1.3. Caracterização dos produtos do Sítio e seus mercados

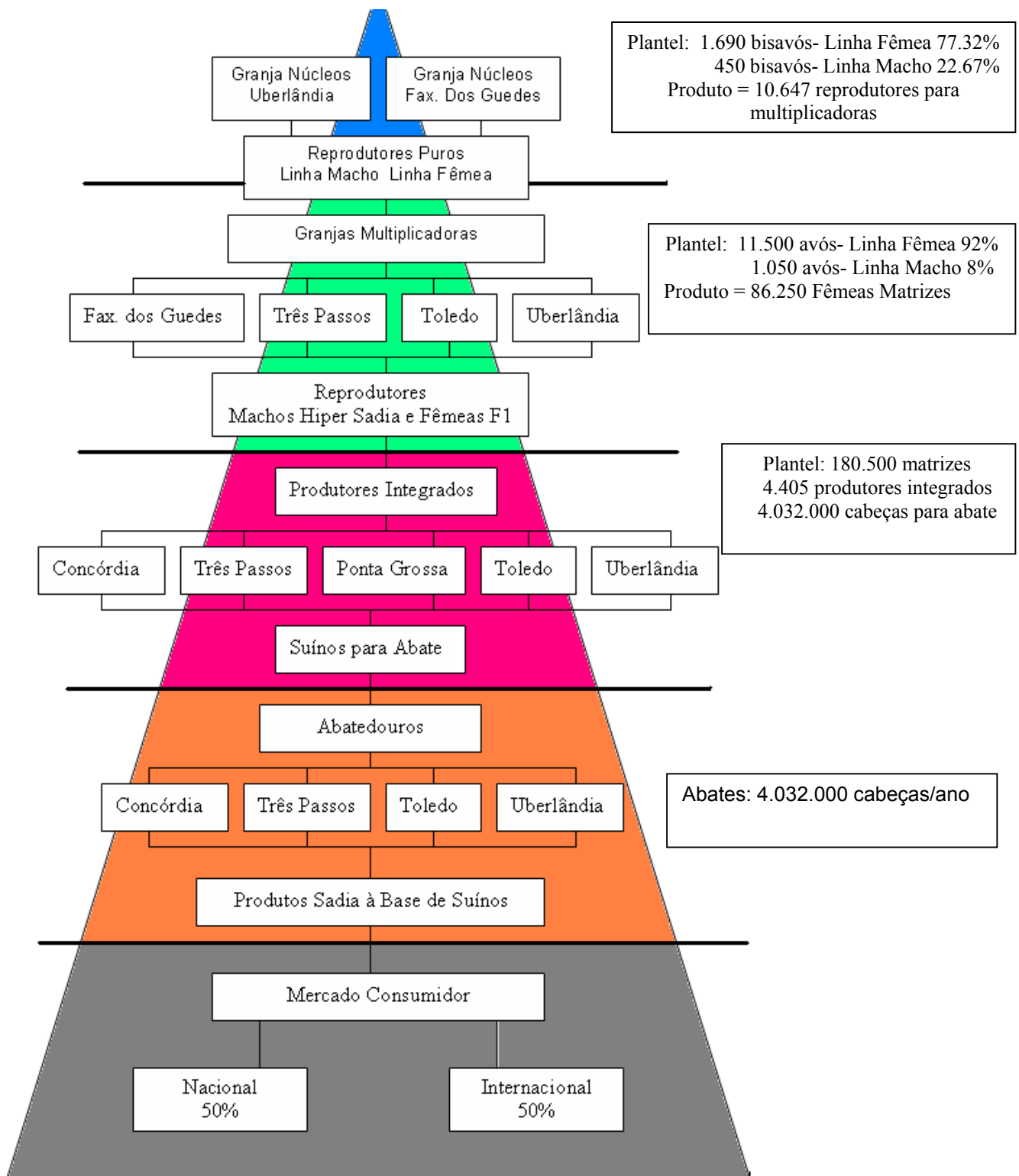
Por ser uma empresa agropecuária, a Unidade tem como produtos principais animais vivos. A Tabela 02 destaca a diferença entre esses animais. A Figura 03 resume a estrutura suinícola do Grupo Sadia (SADIA S.A., 2000).

**Tabela 02:** Caracterização dos produtos do Sítio Faxinal dos Guedes da empresa Sadia S.A.

Produto	O que é	Mercado
Pintos Matrizes de 1 dia	São aves reprodutoras de alto valor genético, as quais após o acasalamento geram ovos férteis que serão incubados e após 21 dias nascerá os pintos de corte. Em resumo, as matrizes são os “pais e mães” dos pintos de corte.	76% Unidades do Grupo Sadia; 24% Mercado Nacional.
Pintos de Corte	São aves destinadas para engorda, com objetivo de abate.	100% Unidades do Grupo Sadia.
Suínos Reprodutores Avós	São reprodutores de alto valor genético, capazes de expressar resultados produtivos comparáveis aos melhores do mundo. Estes reprodutores, após inseminação, irão gerar outro grupo de suínos que são matrizes híbridas ou cruzadas (F1). Assim, um suíno puro é o “avô” do suíno que será abatido.	93.5% Unidades do Grupo Sadia; 6.5% Mercado Nacional.
Suínos Reprodutores Matrizes	Na escala genética, são os “pais” dos suínos para abate. São animais que resultaram de uma harmônica combinação genética obtida através dos cruzamentos com as raças puras.	86.1% Unidades do Grupo Sadia; 13.9% Mercado Nacional.
Suínos para Abate	São machos filhos dos reprodutores matrizes, os quais não são destinados a reprodução e que são criados na própria granja para posteriormente serem abatidos.	100% Unidade de Concórdia-SC.
Suínos Parceria	São machos filhos dos reprodutores matrizes, os quais não são destinados a reprodução e eu são transferidos para serem terminados nos parceiros do Fomento.	100% Unidade de Concórdia-SC.

Fonte: SADIA S.A., 2000.

**Figura 03:** Estrutura Suinícola do Grupo Sadia.



#### **1.4. Principais desafios do Sítio**

Tanto para aves como para suínos, o grande desafio do Sítio é manter o plantel livre de patologias. Outro desafio é desenvolver linhagens de suínos com índices zootécnicos superiores aos que vem sendo alcançado por outras empresas. Também faz parte das metas de longo prazo a redução do custo dos reprodutores suínos e também dos pintos de corte produzidos.

Para o atendimento destes desafios, o Sítio tem alguns fatores críticos que são vitais: sanidade, produtividade com base na performance genética, novas tecnologias e atendimento à Legislação Ambiental (SADIA S.A., 2000).

#### **1.5. Aspectos relevantes do Sítio**

**1.5.1. Suinocultura:** Faxinal dos Guedes é a única Unidade do Grupo Sadia, pioneira no Brasil no desenvolvimento do suíno que ficou conhecido como “Primeiro Suíno Híbrido totalmente desenvolvido no Brasil”. A unidade possui uma granja experimental especialmente projetada para realizar diversos experimentos na área de nutrição, manejo, sanidade, reprodução, instalações, os quais após analisados, geram tecnologias que serão transferidas para outras unidades do grupo e também para a integração.

No sentido de desenvolver e adaptar tecnologias para o tratamento dos efluentes suínos, um dos grandes desafios tanto das granjas próprias como da integração, a unidade também foi pioneira no desenvolvimento do projeto e implantação da primeira estação de tratamento de efluentes suínos, a qual foi premiada a nível estadual e nacional. Este projeto foi o ponto de partida para outros que já estão sendo desenvolvidos em granjas integradas (SADIA S.A., 2000).

**1.5.2. Avicultura:** A unidade possui o plantel de aves avós de linhagens de frangos de corte, que permite produzir os animais de acordo com a especificação do frigorífico no que se refere ao rendimento de carne e partes nobres. Com estas granjas garante-se a qualidade sanitária dos reprodutores (SADIA S.A., 2000).

## **1.6. Política do meio ambiente**

A Sadia S.A. Sítio Físico de Faxinal dos Guedes, nas suas atividades de criação de suínos matrizes, aves matrizes e fábrica de rações, convive harmonicamente com o meio ambiente, para tanto se compromete a:

- Buscar continuamente melhoria nos processos para prevenir a poluição sobre o meio ambiente;
- Cumprir a legislação do meio ambiente, normas e outros requisitos ambientais aplicáveis a seus processos;
- Utilizar racionalmente os recursos naturais;
- Conscientizar todos os seus envolvidos nos seus processos;
- Contribuir com a conscientização da comunidade;

A Sadia S.A. entende que o gerenciamento ambiental é fundamental para a perpetuação de suas atividades, dentro dos conceitos do desenvolvimento sustentável (SADIA S.A., 2000).

## 2. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista econômico e social, a suinocultura é uma atividade importante para as pequenas e médias propriedades agrícolas, uma vez que se constitui em ferramenta de fixação do homem no campo e meio de geração de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva. O Brasil é o único país da América Latina incluído na lista dos 10 maiores produtores mundiais de carne suína, sendo responsável por 7,5% das exportações mundiais. Somente a região Sul, concentra 42,87% do rebanho nacional (MIELE & MACHADO, 2006).

A partir década de 70, com a aceleração no desenvolvimento da suinocultura, houve uma crescente tendência pela adoção de sistemas confinados de produção, decorrentes do modelo agroindustrial, que trouxe como conseqüência a grande produção de dejetos nas propriedades rurais. No entanto, não houve uma adequação dos sistemas de manejo e sua utilização (PERDOMO, 1995).

Esse grande volume de dejetos, somado aos desperdícios de ração, água de higienização das instalações e perda dos bebedouros, se tornou uma importante fonte de poluição, principalmente quando o manejo e destinação final ocorrem de forma inadequada. Assim, a atividade é considerada por órgãos ambientais como potencialmente causadora de degradação ambiental, principalmente pelo elevado risco de contaminação do solo (CERETTA, et al., 2003; SIMIONI, 2001) e de cursos d'água (BALDISSERA, 2002; SEGANFREDO, et al., 2004), transformando-se em fator de risco para a saúde animal e humana e obstáculo à expansão da suinocultura como atividade econômica (PERDOMO, 1995).

Neste sentido, o crescimento desordenado da suinocultura em sistemas industriais confinados, concentrou a maioria dos estudos na descoberta e introdução de novas técnicas, quase sempre voltadas ao aumento da produtividade. Contudo, não houve uma preocupação similar quanto aos impactos ambientais que essa atividade poderia ocasionar e, muito menos, estudos preventivos de controle ambiental (OLIVEIRA, 2000).

Atualmente, a recomendação técnica para o manejo ou tratamento dos dejetos tem sido o seu manuseio na forma líquida e armazenamento em



esterqueiras ou lagoas para posterior uso em lavouras como fertilizantes. Vários trabalhos de pesquisas têm demonstrado que todos estes tratamentos, embora reduzindo o potencial poluidor dos dejetos, não permitem que o resíduo final seja lançado diretamente nos recursos d'água (OLIVEIRA, 2000).

Os sistemas de produção de suínos e o manejo dos dejetos adotados são fontes de emissão de uma expressiva quantidade de gases. A digestão anaeróbia do resíduo animal resulta na produção de biogás, composto basicamente de metano ( $\text{CH}_4$ -70%) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ -30%). Nos biodigestores o metano gerado pode ser aproveitado como fonte de energia térmica ou elétrica e usada em substituição aos combustíveis fósseis ou a lenha, tendo como vantagem ser uma fonte de energia renovável. Além dos aspectos ambientais, redução na emissão de gases de efeito estufa, a produção de biogás pode agregar valor a produção, tornando-a auto sustentável economicamente, por meio da geração de energia (térmica) e a valorização agrônômica do biofertilizante (OLIVEIRA, 2004).

De um lado existe a pressão pela concentração de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não afete o meio ambiente. Assim, o grande desafio das regiões com alta concentração de animais é a exigência da sustentabilidade ambiental, energética e a redução dos gases de efeito estufa (OLIVEIRA, 2004).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Conhecer e avaliar os fatores envolvidos na produção e no tratamento de dejetos suínos em unidades de ciclo completo.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Acompanhar as atividades de manejo de suínos, focando na produção de dejetos;
- Conhecer e acompanhar o tratamento de efluentes resultantes da produção de suínos;
- Conhecer os impactos ambientais provocados pela alta concentração de animais na suinocultura;
- Abordar alguns problemas do uso e tratamento dos dejetos;
- Discutir alternativas para minimizar os impactos ambientais provocados pela suinocultura;
- Propor sugestões de melhoria no tratamento dos efluentes resultantes da produção de suínos.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. Importância sócio-econômica da suinocultura brasileira e seus impactos ambientais**

Segundo OLIVEIRA et al. (2003), a suinocultura é uma das atividades mais importantes do setor agropecuário brasileiro, chegando a ser a principal fonte de renda em algumas regiões de criação intensiva como, por exemplo, o Oeste Catarinense. O rebanho suíno nacional em 2005 foi estimado em 32.396.439 cabeças, concentrando na região Sul cerca de 13.889.514 cabeças, o que equivale a 42,87% do rebanho nacional (MIELE & MACHADO, 2006). No total, a atividade é responsável no Estado de Santa Catarina, pela geração de aproximadamente 75.000 empregos diretos e 180.000 postos indiretos, movimentando pouco mais de R\$ 3,2 bilhões anualmente (EPAGRI, 2000). Conseqüentemente, a suinocultura é um setor que contribui significativamente para a economia estadual, apresentando grande importância social, econômica e cultural.

