

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA  
SUINOCULTURA**

**Vamblê Guilherme Pinheiro dos Santos**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
NOVEMBRO/2007**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA  
SUINOCULTURA**

**Vamblê Guilherme Pinheiro dos Santos**

**Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para Conclusão  
do Curso de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental**

**Orientador  
Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant`Ana**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
NOVEMBRO/2007**

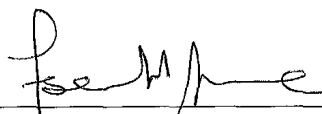
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA SUINOCULTURA**

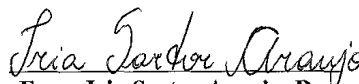
**Vamblê Guilherme Pinheiro dos Santos**

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para  
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental-  
TCC II**

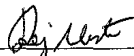
**BANCA EXAMINADORA :**



**Prof. Fernando Soares Pinto SantAnna, Dr.**  
(Orientador)



**Enga. Iria Sartor Araujo, Dra.**  
(Membro da Banca)



**Prof. Rejane Helena Ribeiro da Costa, Dra.**  
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
NOVEMBRO/2007**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por toda força e alegrias concedidas durante a minha vida.

Ao Professor Fernando Santa'ana, por todo o respeito, amizade e orientações que foram essenciais para a produção deste trabalho.

Ao pessoal do Labeflu (UFSC), pela amizade e oportunidade de realizar o trabalho de campo necessário para este trabalho.

A minha esposa Ângela Elisa e a minha filhinha Ana Alice, por todo carinho, confiança, dedicação e amor que são essenciais a minha vida.

Ao meus pais e irmãos, por todo carinho e aprendizados transmitidos que foram essenciais para o meu crescimento.

“Nós devemos ser a mudança que  
desejamos ver no mundo.”

(Mahatma Gandhi)

## SUMÁRIO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUÇÃO.....	10
OBJETIVOS.....	12
1. OBJETIVO GERAL.....	12
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
CAPÍTULO I.....	13
PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P + L) .....	13
CAPÍTULO II .....	15
TECNOLOGIAS DE REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA E APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. CUIDADOS E TECNOLOGIAS.....	15
CAPÍTULO III.....	19
TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO DO BIOGÁS .....	19
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. PRODUÇÃO DO BIOGÁS.....	19
3. MODELOS DE BIODIGESTORES MAIS UTILIZADOS NO MEIO RURAL .....	19
4. RECOMENDAÇÕES NA LOCALIZAÇÃO E NO DIMENSIONAMENTO DOS BIODIGESTORES .....	20
5. UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS .....	21
5.1. Uso do biogás para a geração de energia elétrica .....	21
6. CUIDADOS COM O MANEJO DO BIOGÁS .....	21
CAPÍTULO IV .....	22
SISTEMA DE CAMA SOBREPOSTA.....	22
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. VANTAGENS DA CAMA SOBREPOSTA EM COMPARAÇÃO COM OS SISTEMAS CONVENCIONAIS DE MANEJO E TRATAMENTO .....	22
3. CUIDADOS .....	23
4. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO .....	24
CAPÍTULO V .....	25
BIOSISTEMAS INTEGRADOS.....	25