A produção estadual de suínos é caracterizada por um nível intenso de confinamento dos animais e, como conseqüência, concentra uma elevada quantidade de dejetos. O problema se agrava devido à utilização de grande quantidade de água durante o processo produtivo para diluição e remoção dos dejetos das unidades produtivas para as esterqueiras. O mau dimensionamento e localização das unidades de tratamento (esterqueiras, quando existentes), a falta de formação de pessoal, de orientação técnica aos produtores e ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis têm contribuído muito para o agravamento da poluição nas regiões produtoras (BELLI FILHO et al., 2001).

O potencial poluidor da suinocultura se deve ao fato de produzir um grande volume de dejetos contendo nutrientes e com grande potencial poluidor, que pelo seu armazenamento e uso inadequados tem provocado grande degradação e poluição do ar, dos recursos hídricos e do solo nas regiões produtoras tanto no Brasil quanto no mundo. Dentre os impactos, pode-se destacar a poluição das águas superficiais e subterrâneas, a poluição pelo nitrogênio, a presença de microrganismos entomopatogênicos, alteração das características físicas, químicas e biológicas dos solos, a poluição do ar pela

emissão de gases que causam maus odores e que contribuem para o efeito estufa, e a presença de insetos, ocasionando maior desconforto ambiental as populações (BELLI FILHO et al., 2001; PERDOMO, 2001; OLIVEIRA et al., 2003).

#### **4.1.1. Contaminação de águas superficiais e subterrâneas**

Entre os principais impactos provocados pelo uso inadequado dos dejetos de suínos, está a contaminação de cursos d'água, que pode ocorrer de forma direta, através do lançamento dos dejetos em rios, córregos ou lagos e, de forma indireta, através do escoamento superficial em pastagens e lavouras adubadas com os dejetos.

O uso inadequado dos dejetos, declividade acentuada, reservatórios de dejetos feitos em lagoas sem revestimento impermeabilizante em solos de alta capacidade de infiltração e/ou lençol freático próximo da superfície, o manejo do solo de forma intensiva e mal planejada aliado as precipitações, pode fazer com que o material contido na superfície do solo chegue aos rios e corpos d'água levando consigo matéria orgânica e dejetos aplicados (OLIVEIRA et al., 1993). Sendo o grande problema nesse caso a concentração de fósforo (P) e nitrogênio (N) contidos nos dejetos (PERDOMO, 2001), uma vez que tornam-se poluentes quando são aplicados em excesso e continuamente, principalmente o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) (PERDOMO, 2001).

O fósforo por erosão do solo ou escoamento superficial dos dejetos, pode chegar em altas quantidades nas águas superficiais e desencadear o processo de eutrofização – acelerado crescimento de algas, baixa concentração de oxigênio e conseqüente mortalidade de peixes e a proliferação de insetos (PERDOMO, 2001; BELLI FILHO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2003).

Além dos problemas supracitados, o aumento da concentração de compostos fosfatados e principalmente dos compostos nitrogenados nas águas superficiais e subterrâneas e no solo (NRC, 1989; TAYLOR, 2000) traz sérios riscos para a saúde do homem, podendo aumentar a incidência de metahemoglobinemia<sup>1</sup> e câncer (RESENDE et al., 1999). As fontes principais

de nitrato são: a conversão do solo nativo em solos agrícolas e o uso de esterco animais e fertilizantes de síntese química.

Em relação à carga orgânica, pode-se dizer que os dejetos de suínos apresentam um potencial poluidor bem superior ao esgoto humano. Segundo OLIVEIRA et al. (1993), a DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxigênio) dos dejetos de suínos oscila entre 30.000 a 52.000 mg L<sup>-1</sup>, enquanto a do esgoto doméstico está em torno de 200 mg L<sup>-1</sup>, sendo cerca de 260 vezes superior. Resíduos com elevadas concentrações de DBO<sub>5</sub>, como é o caso dos dejetos de suínos, quando lançados *in natura* em cursos d'água podem provocar uma queda imediata e significativa de oxigênio, acarretando morte de peixes e de outros macrorganismos (SILVA, 1977; BALDISSERA, 2002).

Além disso, ainda pode ocorrer a contaminação microbiana da água de rios com elevadas concentrações de coliformes totais e fecais, demonstrado em diversos trabalhos (BALDISSERA, 2002; SEGANFREDO et al., 2003a), e contaminação de poços superficiais e fontes de água (BALDISSERA, 2002). Essa contaminação pode gerar sérios riscos à saúde humana e de animais que consomem essas águas ou com elas têm contato, podendo adquirir doenças como leptospirose, febre aftosa, hepatite, diarreias e gastroenterites (OLIVEIRA et al., 1993; SEGANFREDO, 2003b).

Segundo SEGANFREDO et al. (2004), a poluição dos recursos hídricos com dejetos de suíno através da erosão, lixiviação e escoamento superficial de água em pastagens e lavouras, pode ser minimizada se houver planejamento do manejo de nutrientes e do uso de práticas conservacionistas para o controle das perdas de solo e água das lavouras.

---

<sup>1</sup> Fruto da redução do NO<sub>3</sub> a NO<sub>2</sub> por bactérias do trato intestinal e conseqüente oxidação do Fe<sup>2+</sup> a Fe<sup>3+</sup> da hemoglobina, que é incapaz de se ligar ao oxigênio, impedindo trocas gasosas no organismo.

#### **4.1.2. Contaminação do solo**

A poluição do solo decorre da aplicação de elevadas cargas de dejetos. Em se tratando de metais pesados, vários trabalhos têm mostrado o seu acúmulo no solo, sobretudo o cobre (Cu) e o zinco (Zn) devido ao uso indiscriminado de dejetos suínos como adubo (JONDREVILLE et al., 2000; SIMIONI, 2001). Segundo JONDREVILLE et al. (2000), a consequência disso é a toxicidade para plantas e microrganismos do solo.

A utilização de dejetos de suínos como adubo, tem sido difundida com base em aspectos econômicos e ecológicos, uma vez que representa um recurso interno das propriedades rurais. Contêm nutrientes e matéria orgânica, com potencial de aumentar a produtividade de grãos e a fertilidade do solo. Assim, esta prática tem sido considerada um importante fator para se chegar a sustentabilidade da atividade suinícola (SIMIONI, 2001).

Entretanto, vários aspectos precisam de estudos, para utilizar esse material sem prejudicar o ambiente. Entre esses aspectos está a capacidade de suporte dos dejetos no solo, bem como as alterações que esses provocam em suas características físicas, químicas e biológicas. Na prática, muitas vezes as aplicações extrapolam a necessidade de nutrientes das culturas, o que aliado ao manejo inadequado do solo e a existência de áreas declivosas, têm contribuído para a degradação dos recursos naturais nas regiões produtoras (OLIVEIRA, 2000).

Para agravar este quadro, a grande concentração de suínos nessas regiões em propriedades cada vez mais especializadas gera uma quantidade de dejetos que acaba sendo superior à disponibilidade de áreas aptas para aplicação, podendo gerar poluição e degradação do solo e dos recursos naturais como um todo (OLIVEIRA, 2000).

A aplicação sistemática de efluentes da suinocultura em um mesmo local pode melhorar ou piorar as condições físicas do solo. Está provado que é possível aumentar a porosidade das camadas superiores do solo e acelerar a infiltração da água através da aplicação dos dejetos na dose de 50 t/ha/ano. As aplicações repetidas de mais de 250t/ha/ano resultam no enfraquecimento da estrutura dos solos nos primeiros 100 a 150 mm de profundidade, tornando-o em um terreno lamacento (BICUDO, 1996).

Em contraste com os fertilizantes químicos, esterco animal são geralmente aplicados em taxas maiores do que a necessidade de nutrientes das plantas. Taxas ideais de aplicação para suprimento das necessidades das plantas são na maioria aceitáveis do ponto de vista ambiental. É recomendada então, a utilização de 20 a 50 toneladas/ha/ano (2 a 5 toneladas de matéria seca) de esterco animal (CONAMA, 1986).

Visar à utilização adequada dos dejetos de suínos como adubo orgânico, de forma a reduzir os problemas de poluição gerados pela atividade suinícola, obter uma boa produtividade das culturas e manter ou aumentar os níveis de fertilidade do solo, são os maiores desafios para a sobrevivência das zonas de produção intensiva.

#### **4.1.3. Poluição do ar e proliferação de insetos**

Uma série de gases que existem naturalmente na atmosfera, em pequenas quantidades, são conhecidos como "gases de efeito estufa". A atmosfera é composta por uma proporção específica de gases: Nitrogênio, 78%; Oxigênio, 21%; Vapor de água, 0 a 4%; Argônio, 0,93%; Dióxido de Carbono, 0,3%; Hélio, 0,0005%; Metano, 0,0002%; Óxido Nitroso, 0,00003%; Ozônio, 0,000004%; entre outros de baixa concentração (BERNA, 2006).

Apesar da presença majoritária de oxigênio e nitrogênio, estes são gases que pouco contribuem para a regulação da temperatura do planeta, função que fica a cargo de gases que perfazem menos de 1% da composição atmosférica. O dióxido de carbono, ozônio, o metano e o óxido nitroso prendem a energia da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou uma estufa. Esse efeito estufa natural tem mantido a atmosfera da Terra por volta de 30° mais quente do que ela seria na ausência dele, possibilitando a existência de vida humana no planeta (MCT, 2006a).

Os gases que contribuem para o aumento do efeito estufa são: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxido nítrico (NO), traços de clorofluorcarbonetos (CFC's), hidrofluorcarbono (HFC), perfluorcarbono (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) (OLIVEIRA et al., 2003; MCT, 2006a).

A mudança global do clima é um dos mais graves problemas ambientais deste século. Nos últimos 100 anos, registrou-se um aumento de cerca de 1°C na temperatura média da Terra. As atividades do homem (maior atividade industrial, agrícola e de transporte, principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis), estão acentuando as concentrações desses gases na atmosfera, ampliando, assim, a capacidade que possuem de absorver energia (MCT, 2006a).

Os níveis de dióxido de carbono aumentaram em volume de 280 partes por milhão, antes da Revolução Industrial, para quase 360 atualmente (MCT, 2006a). Segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA), estima-se que cerca de 14% da emissão global de gás metano tenha origem em atividades relacionadas à produção animal (USEPA, 1994).

No que diz respeito aos dejetos de suínos depositados em esterqueiras e lagoas de tratamento, os principais gases considerados promotores do efeito estufa, são o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub>, o amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), o N<sub>2</sub>O (OLIVEIRA et al., 2003). O CH<sub>4</sub> e o N<sub>2</sub>O são, respectivamente, 23 e aproximadamente 120 vezes mais nocivos que o CO<sub>2</sub> para o efeito estufa (BAYER et al., 2002; AMADO & SPAGNOLLO, 2001). Já dentro das instalações suinícolas, os principais gases gerados, capazes de promover o desconforto humano e animal e até provocar enfermidades são a amônia (NH<sub>3</sub>) e o sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) (ZAHN, 2001).

A excessiva eliminação de nitrogênio pelos suínos, na forma gasosa, orgânica e inorgânica, causa problemas ao meio ambiente nos lugares onde a suinocultura é intensiva. A eliminação de amônia na forma gasosa, causa poluição do ar e a lixiviação de nitratos na forma inorgânica depois da disposição dos dejetos no solo, permitiu a poluição das águas (LIMA 2002).

Lima (2002), ainda afirma que no Brasil, os dejetos de animais depositados nos solos constituem uma das principais fontes de emissão de N<sub>2</sub>O para a atmosfera.

Outro grande problema é a proliferação de insetos nas regiões produtoras de suínos, associada aos estercos frescos e também nas proximidades das granjas, bem como de mosquitos que proliferam nas águas de rios poluídos com altos teores de compostos orgânicos (SIMIONI, 2001).



Além de transmitir doenças as moscas causam estresse nos animais e nas pessoas que trabalham ou que vivem ao redor das instalações de suínos.

Algumas espécies de moscas sugadoras de sangue, no caso da *Stomoxys calcitrans*, podem provocar a diminuição da produção de leite nas porcas e lesão nas tetas (SIMIONI, 2001).

#### **4.1.3.1. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e Protocolo de Kyoto**

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, criada pelo órgão da ONU responsável por lidar com as mudanças climáticas, está em vigor desde março de 1992. Os governos que se tornaram Partes da Convenção, ou seja, aqueles que assinaram e ratificaram o acordo, se propõem a estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça o desequilíbrio do sistema climático. Nesse sentido, a Convenção tem o papel de orientar os governos no trabalho em conjunto para a implementação de iniciativas que reduzam os impactos das atividades humanas sobre o clima, de acordo com os contextos sócio-econômicos de cada país. Para atingir esse objetivo, todos os países têm o compromisso comum de tratar da mudança do clima, adaptar-se aos seus efeitos e relatar as ações que estão sendo realizadas para implementar a Convenção (MCT, 2006b).

A Convenção, então, divide os países em dois grupos: os listados no Anexo I, que são os países desenvolvidos, como a Alemanha, o Canadá, a Espanha, os Estados Unidos, o Japão, a Austrália, etc. Juntamente com os países com economia em transição, como a Croácia, a Eslováquia, a Federação Russa, a Polônia, etc. E os que não são listados nesse anexo (as chamadas "Partes não-Anexo I"), que são os países em desenvolvimento, como o Brasil, a Índia, a China, etc. (MCT, 2006b).