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>2. EXPLICAÇÃO DO BIOSISTEMA .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>29</b>
<b>RAÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>2. NITROGÊNIO .....</b>	<b>29</b>
<b>3. DIFICULDADES PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>ESTUDOS DE CASOS.....</b>	<b>31</b>
<b>1. METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
<b>2. GRANJA 1: PEQUENA PROPRIEDADE.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1. Caracterização .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2. Identificação de Oportunidades de Produção Mais Limpa .....</b>	<b>33</b>
<b>Adequação dos canais externos das baias e as caixas de passagem.....</b>	<b>33</b>
<b>Adequação nas práticas de lavagem das baias.....</b>	<b>34</b>
<b>Melhorias nas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras)....</b>	<b>35</b>
<b>Aproveitamento do biogás.....</b>	<b>36</b>
<b>Adequação dos pisos ripados das baias para cama sobreposta .....</b>	<b>37</b>
<b>Aproveitamento da água da chuva.....</b>	<b>37</b>
<b>3. GRANJA 2: MÉDIA PROPRIEDADE .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Caracterização .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. Identificação de Oportunidades de Produção Mais Limpa .....</b>	<b>39</b>
<b>Adequação dos canais externos das baias e as caixas de passagem.....</b>	<b>39</b>
<b>Adequação nas práticas de lavagem das baias.....</b>	<b>41</b>
<b>Melhorias nas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras)....</b>	<b>41</b>
<b>Aproveitamento do biogás.....</b>	<b>42</b>
<b>Adequação dos pisos compactos ripados das baias para cama sobreposta .....</b>	<b>42</b>
<b>Aproveitamento da água da chuva.....</b>	<b>43</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## RESUMO

Este estudo foi realizado através de uma pesquisa para coletar informações sobre a suinocultura, com o objetivo de apresentar novas alternativas de tecnologias de produção mais limpa para eliminação ou redução da poluição e valorização dos dejetos da atividade suinícola. A finalidade é de auxiliar os criadores de suínos, para que eles possam verificar quais são as novas tecnologias existentes no mercado em todo o processo da criação de suínos, desde o manejo até o tratamento dos seus dejetos, mostrando aos criadores que a Produção mais Limpa (P+L) é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva aos processos, produtos e serviços, com a finalidade do aumento da eficiência e redução de riscos aos seres humanos e ao meio ambiente. Com isso, o meio ambiente e os criadores de suínos terão muito a ganhar, pois a proteção da natureza ocorrerá de forma mais adequada se o aspecto ambiental for analisado em todo o processo da atividade suinícola, buscando formas de reaproveitar e reduzir os dejetos produzidos, mas de forma viável economicamente para os suinocultores.

**Palavras chaves:** Produção Mais Limpa, Suinocultura e Preservação dos Recursos Naturais.



## **ABSTRACT**

This study was done through a research to collect information about hog raising, with the objective of presenting new alternative technologies for cleaner production for pollution elimination or reduction and valorization of swinish activity dejections. The goal is to help the hog for the whole process of hog raisers, so that they can verify which are the new technologies available for the whole process of hog raising, from handling to dejection treating, showing the raisers that Cleaner Production (C+P) is the continuous application of an ambiental strategy that is integrated and preventive to the processes, products and services, which goal is the increase of efficiency and risk reduction for human beings and for the environment. Both shall gain a lot with that, because the nature's protection will occur in a more adequate way if the environmental aspect is to be analized during the whole swinish activity process, looking for ways to reuse and reduce the amount of dejections, but in an economically viable way for the hog raisers.

**Key words:** Cleaner Production, Hog Raising and Natural Resources Preservation.

## INTRODUÇÃO

A suinocultura do ponto de vista econômico e social é considerada uma atividade de grande importância para Santa Catarina. Esta atividade gera empregos diretos e indiretos em toda cadeia produtiva e é uma grande ferramenta para a fixação do homem nas áreas rurais (MIELE,2006).

O Brasil está entre os 10 maiores produtores de carne suína do mundo, possuindo um efetivo de aproximadamente 32,4 milhões de cabeças. Santa Catarina é considerada a maior produtora regional da América Latina, possuindo um efetivo de aproximadamente 5.481.510 de suínos (ANUAPEC, 2003).