A Convenção enfatiza que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelas emissões históricas e atuais, suas emissões per capita são mais elevadas que as da maioria dos países em desenvolvimento, devendo

tomar a iniciativa no combate à mudança do clima; que a prioridade primeira de países em desenvolvimento deve ser o seu próprio desenvolvimento social e econômico, e que a sua parcela de emissões globais totais deve aumentar na medida em que eles se industrializam. Isso porque a convenção considera que as emissões *per capita* desses países ainda são relativamente baixas e reconhece que certas normas ambientais podem implicar custos demasiados para algumas nações (BERNA, 2006).

A partir desta convenção são feitas reuniões anuais sobre mudanças climáticas: as chamadas Conferência das Partes (COPs). A Conferência das Partes é o "órgão supremo" da Convenção, ou seja, a autoridade mais alta de tomada de decisões. É uma associação de todos os países que ratificaram ou aceitaram a Convenção. Uma das mais importantes COPs foi em dezembro de 1997, em Kyoto no Japão, quando 39 países desenvolvidos (na presença de 160) assinaram um documento visando atingir os objetivos da convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O protocolo de Kyoto é então resultado da Convenção, é ele que estabelece regras para a redução das emissões de gases que causam o efeito estufa, a partir do princípio de responsabilidade comum, porém diferenciada. Isso significa que todos os países têm a responsabilidade de proteger o clima, porém, com maior encargo para os países do Norte que contribuíram mais para o aquecimento global (BERNA, 2006).

Com esse fim, as Partes do Anexo I comprometeram-se a adotar políticas e medidas nacionais com meta de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, que representam um corte total de pelo menos 5,2%, em relação aos níveis de 1990 até o ano 2012. Apesar de ser um compromisso assumido pelos países que o ratificaram, o acordo não tem força de lei e não prevê penalidade para os integrantes que o descumprirem (BERNA, 2006). Também devem submeter relatórios periodicamente, conhecidos como Comunicações Nacionais, detalhando suas políticas e programas sobre mudança do clima e apresentando inventários anuais de suas emissões de gases de efeito estufa à Conferência da Partes. Essas Comunicações Nacionais são submetidas a revisões aprofundadas realizadas por equipes de especialistas e um período experimental de revisão técnica dos inventários anuais de emissões (MCT, 2006b).

As metas cobrem as emissões dos seis principais gases de efeito estufa: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Algumas atividades específicas no setor de mudança no uso da terra e florestas (ou seja, florestamento, desflorestamento e reflorestamento) que emitem ou removem dióxido de carbono da atmosfera também são tratadas (MCT, 2006b).

#### **4.1.3.2. Funcionamento do mercado de compra e venda de créditos de carbono**

O mercado de carbono funciona sob as regras do Protocolo de Kyoto, onde existem mecanismos de flexibilização para auxiliar na redução das emissões de gases do efeito estufa. Um destes mecanismos é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, MDL, o qual estabelece o mercado de carbono. Este mercado funciona através da comercialização de emissões de gases do efeito estufa em bolsas, onde os países desenvolvidos, que tem que cumprir compromissos de redução da emissão desses gases, compram créditos de países em desenvolvimento para cumprí-los. Esse processo de compra e venda de créditos se dá a partir de projetos, que podem ser ligados a reflorestamentos e ao desenvolvimento de energias alternativas, localizados nos países em desenvolvimento. Estes créditos podem ser comprados e vendidos, ou entrar no cálculo como parte da cota de redução que estas nações desenvolvidas precisam atingir até 2012 (MCT, 2006c).

A quantificação é feita com base em cálculos, os quais demonstram a quantidade de dióxido de carbono a ser removida ou a quantidade de gases do efeito estufa que deixará de ser lançada na atmosfera com a efetivação de um projeto. Cada crédito de carbono equivale a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente. Essa medida internacional foi criada com o objetivo de medir o potencial de aquecimento global (GWP – Global Warming Potencial) de cada um dos seis gases causadores do efeito estufa. Por exemplo, o metano possui um GWP de 23, pois seu potencial causador do efeito estufa é 23 vezes mais poderoso que o CO<sub>2</sub> (MCT, 2006c).

As empresas poluidoras compram em bolsa ou diretamente das empresas empreendedoras as toneladas de carbono seqüestradas ou não emitidas através de um bônus chamado Certificado de Redução de Emissões (CER). Cada tonelada de carbono está cotada (agosto/2006) entre \$15 e \$18 Euros (há um ano eram \$5 euros), valor que deve ir a \$30 ou \$40 Euros entre 2008 e 2012, quando a economia de 5,2% tornar-se obrigatória (CARBONO BRASIL, 2006a).

As quantidades de toneladas de CO<sub>2</sub> ou outros gases economizadas ou seqüestradas da atmosfera, são calculadas por empresas especializadas de acordo com determinações de órgãos técnicos da ONU. Por exemplo, uma tonelada de óleo diesel trocado por biodiesel gera o direito a 3,5 toneladas de créditos. Um hectare de floresta de eucalipto absorve por hectare, por ano, 12 toneladas de gás carbônico. Um grande aterro sanitário que capte o metano e o transforme em eletricidade, pode ter o direito a milhões de toneladas de créditos por ano (CARBONO BRASIL, 2006a)

Para que um projeto seja elegível dentro das regras do MDL, precisa atender aos critérios básicos principais (CARBONO BRASIL, 2006b):

**1) Adicionalidade-** Um projeto é adicional quando ele realmente contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa. É traçada uma linha de base onde é determinado um cenário demonstrando o que aconteceria se a atividade do projeto não ocorresse. A partir da linha de base, pode-se determinar a adicionalidade, que é basicamente o detalhamento das atividades do projeto, demonstrando a eficiência na redução das emissões;

**2) Validação-** A contribuição para o desenvolvimento sustentável de cada projeto é avaliada pela Autoridade Nacional Designada, que no caso do Brasil, é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, presidida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. As Entidades são responsáveis pela validação, verificação e certificação das atividades de projetos do MDL propostas. Deve demonstrar ainda que ela e seus contratantes não têm conflitos de interesse reais ou potenciais com os participantes das atividades dos projetos para os quais foi selecionada;

**3) Registro do Documento de Concepção do Projeto na ONU** – Documento de auxílio para a apresentação de todas as informações que devem estar contidas no projeto, desenvolvido pela Junta Executiva do MDL, a qual Supervisiona o MDL sob a orientação da Conferência das Partes (COP) e tem o dever de: aprovar novas metodologias; ser responsável pelo credenciamento das entidades operacionais; fazer recomendações a COP sobre modalidades e procedimentos adicionais para o MDL; desenvolver e manter o registro do MDL; desenvolver, manter e tornar público o acervo de regras, procedimentos, metodologias e padrões aprovados;

**4) Implantação do Projeto-** Por o projeto em prática;

**5) Verificação-** Revisão periódica das reduções monitoradas das emissões de gases do efeito estufa;

**6) Certificação da Performance-** Garantia escrita de que a atividade atingiu as reduções de emissões propostas, num determinado período de tempo.

#### **4.2. Uso do biodigestor como controle dos impactos ambientais provocados pela suinocultura**

Várias técnicas têm sido propostas para reduzir os impactos ambientais provocados pela suinocultura. De um modo geral, o que sempre se procura é reduzir o volume de dejetos produzidos bem como reduzir a sua carga poluente. O uso de sistemas de lagoas anaeróbias e facultativas é uma dessas técnicas. Nas lagoas ocorre a maturação dos dejetos, sendo para isso necessário um período de 120 dias estabelecido por lei. Durante este período, ocorre redução da sua carga poluente, porém, gases que contribuem para o efeito estufa são produzidos e emitidos para a atmosfera.

Uma alternativa que tem ganhado espaço nos últimos tempos é o uso de biodigestores. Os biodigestores são câmaras que realizam a biodigestão anaeróbia da matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante rico em nutrientes e com número bastante reduzido de microorganismos patogênicos (OLIVEIRA, 2004). A decomposição da matéria orgânica na presença de

oxigênio produz dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), enquanto que o processo de biodigestão anaeróbia ocorrida nos biodigestores produz metano ( $\text{CH}_4$ ) e este, por sua vez, não é emitido para a atmosfera, e o simples fato de queimar o gás vale dinheiro na forma de “créditos de carbono”.

OLIVEIRA (2004), destaca ainda que desde que bem dimensionados, os biodigestores proporcionam inúmeras vantagens, dentre elas: o tratamento de efluentes; a redução de odores e eliminação de patógenos; a alta redução da demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{DBO}_5$ ); a produção de biofertilizante; a pequena produção de lodo ou sólidos biológicos (cerca de 5 a 10 vezes inferior a que ocorre nos processos aeróbios), uma vez que os microrganismos necessitam consumir maior quantidade de substratos para manutenção do metabolismo; maior conversão da matéria orgânica em geração de gases com elevada concentração de metano; os baixos custos operacionais e de investimentos e o menor tempo de retenção hidráulica e de área em comparação com outros sistemas de manejo e tratamento.

KUNZ (2004), ainda afirma que o sistema de tratamento com biodigestores tem um abatimento de 70 a 80% da carga orgânica, ou seja, ele reduz o poder poluente do dejetos nestas porcentagens.

No Brasil esta tecnologia teve um forte impulso na décadas de 70 e 80, caindo posteriormente em descrédito. A conjugação de uma série de fatores foi responsável pelo insucesso dos programas de biodigestores neste período, entre os quais podemos citar: a) falta de conhecimento tecnológico sobre a construção e operação dos biodigestores; b) altos custos de implantação e manutenção (câmaras de alvenaria, concreto ou pedra, gasômetros de metal); c) o aproveitamento do biofertilizante continuava a exigir equipamentos de distribuição na forma líquida, com custos de aquisição, transporte e distribuição elevados; d) falta de equipamentos desenvolvidos exclusivamente para o uso do biogás e a baixa durabilidade dos equipamentos adaptados para a conversão do biogás em energia (queimadores, aquecedores e motores) e) ausência de condensadores para água e de filtros para os gases corrosivos gerados no processo de biodigestão; f) disponibilidade e baixo custo da energia elétrica e do gás liquefeito de petróleo (GLP) e, g) não resolução da questão ambiental, pois biodigestores, por si só, não são considerados como um sistema completo de tratamento. Outros fatores, como erros grosseiros de

dimensionamento, construção e operação foram determinantes para o insucesso dos biodigestores (KUNZ et al., 2004).

Na década de 90 a biodigestão anaeróbia novamente ganhou força, ressurgindo como alternativa ao produtor, graças a disponibilidade de novos materiais para a construção dos biodigestores e, evidentemente, da maior dependência de energia das propriedades em função do aumento da escala de produção e do aumento dos custos da energia tradicional (elétrica, lenha e petróleo). Sem dúvida o emprego de mantas plásticas na construção de biodigestores, material de alta versatilidade e baixo custo, é o fator responsável pelo barateamento dos investimentos de implantação e da sua disseminação (KUNZ et al., 2004).

#### **4.2.1. Problemas enfrentados com biodigestores**

No que diz respeito a operação, os biodigestores podem apresentar problemas de eficiência em relação à influência da temperatura durante os meses de inverno, sendo mais significativo nos estados do Sul do Brasil, onde o inverno é mais rigoroso e apresenta uma maior demanda por energia térmica e uma tendência dos biodigestores em produzirem volumes menores de biogás causados pelas baixas temperaturas (KUNZ et al., 2004).

Outro problema refere-se ao desconhecimento de que a fermentação anaeróbia é um processo muito sensível e que a decomposição biológica da matéria orgânica compreende quatro fases (hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese). O sucesso da digestão depende do balanceamento entre as bactérias que produzem gás metano a partir dos ácidos orgânicos e este, é dado pela carga diária (sólidos voláteis), pH, temperatura e qualidade do material orgânico, ou seja, da sua operação. Qualquer variação entre eles pode comprometer o processo.

A entrada de antibióticos, inseticidas e desinfetantes no biodigestor também pode inibir a atividade biológica diminuindo sensivelmente a capacidade do sistema em produzir biogás (KUNZ et al., 2004). Aliado a isso, grande parte dos dejetos são extremamente liquefeitos, com baixa concentração de sólidos voláteis fruto de um grande aporte de água pelo

desperdício em bebedores, entrada de água de chuva e lavagem excessiva das baias o que resulta em sistemas com baixa eficiência (KUNZ,2004).

KUNZ (2004), ainda cita que a percepção de que grandes volumes de biodigestores produzem altas quantidades de biogás nem sempre é verdadeira, entretanto o dimensionamento do biodigestor deverá ser compatível com o tempo de retenção hidráulica deste (aconselhável TRH maiores que 35 dias) e as demandas de biogás na propriedade.

#### **4.2.2. Etapas do processo de digestão anaeróbia**

A digestão anaeróbia é um processo microbiológico em que, na ausência de oxigênio molecular, um conjunto de diversos tipos de microorganismos promove a transformação de compostos orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) em produtos mais simples, como metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células bacterianas (CASTRO & CORTEZ, 1998). Nesse processo há uma interação entre os microrganismos e o substrato em diferentes estágios.

O processo de conversão na digestão anaeróbia de material orgânico complexo apresenta quatro etapas. São elas:

**1) Hidrólise** – Uma vez que as bactérias não são capazes de assimilar a matéria orgânica particulada, a primeira fase no processo de degradação anaeróbia consiste na hidrólise de materiais particulados complexos (polímeros) em materiais dissolvidos mais simples (moléculas menores) os quais podem atravessar as paredes celulares das bactérias fermentativas. Esta conversão de materiais particulados em materiais dissolvidos é conseguida através da ação de exoenzimas excretadas pelas bactérias fermentativas hidrolíticas (FLIPPER, 2006). Os aminoácidos são formados pela degradação das proteínas, através de polipeptídeos. Há uma transformação dos carboidratos e dos lipídios em açúcares solúveis e ácidos graxos de longa cadeia de carbono e glicerina, respectivamente.

São vários os fatores que podem afetar o grau e a taxa em que o substrato é hidrolisado (LETTINGA et al., 1996; CHERNICHARO, 1997): temperatura operacional do reator; tempo de residência do substrato no



reator; composição do substrato (ex.: teores de lignina, carboidrato, proteínas e gordura); tamanho das partículas; pH do meio; concentração de produtos da hidrólise ( ex.: ácidos graxos voláteis ).

**2) Acidogênese** – Os produtos solúveis oriundos da fase de hidrólise são metabolizados no interior das células das bactérias fermentativas, em diversos compostos mais simples, os quais são então excretados pelas células. Os compostos produzidos incluem ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido lático, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio, além de novas células bacterianas. Como os ácidos graxos voláteis são os principais produtos dos organismos fermentativos, estes são usualmente designados de bactérias fermentativas acidogênicas (VAN HAANDEL & LETTINGA et al., 1994; CHERNICHARO, 1997).

**3) Acetogênese** – As bactérias acetogênicas são responsáveis pela oxidação dos produtos gerados na fase acidogênica em substrato apropriado para as bactérias metanogênicas. Os produtos gerados pelas bactérias acetogênicas são o hidrogênio, o dióxido de carbono e o acetato. Durante a formação dos ácidos acético e propiônico, uma grande quantidade de hidrogênio é formada, fazendo com que o valor do pH no meio aquoso decresça (FLIPPER, 2006). O hidrogênio é consumido no meio através das bactérias metanogênicas, que utilizam hidrogênio e dióxido de carbono para produzir metano; e por meio da formação de ácidos orgânicos formados pela reação do hidrogênio com dióxido de carbono, com formação do ácido acético (CHERNICHARO, 1997).

**4) Metanogênese** – A etapa final no processo global de degradação anaeróbia de compostos orgânicos em metano e dióxido de carbono é efetuada pelas bactérias metanogênicas. As metanogênicas utilizam somente um limitado número de substratos, compreendendo ácido acético, hidrogênio, dióxido de carbono, ácido fórmico, metanol, metilaminas e monóxido de carbono. Em função de sua afinidade por substrato e magnitude de produção de metano, as metanogênicas são divididas em dois grupos principais, um que forma metano a partir de ácido acético ou metanol, e o segundo que produz metano a partir de hidrogênio e dióxido de carbono, são respectivamente as bactérias utilizadoras de acetato (acetoclásticas) e as bactérias utilizadoras de hidrogênio (hidrogenotróficas).

Atenção especial deve ser dada às bactérias metanogênicas, consideradas mais vulneráveis às mudanças das condições ambientais (CHERNICHARO, 1997). As bactérias metanogênicas dependem do substrato fornecido pelas acidogênicas, uma vez que as bactérias metanogênicas 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 (FLIPPER, 2006).

A maioria dos biodigestores anaeróbios tem sido projetada na faixa mesófila (30 a 35°C), embora também seja possível a operação desses na faixa termófila (50 a 55°C). Entretanto, a experiência da operação de digestores anaeróbios na faixa termófila, não tem sido totalmente satisfatória, existindo ainda muitas questões a serem esclarecidas, dentre elas, se os benefícios advindos superam as desvantagens, incluindo suplemento de energia necessário para aquecer os biodigestores, a má qualidade do sobrenadante e a instabilidade do processo (CHERNICHARO, 1997).

## **5. ATIVIDADES REALIZADAS NA EMPRESA**

### **5.1. Visitas ao ciclo de produção de suínos**

Durante o período de estágio teve-se a oportunidade de visitar o ciclo de produção de suínos adotado pela empresa Sadia S.A. O manejo da produção compreende todo o processo reprodutivo e produtivo do sistema, sendo conduzido com toda a atenção, pois dele depende o atingimento de metas que incluem a obtenção de ótimos melhores índices produtivos, o retorno econômico da atividade e o abastecimento de reprodutores para granjas de produção de leitões e de suínos de abate que servirão para a obtenção de matéria prima para as indústrias de alimentos da empresa.

As visitas aos galpões de criação, possibilitaram ter uma real idéia de como o efluente é gerado, como é conduzido e as instalações e tubulações a qual os dejetos percorrem até sua chegada a Estação de Tratamento de Efluentes (descritos nos capítulos 5.2 e 5.3). Na prática, observou-se que a

recria é a fase que produz maior volume de dejetos por unidade animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, seguida da maternidade e da gestação e, por último, da terminação

A área de produção de suínos é dividida em quatro unidades, sendo que cada unidade abrange as fases de cobertura ou reprodução, gestação e maternidade. Fora dessas quatro unidades estão a recria 01 e a recria 02, a terminação, a central de inseminação artificial e a expedição dos animais. A Tabela 3 mostra o número e o tamanho dos galpões de criação de suínos, bem como o número de bebedouros.

**Tabela 3:** Número e tamanho dos galpões de criação de suínos da empresa Sadia S.A., e número de bebedouros.

<b>Galpões</b>	<b>Nº</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Nº Bebedouros</b>
Central de Inseminação Artificial	1	482,40	
Cobertura (Reprodução)	4	3.656,46	1.430
Gestação	4	5.791,68	336
Maternidade	12	9.277,16	2.400
Recrias (Creche)	10	11.954,70	1.836
Terminação	19	26.431,83	1.558
Expedição	2	930,00	89
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>58.524,23</b>	<b>7.649</b>

**Cobertura:** É realizado o contato físico pela introdução do macho no corredor do galpão onde se encontram leitoas de reposição e porcas desmamadas, pelo menos durante 10 minutos a cada dia, garantindo a melhor estimulação das fêmeas para detectar o estro. Como as fêmeas são alojadas individualmente em gaiolas, é utilizado um cachaço colocado frente a frente e imediatamente após é realizado o teste da pressão lombar. O diagnóstico de cio é realizado duas vezes ao dia com intervalo de aproximadamente 12 horas. A fêmea em cio pára rigidamente, treme as orelhas, mostra interesse pelo macho, apresenta vulva tumescida e com muco. Após detectado o cio, higieniza-se a vulva e espera-se um período mínimo para realizar a inseminação artificial na presença do macho, tomando o cuidado para que o sêmen seja depositado de forma natural e não de forma forçada no canal reprodutivo da fêmea. O tempo da inseminação é de no mínimo 4 minutos.

É adotado o manejo de duas inseminações por porca e uma terceira inseminação somente para porcas com cio novamente testado e confirmado na

terceira cobertura. A empresa adota intervalo de 12h entre as inseminações artificiais.

Nessa fase de cobertura, observou-se que as fezes eram mais líquidas quando comparadas com as da a gestação e da maternidade, uma vez que na cobertura, a fêmea em cio quase não apresenta fome, porém bebe bastante água. O piso do galpão de reprodução é parcialmente ripado, com bebedouros tipo chupeta, posicionados na grade da frente da gaiola. No comedouro corre água também.

**Gestação:** As porcas e leitoas são alojadas em baias coletivas nos primeiros 30 dias de gestação. Cada baia comporta aproximadamente sete fêmeas.

Do dia 18º ao dia à 24º após a cobertura ou inseminação artificial é passado o cachaço em frente às porcas pela manhã e pela tarde, após os horários de arraçoamento para verificar retornos de cio.

A ração é fornecida em duas refeições, pela manhã e à tarde, fornecida no chão. A oferta de água é à vontade por bebedouro tipo chupeta, localizados no final da baia sobre o piso parcialmente ripado. As fêmeas permanecem nas baias coletivas por aproximadamente três meses e antes de irem para a maternidade são lavadas.

**Maternidade:** A transferência das porcas para a maternidade é feita sete dias antes da data prevista para o parto. Os animais são conduzidos com calma e sem estresse, sempre com o auxílio de corredores e da tábua de manejo, nas horas quentes do dia durante o inverno e nas horas frescas do dia no verão.

No dia do parto, as porcas não recebem ração, mantendo somente água a sua disposição, fornecida em bebedouro ecológico tipo concha aberta. Já as porcas em lactação recebem ração à vontade. Para os leitões é fornecido ração pré-inicial a partir dos 7 dias de vida até o desmame. O piso é parcialmente ripado.

O parto é acompanhado dando-se toda a atenção possível à porca e aos leitões recém nascidos. Em porcas sem contração muscular é aplicada uma dose de 2 mL de ocitocina e massageado o aparelho mamário para expulsar o leitão. Se ainda assim não o liberar, usa-se a técnica da mão enluvada para foçar a retirada do leitão.

Assim que o leitão é expulso, limpa-se com maravalha para retirar restos de placenta, amarra-se o umbigo no comprimento de 4-5 cm e corta-se o

mesmo a 1 cm abaixo da amarração e desinfeta-se com iodo glicerinado. Após a finalização das partições é realizado o corte dos dentes e da cauda dos leitões. Um escamoteador com maravalha dentro, evita a hipotermia dos recém nascidos. Com 28 dias os leitões são desmamados e transferidos para recria.

Para cada porca existe, uma ficha individual onde se anotam dados relativos ao horário do parto e aos pesos dos leitões, e em especial as medicações individuais ou coletivas. Leitões mortos e restos de placentas são encaminhados as composteiras. Os dejetos nessa fase apresentam-se mais sólidos.

**Recria:** Nesta fase foi observado com freqüência, leitões apresentando diarreia. Isto ocorre já que a saída da maternidade para a creche, representa um choque para os leitões, pois deixam a companhia da porca e, em substituição ao leite materno, passam a se alimentar exclusivamente de ração. Por essa razão, os cuidados dedicados aos leitões, principalmente nos primeiros dias de creche, são importantes para evitar perdas e queda no desempenho, em função de problemas alimentares e ambientais.

Assim, monitora-se cada sala de creche pela manhã e a tarde para observar as condições dos leitões, bebedouros, comedouros, ração e temperatura do ambiente.

Os leitões são alojados na creche no dia do desmame em baias coletivas, cada uma com 18 leitões, formando grupos de acordo com a idade e o sexo. O chão é o parcialmente ripado, sendo colocado sobre ele uma fina camada de maravalha. O bebedouro é do tipo chupeta, localizado na parte final da baia. A ração é fornecida em cone que atende duas baias simultaneamente.

Atingido os 70 dias, os leitões são encaminhados para baia de terminação.

**Terminação:** É a fase menos preocupante dos suínos, desde que ao iniciarem as mesmas apresentem um peso compatível com a idade e boas condições sanitárias. Assim sendo, pode-se dizer que o sucesso nessas fases depende de um bom desempenho na maternidade e na creche.

Os leitões são alojados nas baias de crescimento e terminação no dia da saída da creche, mantendo os mesmos grupos formados na creche ou refazendo-se os lotes por tamanho e sexo. São colocados 18 leitões por baia,

onde permanecem 11 semanas até serem encaminhados aos integrados. O piso é parcialmente ripado, com bebedouro tipo chupeta no final da baia.

## **5.2. Acompanhamento do manejo de dejetos na forma sólida**

A empresa em questão utiliza maravalha sob piso ripado parcial para a produção de suínos, somente nas fases de creche e maternidade, visando o melhor conforto ambiental. Nas demais fases como gestação, cobertura e terminação, a criação é feita somente sob o piso ripado parcial. Estudos realizados demonstraram que o desempenho zootécnico de suínos criados sobre cama de maravalha quando comparado a sistemas de piso ripado (total ou parcial) não obtiveram diferenças significativas. Não houve diferença para consumo de alimento, conversão alimentar, ganho de peso e a taxa de músculo, bem como para o rendimento de carcaça e a espessura de gordura nos animais criados em cama de maravalha e piso ripado total ou parcial (OLVEIRA, 1999).

Baseado na informação citada anteriormente, a empresa ainda justifica o não uso da maravalha para as demais fases do ciclo de criação de suínos por apresentar como desvantagem o maior consumo de água no verão, maior cuidado e necessidade de ventilação nas edificações, e custos altos na aquisição de maravalha.

Diariamente operários realizam raspagem dos dejetos sólidos que ficam retidos sobre o piso ripado parcial, em todas as fases de criação dos suínos, com a finalidade da redução do volume dos resíduos gerados nas granjas e de evitar a diluição dos dejetos. Todo o dejetos sólido segue então para compostagem. A mistura dos dejetos sólidos com a maravalha permanece na unidade de compostagem entre quatro a seis meses, até sua maturação total (relação carbono/nitrogênio inferior a 16). As bactérias naturalmente presentes nos dejetos degradam a matéria orgânica contida na cama através de reações aeróbias acompanhadas da produção de calor.