Segundo PERDOMO, OLIVEIRA e KUNZ (2003), avaliando-se a concentração de suínos por área, a situação de Santa Catarina passa a ser preocupante, pois é o estado do Brasil com maior densidade de suínos com aproximadamente 54,9 suínos/Km<sup>2</sup>. Pode ser considerada pequena se comparada aos países europeus, pois a Alemanha possui 72,9 suínos/Km<sup>2</sup> e a Holanda possui 301 suínos/Km<sup>2</sup>. Se analisarmos a região oeste catarinense com 169,1 suínos/Km<sup>2</sup>, município de Concórdia com 287 suínos/Km<sup>2</sup> e a sub-bacia do Rio Lageado Frágoso com 613 suínos/Km<sup>2</sup>, a situação passa a ser crítica. Segundo IBGE (2002) o município de Braço do Norte onde foi realizado o estudo de caso deste trabalho possui 686,30 suínos/Km<sup>2</sup>

A suinocultura é considerada uma grande fonte geradora de poluição e degradação do meio ambiente, sendo que a sua maior poluição está na contaminação do solo e da água devido ao armazenamento e tratamento inadequado de seus dejetos. A atividade suinícola também gera os seguintes gases: metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), sulfeto de hidrogênio e monóxido de carbono (CO) (LIMA, CABRAL e MIGUEZ, 2001). Se bem manejado e tratado, o biogás, proveniente de processos anaeróbios, pode ser utilizado para a geração de energia elétrica ou térmica (OLIVEIRA, 2004).

As práticas produtivas tradicionais da suinocultura predominante em Santa Catarina têm negligenciado a aplicação de medidas adequadas para a preservação ambiental. Duas condições adversas que amplificam o desgaste ambiental provocada pela atividade suinícola: o fato de que a maior parte do rebanho brasileiro está concentrado em uma pequena área da região sul e que os maiores impactos ambientais causados na atividade acontece no primeiro elo da cadeia produtiva, a fazenda, ou seja, nas propriedades dos pequenos produtores de suínos, que sempre estão carentes de recursos econômicos necessários para a implantação de tecnologias adequadas para a conservação ambiental.

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa para coletar informações sobre a suinocultura, com o objetivo de apresentar alternativas de práticas e tecnologias de produção mais limpa para eliminação ou redução da poluição e valorização dos dejetos da atividade suinícola.

A Produção mais Limpa (P+L) é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva aos processos, produtos e serviços, com a finalidade de aumentar a eficiência e reduzir riscos aos seres humanos e ao meio ambiente. A P+L tem o objetivo prevenir a poluição, por isso são estudadas formas para diminuir a poluição desde o começo do processo até o seu final, atacando assim as causas da poluição nas suas fontes geradoras (SENAI.RS, 2003).

Analisando a variável ambiental em todo o processo da suinocultura, é possível verificar práticas e tecnologias que de alguma forma proporcionam a redução, reutilização ou reciclagem dos dejetos gerados na atividade. A finalidade é buscar a integração técnica e a viabilidade econômica para os pequenos produtores de suínos promovendo a preservação ambiental.

## **OBJETIVOS**

### **1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é apresentar práticas e tecnologias de produção mais limpa para eliminação ou redução da poluição e valorização dos dejetos da atividade suinícola.

### **2. Objetivos específicos**

- Fazer um levantamento detalhado das práticas e tecnologias de produção mais limpa (P+L) na suinocultura.
- Elaborar uma caracterização do processo de produção de suínos e tratamento dos seus dejetos em duas propriedades com atividade suinícola típica.
- Propor alternativas de tecnologias de P+L para reduzir os impactos ambientais nas propriedades em estudo.

## **CAPÍTULO I**

### **PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P + L)**

Nas últimas décadas houve uma evolução em relação às questões ambientais nas indústrias. No início não havia uma preocupação com a preservação da natureza, apenas começava o desenvolvimento de padrões de qualidade e de emissão. Nas décadas de 70 e 80 houve o desenvolvimento de tecnologias de tratamento das emissões das indústrias, mas a preocupação era com o tratamento no final do processo. A prevenção da poluição surgiu a partir do início dos anos 90 com o conceito de Produção mais limpa (P+L) (SENAI.RS, 2003).

Segundo SENAI.RS (2003), a Produção mais Limpa (P+L) é a aplicação contínua de uma estratégia técnica, econômica, ambiental integrada e preventiva aos processos, produtos e serviços, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, de água e de energia e trazer benefícios ao meio ambiente, aos seres humanos e a economia.

A P+L tem o objetivo de estudar a diminuição da poluição em todo o processo produtivo, reduzindo as emissões de poluentes nas fontes geradoras.

Segundo SENAI.RS (2003), os objetivos da Produção mais Limpa são:

- Eliminar ou reduzir a geração de poluentes ao ambiente, através da prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões. Procurar tecnologias e processos que aumente a eficiência do uso das matérias-primas, evitando as que são potencialmente poluidoras.
- Buscar processos e tecnologias que possam reciclar ou reutilizar essas matérias-primas, proporcionar a eficiência energética, através do estudo do processo de produção de energia renovável para verificar a possibilidade da redução do consumo de energia elétrica ou térmica tradicionais, como por exemplo, o reuso da água.
- Garantir a segurança e saúde do trabalhador. Procurar fornecer ao trabalhador um ambiente mais seguro, mais limpo e mais saudável. A finalidade é de reduzir os riscos de acidentes ou contaminações com os trabalhadores.
- Produzir produtos ambientalmente adequados. Fazer um planejamento de todo o processo da produção do produto de forma que seus resíduos, emissões e efluentes gerados estejam de acordo com a legislação local.

Conforme SENAI.RS (2003), a implementação de um programa de produção mais limpa em uma empresa promove benefícios ambientais e econômicos, tais como:

- conscientização ambiental do empreendedor;
- implantação de uma política na redução da fonte poluidora (prevenção);
- melhor imagem da empresa (marketing);
- aumento da produtividade;

- redução de gastos com multas e outras penalidades;
- eliminação dos desperdícios (exemplo: redução no consumo de água);
- minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente;
- redução dos resíduos e emissões;
- melhoria na saúde e segurança no trabalho.

O conceito de P+L surgiu nas indústrias e o presente trabalho tem o objetivo de utilizá-lo na suinocultura.

## CAPÍTULO II

### TECNOLOGIAS DE REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA E APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL

#### 1. Introdução

Um dos grandes desafios da Produção mais Limpa na suinocultura é a redução do consumo e desperdício de água, pois a água é uma matéria-prima muito importante para a atividade suinícola, mas é também um recurso natural muito valioso para o planeta e que não deve ser desperdiçado ou utilizado de forma inadequada.

O manejo da água de forma inadequada pode trazer alguns problemas. Um deles é o aumento no volume dos dejetos sobrecarregando os sistemas de armazenamento. Esta incorporação de água nos dejetos acarreta também a redução da concentração de nutrientes, inviabilizando economicamente seu uso como adubo orgânico (OLIVEIRA e HIGARASHI, 2006).

Com cuidados e tecnologias simples pode-se reduzir de forma significativa o desperdício de água e conseqüentemente diminuir o volume dos dejetos de suínos.

#### 2. Cuidados e Tecnologias

Nos sistemas tradicionais a limpeza nos canais internos ou externos das baias é realizada com água, muitas vezes potável, provocando um grande desperdício. Buscando resolver este problema tem sido implantado um sistema chamado “Flushing” que reaproveita os dejetos líquidos para limpeza das baias e canaletas. Suas vantagens são a redução do consumo de água para limpeza, gerando assim uma economia para o produtor (OLIVEIRA, 2004).

O sistema “Flushing” consiste na instalação de caixas de passagem interligadas por tubos de PVC, com controle de fluxo de dejetos. Seu transporte pode ser por gravidade ou por bombas de recalque. Os dejetos são armazenados em esterqueiras, caixas de passagem, lagoas e para realizar a limpeza usa-se a parte mais líquida dos dejetos. (OLIVEIRA, 2004).