Os resíduos de sistemas de produção sob cama de maravalha apresentam uma concentração muito maior de nutrientes, pois eliminam toda água contida nos dejetos via os processos térmicos desenvolvidos na

compostagem, quando comparado ao sistema de produção de suínos sobre piso ripado ou semi-ripado sem maravalha (onde todo o dejetos e a totalidade de água ingerida ou gerada no sistema fica retida na fossa interna de dejetos), viabilizando seu uso como fertilizante orgânico, reduzindo a quantidade de resíduos, volumes de estocagem e equipamentos necessários para distribuição em área agrícola, facilitando sua distribuição na lavoura e menor custo de investimento em edificações de compostagem (OLIVEIRA, 1999).

O destino final dado aos dejetos compostados pela empresa é seu aproveitamento como fertilizante nas lavouras de milho e soja, reflorestamento e venda como adubo.

### **5.3. Acompanhamento do sistema de tratamento de efluentes líquidos da suinocultura da empresa Sadia S.A., Fazenda Sede**

O projeto de tratamento aqui descrito refere-se a um número máximo de 44.000 suínos, em ciclo completo, e prevê o recebimento de todo dejetos líquido gerado na granja, para estabilização em sistema de quatro biodigestores em série e posterior lagoa de maturação (Figura 4), construídos pela empresa AVESUY, em diques de terra e fundo compactado.

Os dejetos são manejados internamente sob o piso ripado parcial. A malha de captação possui 54.900m lineares. As dimensões e o tempo de retenção hidráulica de cada biodigestor e da lagoa de maturação, são representados na Tabela 4.

É importante ressaltar que mesmo depois da digestão dos dejetos em biodigestores os nutrientes como nitrogênio e fósforo permanecem no efluente líquido e necessitam de um destino posterior, como por exemplo, a lagoa de maturação. O efluente final da lagoa de maturação é utilizado para fertirrigação das áreas de reflorestamento e de lavoura, da Fazenda Sede. É importante observar que o efluente final não será lançado em corpo d'água.

**Figura 4:** Esquema mostrando quatros biodigestores em série, modelo Canadense, seguidos da lagoa de maturação.



**Tabela 4:** Dimensões e tempo de retenção hidráulica dos quatro biodigestores em série e da lagoa de maturação.

<b>Dimensões</b>	<b>BIO 01</b>	<b>BIO 02</b>	<b>BIO 03</b>	<b>BIO 04</b>	<b>Lagoa de Maturação</b>
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	609,00	83,46	1.449,0	2.015,0	3.843,84
<b>Largura (m)</b>	21,00	7,8	23,0	32,5	57,20
<b>Comprimento (m)</b>	29,00	10,7	63,0	62,0	67,20
<b>Profundidade (m)</b>	3,5	3,5	3,5	3,5	2
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	2.131,5	292,11	5.071,5	7.052,5	7.687,68
<b>Tempo de Retenção (dias)</b>	04	01	09	13	8

O líquido proveniente da granja é encaminhado por gravidade em cano de PCV 150mm para um biodigestor modelo Canadense de fluxo contínuo, construído em lona de PVC, incluindo a parte do gasômetro. Esse modelo é indicado para grandes volumes de dejetos, pela sua facilidade de construção e preço mais acessível. O biodigestor é revestido internamente com manta de PVC 800 micras e com cobertura de manta de PVC 1000 micras para o gasômetro.



No biodigestor ocorre a maior remoção da carga orgânica, devido à decantação e digestão dos sólidos em suspensão mais pesados. No fundo do biodigestor se processa a formação de uma camada de lodo vivo onde ocorre o processo de fermentação anaeróbia, que consiste em um complexo de cultura mista de microrganismos capaz de metabolizar materiais orgânicos complexos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas para geração de gás metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material celular e água.

A velocidade de degradação dos sólidos no biodigestor depende quase que exclusivamente da temperatura, do teor de sólidos voláteis dos dejetos e do tempo de retenção hidráulica.

Da entrada do dejetos no primeiro biodigestor até a saída do efluente da lagoa de maturação, têm-se um tempo total de retenção hidráulica dos dejetos de 35 dias. As etapas do sistema de tratamento do efluente líquido da suinocultura podem ser resumidas da seguinte forma:

**1) Primeiro Biodigestor:** Recepeção, tanque de acúmulo e decantador.

O decantador consiste em armazenar o volume de dejetos líquidos por determinado período de tempo, para que a fração sólida decante. Assim, partículas grosseiras devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, sendo de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão, seguindo para o segundo biodigestor. Ocorrendo a separação de fases e conduzindo a obtenção de dois produtos: uma fração líquida mais fluida, ainda carregada de material orgânico e nutrientes, que segue para a lagoa de maturação e uma fração mais sólida, com umidade próxima a 70% e mantendo-se agregada, podendo evoluir para um composto (OLIVEIRA, 1993). Essa massa de sólidos é denominada lodo primário bruto. O fósforo e o nitrogênio orgânico são encontrados nos sólidos sedimentados (82% e 62%, respectivamente); o nitrogênio amoniacal (90%) e o potássio (100%) são encontrados na fase líquida (BELLI FILHO et al., 2001).

As principais finalidades da remoção dos sólidos grosseiros são para proteção dos dispositivos de transporte de esgotos (bombas e tubulações), proteção das unidades de tratamento subseqüentes, proteção dos corpos receptores e redução da carga de DBO dirigida ao tratamento secundário.

**2) Segundo Biodigestor:** Decantador, para retirada de sólidos ainda presentes.

**3) Terceiro Biodigestor:** Presença de placas de divisões internas (Figura 5), confeccionadas com a própria lona de revestimento do fundo do biodigestor, que possibilitam um maior contato entre microrganismos e substrato. Sendo constituído de diversas câmaras (compartimentos), montadas em seqüência de tal forma que o esgoto atravessa regiões de densa população microbiana (manta de lodo), sempre no sentido ascendente, tendo a oportunidade de ter contato por várias vezes com os microrganismos que degradam a matéria orgânica presente.

As vantagens dessas placas divisórias são, o alto tempo de retenção celular juntamente com a ocorrência de uma boa mistura no seu interior de maneira a assegurar uma alta taxa de contato entre célula e substrato, diminuindo assim a perda por arraste de microrganismos que são importantes para o processo. A intenção é promover fluxos descendentes e ascendentes do afluente dentro do biodigestor diversas vezes, possibilitando que o afluente tenha contato várias vezes com a população microbiana presentes na manta de lodo existente nas câmaras.

**4) Quarto Biodigestor:** Presença de placas de divisões internas (Figura 5);

**Figura 5:** Biodigestor com placas de divisões internas.



**5) Lagoa de Maturação:** A lagoa de maturação é predominantemente aeróbia. Em virtude da remoção de grande parte da carga orgânica nos tratamentos precedentes, tem como objetivo principal a remoção de organismos patogênicos e de nutrientes (nitrogênio e fósforo), de maneira a estabilizar, ou seja, mineralizar o máximo possível de sua carga orgânica (SILVA & MARA, 1979).

A intenção da empresa ao investir na construção dos biodigestores é a de controlar os impactos ambientais reduzindo a carga orgânica, estabilizar

efluentes líquidos, converter os sólidos biodegradáveis em biofertilizantes, geração de biogás, e aumentar a renda da produção, reduzindo os gastos da granja com energia elétrica e gerando créditos de carbono.

### **5.3.1. Escala de abertura das comportas para escoamento do dejetos líquido**

A malha de captação dos efluentes suínos é dividida em 03 linhas distintas, com o objetivo de garantir a funcionalidade da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos, evitando sobrecarga da linha e acidentes ambientais:

- LINHA 01: a qual compreende a Unidade 01, Recria 01, Unidade 02, Central de Inseminação Artificial, Expedição, Unidade 03, Recria 02 e Terminação 01 a 04;
- LINHA 02: Terminações 6 a 19 e Unidade 04;
- LINHA 03: Terminação 05.

O cronograma de abertura das comportas nas Unidades de Produções, Recrias e Terminações, para escoamento do dejetos líquido pela linha de captação até sua entrada nos biodigestores da Fazenda Sede é apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5:** Cronograma de abertura das fossas nas Unidades de Produções, Recrias e Terminações da Fazenda Sede Faxinal dos Guedes.

<b>Dia da Semana</b>	<b>Local</b>	<b>Horário</b>
<b>Segunda feira</b>	Unidade 01 e Unidade 04	08:00 às 11:00
	Recria 01	13:00 às 15:00
<b>Terça feira</b>	Unidade 02 e Terminações 16 a 19	08:00 às 11:00
<b>Quarta feira</b>	Unidade 03 e Terminações 05 a 14	08:00 às 11:00
<b>Quinta feira</b>	Recria 02	08:00 às 11:00
<b>Sexta feira</b>	Terminações 01 a 04	08:00 às 11:00
	Central de Inseminação	13:00

#### **5.4. Acompanhamento da destinação final do efluente tratado na Fazenda Sede**

O efluente final do sistema de tratamento é reutilizado para fertirrigação em culturas como soja e milho e áreas de reflorestamento da propriedade, não causando impacto negativo ao meio ambiente e não utilizando corpo hídrico receptor. A propriedade possui 302,83ha de reflorestamento com *Pinnus* sp. e *Eucalyptus* sp., e mais 164,45ha de lavoura, com plantação de milho e soja. Todas áreas disponíveis para o recebimento de efluente tratado.

No interior do biodigestor foi colocado um registro no fundo e uma entrada com cano de PVC 150mm abaixo da canaleta de selo d'água. O lodo acumulado resultante do processo de biodigestão, decantará no fundo do biodigestor, sendo removido do biodigestor através do registro e então colocado no caminhão pipa, que tem capacidade de carga de 12.800L por viagem. Faz-se retiradas a cada três meses do terceiro e quarto biodigestor.

Estas retiradas se fazem necessárias para o bom funcionamento do sistema de biodigestores, retirando os materiais inertes do fundo, promovendo a agitação e mistura do lodo, estimulando as atividades das bactérias anaeróbias e aumentando a vida útil do sistema. O lodo então segue com o caminhão pipa até a área de lavoura a ser aplicada onde então é lançado ao solo. A taxa de aplicação (em t/ha), obedece o quociente entre a quantidade de nitrogênio recomendada para cultura (em kg/ha) e o teor de nutriente disponível no lodo (em kg/t).

Já na lagoa de maturação a retirada do líquido é diária e realizada com bomba recalque (Figura 6), a qual funciona com o próprio biogás. O líquido é lançado por tubos PN 150 e PN 80 até a área de reflorestamento onde é aplicado, conforme os talhões programados e liberados pelo Engenheiro Agrônomo Paulo da Cruz.

Toda a adubação das áreas de lavouras e de reflorestamento da empresa é feita com biofertilizante, erradicando os gastos com adubo químico.

**Figura 6:** Bomba recalque para retirada do líquido da lagoa de maturação.



### **5.5. Acompanhamento das análises de efluentes suínos no Laboratório Físico-Químico**

A análise dos efluentes suínos de todo o grupo Sadia, é realizada no Laboratório de Análises Físico-Químico da empresa, localizado na Unidade de Faxinal dos Guedes. Nele são levantados os seguintes parâmetros de qualidade: Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Coliformes Fecais, Sólidos Totais, Sólidos Voláteis, Sólidos Fixos, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Suspensos Voláteis, Sólidos Suspensos Fixos, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal (NH<sub>3</sub>), Nitrato (NO<sub>3</sub>), Nitrito (NO<sub>2</sub>), Fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), Fósforo, Zinco, Cobre e Potássio.

Para a análise dos dejetos suínos são coletados na granja (antes da entrada do tanque de acúmulo do primeiro biodigestor), dejetos da recria, gestação, cobertura, terminação e maternidade, no momento da defecção para que não entre em contato com água e nem sofra decomposição ficando dias armazenados. Após coleta, são analisados separadamente cada tipo de dejetos e também é analisada a mistura de todos os tipos para saber a real carga bioquímica e orgânica que entra na estação de tratamento. Também é coletado o efluente final no cano de saída do último biodigestor para avaliação do funcionamento do sistema.

Em virtude do sigilo tecnológico, só foi permitido o acompanhamento visual das análises dos efluentes de saída do último biodigestor. Não sendo liberado para reprodução os métodos utilizados para cada análise, ficando também restrito à observação dos resultados obtidos. Foram observadas as análises de  $DBO_5$ , DQO, Sólidos Suspensos, Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Amoniacal.

#### **5.5.1. Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_5$ )**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_5$ ) é medida, em geral, em miligramas/litro e traduz indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no corpo de água. Esta matéria orgânica apresenta-se em suspensão ou dissolvida, podendo ser biodegradável ou não.

A  $DBO_5$  representa o consumo de oxigênio no processo de oxidação da matéria orgânica presente em uma amostra de água durante o período de cinco dias e incubada a 20 °C. Assim uma  $DBO_5$  de 300mg/L, representa o consumo de 300mg de oxigênio em cinco dias, à 20°C, no processo de estabilização da matéria orgânica carbonácea biodegradável presente em um litro.

Em resumo,  $DBO_5$  alta significa presença de poluição através da matéria orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção de oxigênio na água. A carga de  $DBO_5$  é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento como áreas, volumes de tanques, potencias de aeradores, etc.

#### **5.5.2. Análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da  $DBO_5$ , sendo o teste realizado num menor prazo.