Conforme Oliveira (2004), outra medida para a diminuição de desperdícios e do consumo de água é a eliminação de vazamentos da rede hidráulica e implantação de bebedouros mais eficiente, como por exemplo, os bebedouros ecológicos que reduzem desperdícios de água e a diluição dos dejetos.

Oliveira et. al. (1991) desenvolveu um bebedouro tipo nível para ser utilizado nas unidades de crescimento e terminação de suínos. Este bebedouro funciona utilizando o princípio de vasos comunicantes. Estudos desenvolvidos neste trabalho mostram que bebedouros do tipo nível produziram um volume de efluentes de dejetos 2,32 vezes menor em relação aos bebedouros tipo chupeta.

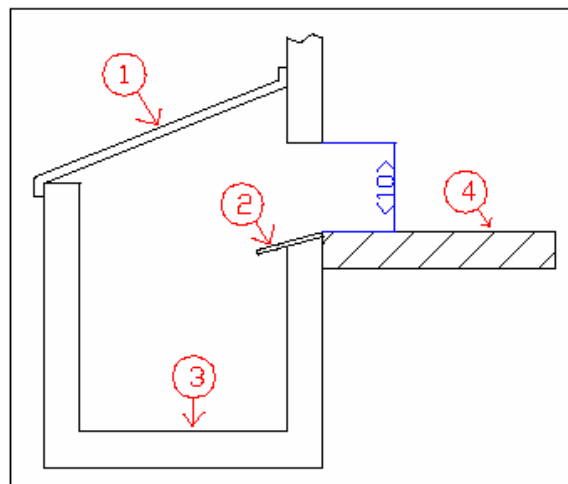
Segundo estudos realizados na Embrapa Suínos e Aves, por Bellaver et al. (1999), a localização dos bebedouros também influencia na redução do desperdício de água e no volume de dejetos produzido. Foram observadas três alternativas para os bebedouros tipo chupeta: na primeira, o bebedouro foi colocado dentro do comedouro na câmara de consumo e, fora dele, colocado na parede oposta ao comedouro; na segunda, o bebedouro foi colocado apenas dentro da câmara de

consumo do comedouro; na terceira, o bebedouro foi apenas na parede oposta ao comedouro, proporcionando ração seca. Com esta pesquisa pode-se concluir que a segunda alternativa observada, que é a de colocar o bebedouro apenas dentro da câmara de consumo do comedouro, foi a que apresentou o menor volume de efluentes para tratamento e apresentou também maior ganho de peso e consumo de ração.

A fim de diminuir odores, proliferação de mosca, e a infiltração da água de limpeza e da chuva recomenda-se que os canais externos das baias e as caixas de passagem sejam cobertas. Infelizmente, muitos produtores de suíno ainda não se adequaram a esta realidade e usam canais externos abertos produzindo um manejo inadequado para os dejetos (OLIVEIRA, 2004). A figura 1 e 2 abaixo mostram, respectivamente, um exemplo e um esquema de canal externo coberto. A figura 3 mostra um exemplo de canal externo aberto.



**Figura 1:** Foto que mostra um canal externo coberto evitando a proliferação de moscas, odores e infiltração da água da chuva. Fonte: OLIVEIRA (2004).



**Figura 2:** Canal coberto e abertura de saída dos dejetos das baias: 1) cobertura do canal; 2) saída de dejetos das baias; 3) canal de captação dos dejetos; 4) piso da baia. Fonte: OLIVEIRA (2004).





**Figura 3:** Foto que mostra canal externo aberto usado frequentemente para o manejo dos dejetos.  
Fonte: OLIVEIRA (2004).

Muitos produtores de suínos utilizam mangueiras de baixa pressão na lavagem de baias, ocasionando assim o consumo de um grande volume de água. Uma prática para reduzir estes desperdícios é a utilização de uma raspagem mecânica dos dejetos e, se necessário, utiliza-se lava-jatos para fornecer uma grande pressão e utilizar um pequeno volume de água para lavagem das baias (OLIVEIRA, 2004).