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a  $DBO_5$ , para observar a biodegradabilidade de despejos, além de ser bastante eficiente no controle de sistemas de tratamento de efluentes.

### **5.5.3. Análise de Sólidos Suspensos**

Sólidos em Suspensão correspondem à carga sólida em suspensão e que pode ser separada por simples filtração ou mesmo decantação.

Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos tratamentos de afluentes promovendo decomposição anaeróbia.

### **5.5.4. Análise de Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Amoniacal**

O nitrogênio manifesta-se no ambiente de diversas formas, quais sejam: Nitrogênio molecular ( $N_2$ ), livre na atmosfera; Nitrogênio orgânico, dissolvido e em suspensão no corpo d'água; Amônia na forma livre, ( $NH_3$ ) e ionizada ( $NH_4$ ); Nitrato ( $NO_3$ ) e Nitrito ( $NO_2$ ). O Nitrogênio total é a soma do nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitritos e nitratos. O nitrogênio amoniacal representa a proporção de nitrogênio que está na forma  $NH_3$  e  $NH_4$ .

No meio aquático, as diversas formas de nitrogênio podem ser de origem natural (proteínas, clorofila e outros compostos biológicos) e/ou de origem das atividades humanas e animais (despejos domésticos e industriais, excremento de animais e fertilizantes).

A importância do conhecimento da presença e quantificação do nitrogênio nas suas diversas formas na água refere-se ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, isto é, a conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e este a nitrato e, principalmente, a proliferação de algas que têm no nitrogênio um elemento vital para seu crescimento. Cabe salientar que o crescimento descontrolado de algas em corpo d'água pode acarretar processos de eutrofização, que é indesejável, pois modifica substancialmente as características físicas, químicas e biológicas do corpo

d'água, causando mau odor, mortandade de peixes, mudança de cor, diminuição excessiva de oxigênio dissolvido e secreção tóxica de certas algas, são algumas das conseqüências do fenômeno de eutrofização.

O nitrogênio é um nutriente de grande mobilidade. A baixa eficiência de utilização do nitrogênio presente nos dejetos de animais como adubo mineral, pode ser atribuída pela lixiviação dos nitratos e volatilização da amônia. Após a aplicação no solo e na presença de condições aeróbias, a amônia passa, através da oxidação bacteriana, à forma nítrica. Os nitratos apresentam carga negativa e logo uma grande mobilidade no solo, sendo facilmente lixiviados pelas águas que nele infiltram ou que escoam à superfície, indo poluir os lençóis freáticos e cursos de água próximos (BICUDO, 1996).

Dependendo do valor do pH dos dejetos, a amônia pode-se apresentar na forma livre ( $\text{NH}_3$ ), tóxica aos peixes ou na forma ionizada ( $\text{NH}_4$ ), não tóxica. Para valores de pH menores que oito, a amônia se apresenta na forma ionizada.

Portanto a medição do nitrogênio amoniacal é importante não só para constatar a presença de dejetos lançados recentemente no corpo d'água, mas também como indicador futuro no consumo de oxigênio no processo de nitrificação e possível crescimento de algas. Nitrato em altas concentrações pode trazer graves problemas de intoxicação tanto no ser humano como nos animais.

## **5.6. Acompanhamento do processo de utilização do biogás para geração de energia elétrica e térmica**

A utilização do biogás produzido pelos biodigestores da empresa se dá de três formas: geração de energia elétrica, sistema de aquecimento para recria (ainda em fase de teste) e queima da caldeira. A caldeira é importante no fornecimento de vapor de água para cozinha e para peletização da ração.

Toda a energia destinada a suinocultura no horário de maior consumo (17h30min às 20h30min) que vai de segunda a sexta-feira, é gerada a partir da queima da biomassa dos dejetos suínos gerando vapor, o qual move uma turbina e, a partir do gerador, gera energia elétrica. O metano confere ao biogás um alto poder calorífico, o qual varia de 5.000 a 7.000 kcal por metro



cúbico, e que, submetido a um alto índice de purificação, pode gerar um índice de até 12.000 kcal por metro cúbico (SGANZERLA, 1983).

Assim, aproximadamente às 17horas e 15minutos, o eletricista responsável da empresa desliga as chaves da energia fornecida pela CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina) e liga as chaves de energia que vai ser abastecida pelo motor gerador de energia da própria empresa, movido a 71% de biogás e 29% de óleo diesel. Após ligadas as chaves, liga-se então o motor gerador de energia. Essa energia gerada é suficiente para abastecer toda a suinocultura da empresa no horário de ponta e zerar o consumo de energia fornecida pela CELESC nesse horário.

A economia mensal da empresa, com o uso do biogás para geração de energia elétrica foi de aproximadamente R\$ 4.500,00.

Naturalmente, a composição do biogás varia de acordo com o tipo e quantidade de biomassa empregada, os fatores climáticos e as dimensões do biodigestor, entre outros. Porém a composição básica não deve variar significativamente, devendo apresentar a composição descrita na Tabela 6.

**Tabela 6:** Composição Média do Biogás.

<b>TIPO DE GÁS</b>	<b>COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS EM %</b>
Metano (CH <sub>4</sub> )	70 a 40
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	30 a 40
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	3 a 5
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	1 a 10
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0,1
Sulfeto de Hidrogênio (H <sub>2</sub> S)	Traços
Monóxido de Carbono (CO)	0,1

Fonte: SGANZERLA, 1983.

Para se retirar a umidade e o sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) do biogás que podem prejudicar a operação e eficiência do motor gerador de energia, foi desenvolvido um cilindro empacotado internamente com limalha de ferro finamente dividida. O sistema possui ainda um medidor de gás a ser consumido na recria e um compressor para que o gás seja levado até a caldeira por tubulação de PVC, diminuindo perdas de biogás na linha de transmissão.

A partir do uso de biogás na queima da caldeira observou-se uma redução de 4m<sup>3</sup> de lenha/dia, equivalente a aproximadamente R\$ 4.000,00 no mês. Essa economia de lenha ainda pode ser maior em estações do ano mais quentes, onde a produção de biogás pelos biodigestores é maior e a caldeira pode trabalhar a pleno biogás, já que o uso da lenha se dá pelo simples motivo de manter a chama.

Portanto, além da redução no consumo de lenha e economia com energia elétrica, o biogás utilizado em ambos os casos não é eliminado na atmosfera, reduzindo o efeito estufa e gerando créditos de carbono para empresa.

## 6. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA EMPRESA

A partir das observações feitas nos sistema de produção de suínos da empresa e de tratamento dos efluentes gerados, sugestões serão dadas com vista a melhorar a eficiência do tratamento dos dejetos suínos e reduzir os impactos ambientais negativos.

### 6.1. Produção de dejetos e volume de água incorporado

Segundo OLIVEIRA, 2004 o volume de dejetos produzidos pelos suínos, de uma forma geral pode ser estimado usando-se os dados da Tabela 7.

**Tabela 7** : Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase.

Categoria de Suínos	Esterco	Esterco+Urina	Dejetos Líquidos
25-100kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em Gestação	3,60	11,00	16,2
Porcas em Lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitões Desmamados (creche)	0,35	0,95	1,40
MÉDIA	2,35	5,80	8,60

Fonte: OLIVEIRA, 2004.

Relacionando a produção média diária de dejetos líquidos estimado por OLIVEIRA, 2004 com a quantidade de animais atualmente presentes na Sadia S. A., estima-se o volume total teórico de dejetos líquidos, na ordem de 243,26 m<sup>3</sup>/ dia, conforme demonstrado na Tabela 8. Entretanto as medições *in loco*, realizadas pela empresa na entrada do Sistema de Tratamento dos Dejetos Suínos, determinaram um volume real de 580,00 m<sup>3</sup>/dia de dejetos líquidos.

Essa diferença de volume teórico e real de dejetos líquidos, bastante significativa de 336.74 m<sup>3</sup>/dia, pode ser atribuída em grande parte pela diluição dos dejetos por infiltração da água da chuva, pela água usada para

higienização das baias e pelos bebedouros tipo chupeta com vazamento, observados na empresa.

**Tabela 8:** Produção média diária de dejetos líquidos (m<sup>3</sup>) por animal por fase, baseado na quantidade atual de animais presentes na Sadia S. A..

<b>Categoria de Suínos</b>	<b>Número Atual</b>	<b>Produção de dejetos Líquidos m<sup>3</sup>/dia</b>
Porcas em Lactação	1.000	X 0,027 = 27,0
Porcas em Gestação	3.400	X 0,0162 = 55,08
Leitões Desmamados (creche)	11.534	X 0,0014 = 16,15
Suínos em crescimento (25-100kg)	20.706	X 0,007 = 144,94
Machos	10	X 0,009 = 0,09
<b>Total</b>	<b>36.650</b>	<b>243.26</b>

O desperdício de água é considerável, dependendo do tipo de bebedouro. OLIVEIRA (2004), baseado em levantamento bibliográfico sobre o consumo de água e efluentes líquidos gerados nos sistemas de criação de suínos pelo uso de diferentes tipos de bebedouros, verificou que dejetos produzidos pelos suínos nas fases de crescimento e terminação (peso vivo entre 25 – 100kg) com o uso de bebedouro ecológico tipo concha aberto (Figura 7A), era em média de 3,52 Litros/suíno/dia, para machos e fêmeas. Enquanto que a produção média de efluentes com o uso de chupeta na parede com regulagem de vazão era 4,36 Litros/suíno/dia para machos e 3,68 Litros/suíno/dia, para fêmeas.

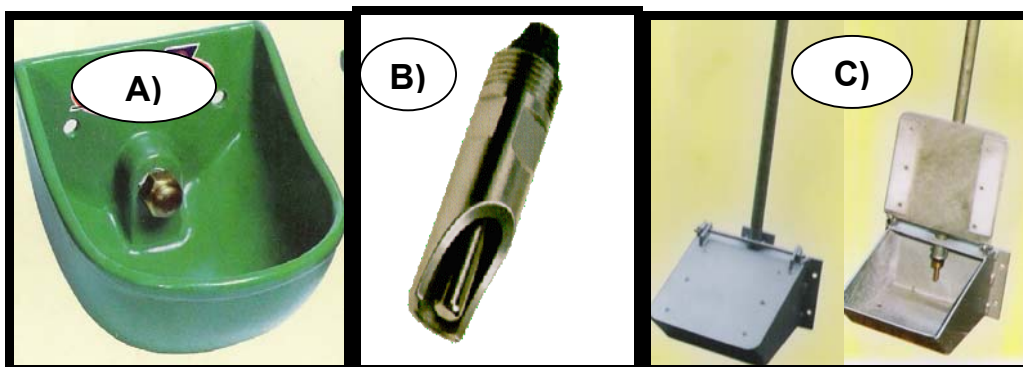
Outro trabalho neste mesmo sentido, desenvolvido por GOSMANN (1997) mostra que as propriedades equipadas com bebedouros do tipo chupeta, registram uma maior produção de dejetos sugerindo um maior desperdício de água. Segundo BODMAN (1994), uma pequena goteira num bebedouro com pressão de 2,8 kg/cm<sup>2</sup>, pode significar uma perda de 26,5 litros/hora.

O controle da incorporação de água nos dejetos permite reduzir o volume de dejetos produzidos, o que facilita o seu transporte, diminui as

viagens para transportar a lavoura, diminui a necessidade de grandes áreas para aplicação e reduz os custos envolvidos no armazenamento e tratamento dos efluentes da suinocultura. Para tal é necessário:

- Reduzir o consumo de água para lavagem aos valores mínimos suficientes para garantir uma boa condição higiênico-sanitária nos ambientes;
- Usar mangueiras de baixa vazão com alta pressão (BONETT & MONTICELLI, 1998);
- Trabalhar com bebedouros regulados e adaptados à fase de produção, substituindo os bebedouros tipo chupeta (Figura 7B), pelos bebedouros ecológico tipo concha com tampa (Figura 7C), que não apresenta desperdício de água; mantêm a água sempre limpa de ração, urina e fezes; reduz 53,2 % o volume de dejetos e conseqüentemente, os custos de armazenagem, tratamento, transporte e distribuição dos dejetos (EMBRAPA, 1995). Ver orçamento para troca dos bebedouros tipo chupeta pelo modelo ecológico tipo concha com tampa no Anexo 5.

**Figura 7:** A) Bebedouro ecológico tipo concha aberto; B) Bebedouro tipo chupeta e C) ecológico tipo concha com tampa.



Deve-se também, dar muita importância ao fato de ocorrerem infiltrações das águas das chuvas nas tubulações de descarga dos dejetos. Para evitar o contato direto das águas pluviais com os dejetos, deverão ser introduzidas calhas nos galpões de criação do suínos (ver orçamento nos Anexos 1,2,3 e 4) e deverão ser feitas valas de drenagem próximas ao sistema. Deve-se também trocar a tubulação da saída dos dejetos das granjas por PVC, pois o atual é de concreto e não são bem conectados entre si. Essas infiltrações d'água além de

diluírem os dejetos, tornando-o economicamente inviável de ser utilizado como fertilizante orgânico, aumentam o seu volume dificultando a sua distribuição.

Com a construção de calhas, a água pode ser conduzida para uma cisterna, ficando ali armazenada para posterior lavagem dos galpões de criação. Evitando-se desperdício de água em atividades menos nobres.