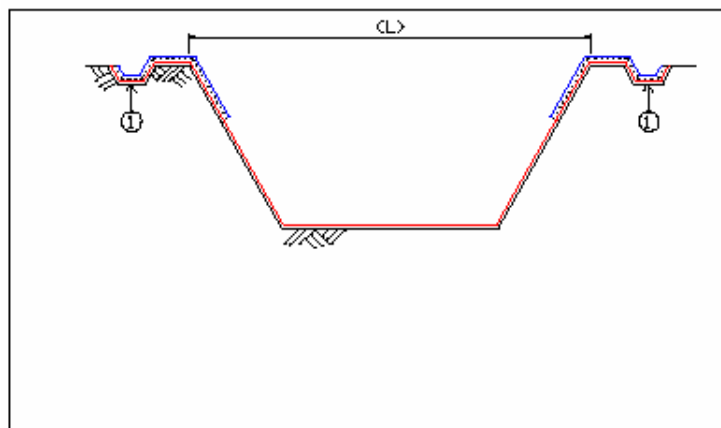
Conforme Oliveira e Higarashi (2006), pode-se reaproveitar a água da chuva através de utilização das calhas dos telhados que captam e armazenam a água em cisternas ou caixas d'água que através de gravidade ou bombas podem abastecer a propriedade. Esta água pode ser utilizada para limpeza das baias ou, se tratada, pode servir de bebida para os animais. Na figura 4 mostra-se um exemplo de um telhado com calhas ligadas a uma caixa d'água.



**Figura 4:** Foto que mostra o sistema de calhas do telhado ligadas a uma caixa d'água. Fonte: OLIVEIRA e SILVA (2006).

A esterqueira é o sistema de armazenamento de dejetos de suínos mais difundido no Brasil e deve ser dimensionado para um período mínimo de estocagem de 120 dias, conforme instrução normativa IN-11 da FATMA (2004), para que ocorra uma pequena estabilização dos dejetos. As esterqueiras são abastecidas diariamente, permanecendo o material em fermentação até sua retirada. Devido a problemas de subdimensionamento do volume de resíduos líquidos gerados nos sistemas produtivos de suínos e a entrada da água pluvial, muitas granjas apresentam alto risco de poluição, pois as esterqueiras transbordam e contaminam o solo (OLIVEIRA e SILVA, 2006). Segundo Oliveira (2004), a redução do escoamento

superficial da água de chuva nos depósitos de armazenamento de dejetos, é feita através da construção de canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras). Uma alternativa de construção de esterqueiras com canaletas ao redor é mostrada na figura 5.



**Figura 5** - Proposta de construção e revestimento em PVC de esterqueira para o manejo dos dejetos líquidos, onde mostra drenos laterais (1) e revestimento (azul) em PVC. Fonte: OLIVEIRA (2004).

## CAPÍTULO III

### TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO DO BIOGÁS

#### 1. Introdução

As tecnologias que serão apresentadas neste capítulo se enquadram no programa de Produção mais Limpa. Consistem em tecnologias que fazem o tratamento da biomassa gerada na atividade suinícola, eliminando patógenos e reduzindo odores. Reaproveitam os resíduos gerados pela produção, através da reciclagem, transformando essa biomassa em biogás (metano) e adubo orgânico (OLIVEIRA, 2004). Assim, essas alternativas de energias renováveis realimentam o processo produtivo, através da obtenção de energia elétrica e térmica, criando uma eficiência energética de alto nível que é um dos objetivos da P+L.