## **6.2. Temperatura**

Dos fatores físicos que afetam o crescimento microbiano, a temperatura é um dos mais importantes na seleção das espécies. Os microorganismos não possuem meios de controlar sua temperatura interna e, desta forma, a temperatura no interior da célula é determinada pela temperatura ambiente externa (CHERNICHARO 1997). Sendo assim, a temperatura do substrato exerce influência sobre a velocidade do processo de digestão anaeróbia, atuando diretamente na taxa de crescimento dos microorganismos (JUNIOR, 1994).

Para valores abaixo de 30° a taxa de digestão anaeróbia decresce a uma proporção de 10% por 1° C, uma vez que em baixas temperaturas a fração de sólidos orgânicos que pode ser metabolizada no processo é reduzida, gerando um acúmulo de sólidos no tanque. Assim, a eficiência e a taxa de digestão diminuem consideravelmente a temperaturas baixas (CHERNICHARO 1997).

Com base nessas informações, sugere-se a construção de um sistema de aquecimento dos dejetos por meio de uma serpentina de água quente imersa no fundo do tanque ou na entrada do sistema, para maximizar a produção de biogás e obter produções estáveis durante todo ano. A serpentina pode ser de aço inoxidável e utilizar o calor produzido pelo gerador de energia movido a biogás ou o próprio biogás, para o aquecimento dos dejetos.

### **6.3. Desinfecções e Medicamentos**

As desinfecções gerais dos galpões são realizadas a cada vazio sanitário que corresponde à troca de lote produtivo. As desinfecções individuais são realizadas na dependência de cada ocorrência, sendo impossível determinar com exatidão este momento. Os produtos utilizados para a desinfecção dos galpões são: amônia, soda e hipoclorito de sódio.

Para uma boa produção de gases no biodigestor é necessário que a empresa tenha controle do uso de antibióticos e sarnicidas nos animais. Se antibióticos e desinfetantes, entrarem no biodigestor causarão a morte das bactérias anaeróbias metanogênicas produtoras de metano, provocando o abaixamento do balão. Assim, água de limpeza com desinfetantes deve ser desviada para um sumidouro.

### **6.4. Instalação de grades para contenção de sólidos**

A empresa deve fazer um pré-tratamento dos dejetos instalando uma peneira antes da entrada do dejetos no primeiro biodigestor para reter materiais sólidos, como: resíduos de alimentos, maravalha, restos de placenta, pêlos, areia, etc., que tenham passado pela grade de ferro, localizada na tubulação de saída da granja.

As lavagens dos galpões de criação dos suínos com água em alta pressão, provocam um grande desprendimento de areia do piso da baia. A remoção dessa areia com o uso de peneiras e posterior processo de decantação evita abrasão nos equipamentos e tubulações, elimina ou reduz a possibilidade de obstrução em tubulações e evita a formação de crostas superficiais dentro dos biodigestores.

Assim, o uso da peneira na entrada do sistema de tratamento é extremamente necessário, pois é possível obter remoção de materiais sólidos de modo mais eficiente que o uso de um decantador somente.

## **6.5. Manejo Nutricional**

### **6.5.1. Metais Pesados**

A acumulação progressiva de metais pesados, fornecidos nas rações dos animais, nos solos onde são aplicados os efluentes de suinocultura, pode originar, a médio e longo prazo, o surgimento de fenômenos tóxicos nas plantas que ali se desenvolvem e em animais que as consomem. Segundo BICUDO (1996), o risco de toxicidade originada pela adição de cobre e zinco ao solo dependerá dos volumes de efluentes aplicados, da maior ou menor tolerância da cultura e das características do solo.

Elevadas dosagens de metais pesados nos dejetos de suínos, podem inibir processos de digestão anaeróbia, interferindo na eficiência do tratamento.

Evitar o uso de cobre ou outros metais pesados na dieta alimentar dos suínos como promotor de crescimento e reduzir o máximo o uso de zinco no controle da diarreia, são as principais linhas de ação a serem implementadas em curto prazo, no sentido preventivo da diminuição da contaminação.

### **6.5.2. Nitrogênio e Fósforo**

O consumo de altos níveis de proteína aumenta o consumo de água, aumentando o volume de urina e as concentrações de uréia e amônia. Além disso, esse maior consumo de nitrogênio, conseqüentemente, também aumenta a taxa de passagem dos nutrientes pelo intestino delgado, aumentando o volume e a excreção de nitrogênio nas fezes (NONES et al., 2000). Pode-se afirmar que um suíno em terminação, do nitrogênio ingerido via alimentação, ele excreta em média o equivalente a 15-20% nas fezes e de 45-50% na urina, ou seja, um total de 60-70% da quantidade de nitrogênio ingerida (DOURMAD, 1999).

Embora a ração de origem vegetal contenha adequada quantidade de fósforo, desta somente 20 a 40% é digestível para os suínos. A baixa digestibilidade do fósforo ocorre porque 66%, deste está presente como ácido fítico, o qual é indigestível para suínos (JONGBILOED, 1998).



A excreção do nitrogênio e fósforo nas fezes está diretamente relacionada com a fase fisiológica do animal e a digestibilidade do alimento. Estudos vêm sendo realizados a fim de reduzir a eliminação de nitrogênio e fósforo pelos animais, dentre estes, destacam-se:

- Formulação de dietas com maior digestibilidade, para posterior redução de nitrogênio e fósforo excretado. NONES et al. (2000), concluíram que o emprego de dietas com 15% a mais de lisina, promoveram maior retenção de nitrogênio, principalmente quando aumenta-se o teor de lisina em base digestível;
- Utilização de enzimas como a fitase. A fitase pode hidrolisar o ácido fítico para posterior absorção pelo organismo (JONGBILOED, 1998);
- Usar dietas formuladas com maior precisão, evitando o acréscimo de mais nutrientes do que os animais necessitam.

#### **6.6. Aplicação de efluentes tratados da suinocultura no solo**

Uma vez que cerca de 70% do nitrogênio e fósforo, e 94% do potássio fornecidos na alimentação estão presentes nos dejetos dos suínos, é de grande interesse a sua aplicação em solos agrícolas (BICUDO, 1996)

A lixiviação dos nitratos nos solos pode acontecer quando os dejetos são aplicados em quantidades e épocas desapropriadas, isto é, em épocas que não correspondem com as necessidades nutricionais das culturas. Este risco é maior quando a aplicação é feita nos períodos em que a precipitação excede a evapotranspiração (BICUDO, 1996). Nesse sentido, as perdas dos nutrientes fornecidos pela aplicação de efluentes da suinocultura no solo poderão ser minimizados através das seguintes medidas:

- Evitar a aplicação destes nutrientes em solo saturado, evitando o escoamento superficial;
- Realizar preferencialmente a aplicação na primavera-verão, quando as plantas têm um rápido crescimento vegetativo, em detrimento do outono-inverno, devendo esta aplicação ser fracionada;

- Efetuar periodicamente análises dos solos e das culturas disponíveis para receber aplicações destes efluentes, no sentido de evitar a acumulação indesejada de nitrogênio, potássio, fósforo e cobre;
- Determinar doses adequadas de dejetos no solo, em função do tipo e declividade do solo (evitando escoamento superficial), recomendações de nutrientes exigidos pela cultura, método de disposição e característica do lençol freático. Evitando danos ambientais;
- Vistoriar a linha de distribuição do efluente tratado, percorrendo a linha diariamente no momento do início e no final do bombeamento do efluente. Para observar a perfeição do escoamento de dejetos no sistema, evitando entupimentos e que o efluente seja lançado em local indevido.

### **6.7. Abertura das fossas de descarga dos dejetos suínos**

Para garantir o bom funcionamento do Sistema de Tratamento de Dejetos Suínos e evitar acidentes ambientais, deve-se tomar os seguintes cuidados:

- Instalar cadeados nas comportas e nas tampas das caixas de inspeção (C.I.). Com este procedimento sempre se saberá o responsável, que vai ficar com as chaves e que zelará pelo bom cumprimento do cronograma de abertura das fossas. Além de evitar possíveis sabotagens do sistema;
- Antes de proceder à abertura das fossas deve-se verificar o acúmulo de resíduos dentro das caixas de passagem e providenciar sua retirada. Evitando transbordamento do efluente;
- Não soltar dejetos fora do cronograma de abertura das fossas sem consultar o responsável pela granja;
- Após o escoamento de cada comporta, aguardar cinco minutos para abertura da próxima comporta, garantindo um bom fluxo;
- Não esperar que as linhas da malha de captação dos efluentes suínos estejam cheias para proceder a abertura das comportas. Pois longos períodos de permanência na vala provocam uma atividade fermentativa intensa e reduz o ganho em biogás dentro dos biodigestores. Além disso, a entrada brusca de uma grande quantidade de dejetos líquidos dentro do biodigestor poderá

influenciar na temperatura e conseqüentemente no funcionamento das atividades microbianas. Portanto, deve-se obedecer o cronograma das fossas independente do nível de dejetos acumulados;

- Conforme o dia da escala de envio do efluente suíno, o técnico da granja deverá pegar a chave do cadeado e orientar um operador treinado para liberar a comporta autorizada até a altura padrão que é indicada por um limitador fixado na comporta. Este procedimento evitará a sobrecarga da linha e possível extravasamento do efluente ao redor das caixas de inspeção, podendo atingir os riachos locais;
- Observar e limpar a grade de retenção dos sólidos na caixa de saída das granjas antes da descarga das fossas, retirando materiais sólidos como pedras, frascos, luvas, madeira, que poderão provocar entupimento;
- Inspeccionar as linhas de recebimento dos efluentes suínos diariamente às sete horas, antes do primeiro horário de abertura das primeiras comportas. Para isso, um operador da estação de tratamento dos efluentes deverá percorrer a linha de transmissão, observando possíveis vazamentos e limpando as caixas de inspeção, levando consigo o molho de chaves para fazer a abertura dos cadeados contidos nas tampas das caixas.

## **7. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Com o uso do biodigestor os gases promotores do efeito estufa, como o metano e o carbônico, não são mais liberados naturalmente para a atmosfera, ao contrário, ele é conduzido por canalização para a queima, podendo ser queima natural, uso para aquecimento ou produção de energia.

Entretanto, os biodigestores fazem parte de um processo de tratamento dos dejetos, não devendo ser vistos como uma solução definitiva, pois eles possuem limitações quanto a eficiência da remoção da matéria orgânica e de nutrientes. Portanto, não deve ser utilizado como solução do problema ambiental, e sim como parte de um processo.

Os problemas ambientais possuem várias interfaces e exigem soluções integradas com contribuição dos vários campos de conhecimento, como: o poder público, através de políticas públicas direcionadas para cada situação; incentivo financeiro por parte dos governos locais e das agroindústrias na área ambiental; a nutrição é uma área importante que pode contribuir com a redução dos níveis de macro e micronutrientes das dietas, através de tecnologias e estratégias que proporcionem maior aproveitamento desses elementos pelos animais; desenvolvimento de sistemas de criação direcionados aos aspectos sociais, ecológicos e ambientais da atividade em todo o processo produtivo; entre outros.

O aproveitamento dos dejetos dos suínos com a produção do biogás, a negociação dos Créditos de Carbono e o uso de biofertilizantes adequadamente, são alternativas que implicam em assumir responsabilidades para reduzir as emissões de poluentes e promover o desenvolvimento sustentável.

Percebe-se então, que tão importante saber como tratar dejetos é saber como evitar que os dejetos se formem, a fim de preservar o equilíbrio ecológico evitando a poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e da atmosfera, sem reduzir drasticamente o número de cabeças criadas.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do estágio em uma empresa como a Sadia, que possui um excelente nível organizacional e alta tecnologia, além de ter ampliado os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Agronomia, possibilitou pô-los em prática.

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, proporcionou uma maior percepção da problemática ambiental causada pela atividade suinícola, das mudanças em seu processo produtivo que a atividade precisa e das dificuldades de implantação de melhorias, propiciando maior sustentabilidade à cadeia e protegendo o meio ambiente.

Hoje, o homem sabe que é necessário atuar sobre as transformações, sem transtorno ou prejuízo à natureza e conseqüentemente a si próprio. Quanto mais conhecimento o homem adquire, mais descobre a importância do uso racional dos recursos ambientais, para que estes sejam inesgotáveis e para o seu próprio bem. Espera-se que trabalhos como este, sirvam de estímulo à percepção de que a degradação ambiental é um problema causado pelo ser humano e que necessita de soluções urgentes.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMADO, T. J. C.; SPAGNOLLO, E. **A palha e o seqüestro de carbono em plantio direto.** Trabalho apresentado no IV Curso Sobre Aspectos Básicos de Fertilidade do Solo em Plantio Direto – Ijuí, 24-25 de jul de 2001. p. 11

BALDISSERA, I. T. Poluição por dejetos de suínos no Oeste Catarinense. **Agropecu. Catarin.**, v. 15, n. 1, p. 11-12, mar. 2002.

BAYER, C., MIELNICZUK, J., COSTA, F. S., GOMES, J. **Ciclagem de carbono e fluxo de gases do efeito estufa em Agroecossistemas.** 2002.

BELLI FILHO, Paulo et al., 2001. **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos.** In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5. n.1. p.166-170. 2001.Campina Grande, Paraíba.

BERNA, Vilmar S. D. **MDL FLORESTAL**, 2006.Disponível em: <http://www.jornaldomeioambiente.com.br/JMA-MDL.asp> - 111k -. Acessado em 14 de nov de 2006, 16:47.

BICUDO, J. R. et al.,. **Plano de adaptação à legislação ambiental pelo setor da suinocultura.** Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa-Portugal. Vol I, p.504, 1996.

BODMAN, G.R. **Evaluation of housing and environmental adequacy: Principles and concepts.** Lincoln: Cooperative Extension at the University of Nebraska, 28p., 1994.

BONETT, L. P.; MONTICELLI, C. J. (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 243 p. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas).

**CARBONO BRASIL**, 2006a . Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/textos.asp?tlD=62&idioma=1>. Acessado em :14 de nov de 2006, 14:26.

**CARBONO BRASIL**, 2006b. Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/textos.asp?tlD=91&idioma=1>.Acessado em: 14 de nov de 2006, 14:45.

CASTRO, L. R., CORTES L. A. B., V: **Influência da Temperatura no Desempenho de Biodigestores com esterco bovino.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 2, n.1. p 97 – 102. 1998. Campina Grande – PB, DEAg/UFPB.1998.

CERETTA, C. A. et al. **Característica química de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural.** Pesq. agrop. bras., Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun. 2003.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Biodigestores Anaeróbios**. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. v.5. 246 p.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Legislação Ambiental**, Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da União, Brasília, 30 jun. 1986.

DOURMAND, J. Y. Comment concilier production porcine et protection de l'environnement. **Matrise des pollutions de l'eau: reduction à la source par une meilleure alimentation des porcs**. Cemagref, ed. Paris, p.75-84, 1999.

EMBRAPA. **Aspeitos práticos no manejo dos dejetos de suínos e aves**. EMBRAPA/EPAGRI, 1995.

EPAGRI. CD-Room. **Inventário das Terras da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC**. 2000.

FLIPPER - TECNOLOGIA EM FIBERGLASS LTDA. **Fundamentos da Digestão Anaeróbia**. Disponível em: <http://www.flipper.ind.br/fundamentoshtml.htm>. Acessado em : 27 de nov de 2006, 16:11.

GOSMANN, H. A. **Estudo comparativo com bioesterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos**. 1997. 126 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

JONDREVILLE, C.; REVY, P. S.; DOURMAD, J. Y. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. **In: Livestock Production Science**, 84 (2000) 147-156. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/liveprodsci>. Acessado em 12 de fev de 2006, 10:45.

JONGBILOED, A. W. **Phosphorus in the feeding of pigs: effect of diet absorption and retention of phosphorus growing pigs**. Thesis Agricultural University Wageningen, 1998. p 343.

JUNIOR, LUCAS, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. Jaboticabal, 1994. (Tese livre – Docência – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias). 137 p.

KUNZ, A. **Créditos de carbono e suas conseqüências ambientais. 2004**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>. Acessado em: 26 mai 2006, 15:27.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores: avanços e retrocessos (2004)**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004>. Acessado em: 26 de out de 2006, 15:02.

LETTINGA, G.; HULSHOFF POL, L.W. E ZEEMANG G. **Biological wastewater treatment**. Lecture notes. Wageningen Agricultural University, ed. January, 1996.

LIMA, Magda Aparecida. Emissão de gases de efeito estufa provenientes de sistemas agrícolas no Brasil. In: **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. p. 38-43. EMBRAPA Meio Ambiente, Jaguariúna – SP. 2002.

LIMA&SILVA, P. P. et al. (org.). **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: THEX, 1999. 247 p.

MCT, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Convenção – Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima**, 2006a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3996.html>. Acessado em: 14 de nov de 2006, 13:10.

MCT, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Um Guia do Processo da Mudança do Clima**, 2006b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3893.html>. Acessado em: 14 de nov de 2006, 13:35.

MCT, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Mudanças Climáticas**, 2006c. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/clima>. Acessado em: 14 de nov de 2006, 13:10.

MIELE, M.; MACHADO, J. S. Levantamento Sistemático da Produção e Abate de Suínos- LSPS. Metodologia Abicpes-Embrapa de previsão e acompanhamento da suinocultura brasileira. **Série Documentos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, v. 104, p. 1-25, 2006.

NONES, K.; LIMA, G.J.M.M. de; BELLAVER, C.; RUTTZ, F. **Efeito da formulação da dieta sobre a quantidade e a composição de dejetos de suínos em crescimento**. Congresso de Veterinários especialistas em Suínos, ABRAVES, Belo Horizonte, MG, 2000. p. 485-486.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U. S. A.) – Committee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture. **Alternative Agriculture**. 3a impr. 1991. Washington D. C.: National Academy Press, 1989. 448 p.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos,27).

OLIVEIRA, P. A. V.;ROBIN, P.; DOURMAND, J.; Balanço d'água em sistemas confinados de criação de suínos sobre cama ou piso ripado. **Congresso de Veterinários Especialistas em Suínos, ABRAVES**, Belo Horizonte, MG, 1999. p. 495-496.



OLIVEIRA, P. A. V. et al. Efeito Estufa. In: **Suinocultura Industrial**, v.25, n.172, p. 16-20, 2003.

OLIVEIRA, P. A. V. Produção e aproveitamento do biogás. In: Oliveira, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

OLIVEIRA, Paulo A., **A escolha do sistema para o manejo dos dejetos de suínos, uma difícil decisão**. Concórdia, 2000. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acessado em: 13 de set de 2006, 14:00.

PERDOMO, C. C. Uso racional da água no manejo de dejetos suínos. In: Seminário Mineiro sobre Manejo e Utilização de Dejetos de Suínos, 1., 1995, Ponte Nova, MG. **Anais...** Viçosa: EPAMIG, 1995. p. 8-23.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. In: **Suinocultura Industrial**, v. 23, n. 152 – Jun-Jul 2001 – EMBRAPA, CNPSA.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Poluição Ambiental. In: RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 3. Ed. – Viçosa: NEPUT, 1999. 338 p.

SADIA S.A. Documento Interno. **Relatório - Prêmio Atílio Fontana - 2000** – p.1e 2.

SEGANFREDO, M. A.; SOARES, I. J.; KLEIN, C. S. **Qualidade da água de rios numa região de pecuária intensiva de SC**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003a. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 342)

SEGANFREDO, M. A.; SOARES, I. J.; KLEIN, C. S. **Qualidade da água de rios em regiões suinícolas do município de Jaborá SC**. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 11, 2003b, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003b. CD-ROM.

SEGANFREDO et al. **Visualizando além dos benefícios, na análise do uso dos dejetos de animais como fertilizante**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. CD-ROM.

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestores: uma solução**. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.

SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgoto**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1977. 226 p.

SILVA, S. A.; MARA, D. D. **Tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização**. Rio de Janeiro: ABES, 1979. 139 p.

SIMIONI, Juliano; Universidade Federal de Santa Catarina. **Suinocultura, dejetos e riscos ambientais- Avaliação dos riscos ambientais pela acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos.** Florianópolis, 2001. 139 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas.

TAYLOR, D. A. A less polluting pig. **In: Environmental Health Perspective.** V. 108, n. 1, p. A14. Jan. 2000.

USEPA. International Anthropogenic Methane Emissions: **Estimates for 1990.** Edited by M. J. Adler. United States Environmental Protection Agency, Office of Policy Planning and Evaluation. 1994.

VAN HANDEL, A . C. E LETTINGA G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente.** Campina Grande: Epgraf, 1994.208 p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:** Orçamento da Empresa Casas Da Água Materiais para Construção Ltda., Florianópolis/SC, referente a construção de calha d'água para 1 galpão com 101m de comprimento. Data: 22/01/07.

**Descrição do produto da marca AGUAPLUV:**

12 Tubos PVC condutor 3MX88MM – Valor Total: R\$ 310,80

68 Calhas 3M P/BEIRAL – Valor Total: R\$ 2.332,40

12 Bocais P/CALHA – Valor Total: R\$ 174,00

24 Braçadeiras P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 79,20

67 Emendas P/CALHA – Valor Total: R\$ 582,90

24 Joelhos 60 graus P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 129,60

280 Suportes PVC P/CALHA – Valor Total: R\$ 700,00

2 Cabeceiras Direita P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

2 Cabeceiras Esquerda P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

162 Vedações de Borracha – Valor Total: R\$ 81,00

310 Parafusos P/MADEIRA – Valor Total: R\$ 15,50

**Total Bruto: R\$ 4.423,40**

**Cobertura:** 4 (galpões de 101m de comp.) x R\$ 4.423,40 = **R\$ 17.693,60**

**Recria:** 10 (galpões de 101m de comp.) x R\$ 4.423,40 = **R\$ 44.234,00**

**ANEXO 2:** Orçamento da Empresa Casas Da Água Materiais para Construção Ltda., Florianópolis/SC, referente a construção de calha d'água para 1 galpão com 64m de comprimento. Data: 22/01/07.

**Descrição do produto da marca AGUAPLUV:**

8 Tubos PVC condutor 3MX88MM – Valor Total: R\$ 207,20

43 Calhas 3M P/BEIRAL – Valor Total: R\$ 1.474,90

8 Bocais P/CALHA – Valor Total: R\$ 116,00

16 Braçadeiras P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 52,80

42 Emendas P/CALHA – Valor Total: R\$ 365,40

16 Joelhos 60 graus P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 86,40

182 Suportes PVC P/CALHA – Valor Total: R\$ 455,00

2 Cabeceiras Direita P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

2 Cabeceiras Esquerda P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

102 Vedações de Borracha – Valor Total: R\$ 51,00

200 Parafusos P/MADEIRA – Valor Total: R\$ 10,00

**Total Bruto: R\$ 2.836,70**

**Maternidade:** 12 (galpões de 64m de comp.) x R\$ 2.836,70 = **R\$ 34.040,40**

**ANEXO 3:** Orçamento da Empresa Casas Da Água Materiais para Construção Ltda., Florianópolis/SC, referente a construção de calha d'água para 1 galpão com 126m de comprimento. Data: 22/01/07.

**Descrição do produto da marca AGUAPLUV:**

14 Tubos PVC condutor 3MX88MM – Valor Total: R\$ 362,60

84 Calhas 3M P/BEIRAL – Valor Total: R\$ 2.881,20

14 Bocais P/CALHA – Valor Total: R\$ 203,00

28 Braçadeiras P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 92,40

84 Emendas P/CALHA – Valor Total: R\$ 730,80

28 Joelhos 60 graus P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 151,20

360 Suportes PVC P/CALHA – Valor Total: R\$ 900,00

2 Cabeceiras Direita P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

2 Cabeceiras Esquerda P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

200 Vedações de Borracha – Valor Total: R\$ 100,00

490 Parafusos P/MADEIRA – Valor Total: R\$ 24,50

**Total Bruto: R\$ 5.463,70**

**Gestão:** 4 (galpões de 126m de comp.) x R\$ 5.463,70= **R\$ 21.854,80**

**Terminação:** 19 (galpões de 126m de comp.) x R\$ 5.463,70= **R\$ 103.810,30**

**ANEXO 4:** Orçamento da Empresa Casas Da Água Materiais para Construção Ltda., Florianópolis/SC, referente a construção de calha d'água para 1 galpão com 40m de comprimento. Data: 22/01/07.

**Descrição do produto da marca AGUAPLUV:**

6 Tubos PVC condutor 3MX88MM – Valor Total: R\$ 155,40

27 Calhas 3M P/BEIRAL – Valor Total: R\$ 926,10

6 Bocais P/CALHA – Valor Total: R\$ 87,00

12 Braçadeiras P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 39,60

26 Emendas P/CALHA – Valor Total: R\$ 226,20

12 Joelhos 60 graus P/CONDUTOR – Valor Total: R\$ 64,80

115 Suportes PVC P/CALHA – Valor Total: R\$ 287,50

2 Cabeceiras Direita P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

2 Cabeceiras Esquerda P/CALHA – Valor Total: R\$ 9,00

68 Vedações de Borracha – Valor Total: R\$ 34,00

126 Parafusos P/MADEIRA – Valor Total: R\$ 6,30

**Total Bruto: R\$ 1.844,90**

**Centra de Inseminação Artificial: R\$ 1.844,90**

**Expedição: 2 (galpões de 40m de comp.) x R\$ 1.844,90 = R\$ 3.689,80**

**ANEXO 5:** Orçamento da Empresa Confortec Tecnologia e Conforto em Agropecuária Ltda., Teutônia/RS, para substituição dos bebedouros tipo chupeta e concha aberto, pelo modelo concha fechado. Data: 22/01/07.

**Descrição do produto:**

01 Bebedouro tipo concha fechado, p/ fase de Recria – Valor Total: R\$40,00

01 Bebedouro tipo concha fechado, p/ as demais fases – Valor Total: R\$60,00

**Cobertura:** 1.430 bebedouros x R\$ 60,00 = R\$ 85.800

**Gestação:** 336 bebedouros x R\$ 60,00 = R\$ 20.160

**Maternidade:** 2.400 bebedouros x R\$ 60,00 = R\$ 144.000

**Recria:** 1.836 bebedouros x R\$ 40,00 = R\$ 73.440

**Terminação:** 1.558 bebedouros x R\$ 60,00 = R\$ 93.480

**Expedição:** 89 bebedouros x R\$ 60,00 = R\$ 5.340

**Total: R\$ 422.220,00**