A digestão anaeróbia é o meio mais viável para transformação de biomassa em energia, possibilitando aos produtores a redução dos custos energéticos nas suas propriedades. O uso dos modelos de biodigestores, no meio rural, para a obtenção de biogás como combustível tem se mostrado interessante, pois apresenta baixo custo, necessita de pouca tecnologia e é de fácil operação. Na produção de suínos como os dejetos são gerados continuamente, os modelos Indiano e Canadense, embora sejam simples, são bastante úteis na suinocultura (OLIVEIRA, 1993).

#### 2. Produção do Biogás

A biomassa formada pelos dejetos gerados na suinocultura pode ser dividida em três classes: carboidratos, proteínas e lipídios. Cada classe influencia de forma diferente a produção do metano ( $\text{CH}_4$ ), sendo que carboidratos e proteínas produzem quantidades semelhantes a  $0,45\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg}$ . Os lipídios produzem acima de  $1 \text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg}$  (OLIVEIRA, 2004).

A digestão anaeróbia transforma esta biomassa em metano (65-70%), dióxido de carbono (30-35%), e material celular (OLIVEIRA, 2004). Segundo COLEN (2003) esta digestão é dividida em três fases: uma fase acetogênicas, uma fase de fermentação ácida e uma fase metanogênica. Na última fase é que ocorre a produção do metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

#### 3. Modelos de biodigestores mais utilizados no meio rural

Os modelos biodigestores de fluxo contínuos são muito utilizados no meio rural, em comunidades de pequeno e médio porte. Sua operação é simples, necessitando de uma carga diária contínua e uma diluição e homogeneização dos resíduos. São biodigestores bastante diversificados, pois podem se utilizar diferentes tipos de resíduos orgânicos animais e vegetais, cujos modelos mais aplicados são o indiano, canadense, chinês e filipino. O modelo Indiano no Brasil foi o mais difundido devido a sua simplicidade e funcionalidade. Atualmente, por causa dos menores custos e facilidades na implantação os modelos canadenses estão sendo aplicados cada vez mais (OLIVEIRA, 2004).

A carga diária (afluente) que entra no biodigestor corresponde a uma descarga de material estabilizado (efluente). O movimento da biomassa no processo ocorre

através da diferença de pressão hidráulica. O tempo de retenção de cada carga é de 30 a 50 dias, sendo bastante influenciado com as variações climáticas (temperatura) e a temperatura da biomassa. Por isso esses modelos são subterrâneos, para evitar grandes mudanças na temperatura da biomassa. A fim de aumentar a eficiência da digestão anaeróbia pode ser associado aos biodigestores um sistema de agitação (hélice ou circulação com bomba hidráulica) e um sistema de controle de temperatura da biomassa (trocador de calor). Esta associação permite o aumento significativo da produção do biogás e a redução do tempo de retenção para 10 a 20 dias (OLIVEIRA, 2004). Mas deve-se analisar com rigor a assistência técnica e os custos envolvidos (OLIVEIRA, 1993).

Esses biodigestores são de fácil implantação. A câmara de digestão é construída com pedras e tijolos que são cobertas por campânulas ou balões para o armazenamento do biogás gerado, cujo material pode ser de ferro, fibra de vidro, lonas de PEAD ou PVC, sendo as lonas de PVC mais utilizadas por serem mais baratas (OLIVEIRA, 2004).

Na Figura 6, observa-se um biodigestor, modelo canadense, revestido e coberto com lona de PVC e com um depósito de biofertilizante.



**Figura 6:** Foto de um biodigestor, modelo canadense. Fonte: OLIVEIRA (2004).

#### **4. Recomendações na localização e no dimensionamento dos biodigestores**

Segundo OLIVEIRA (2004), a implantação de biodigestores deverá ocorrer em propriedades que possuam a atividade suínica, mas também possuam áreas agrícolas suficientes para aplicação do adubo orgânico gerado e que tenha uma demanda energética térmica e elétrica. Sua localização segue a mesma norma para esterqueira estabelecidas na legislação ambiental de cada Estado, em Santa Catarina é a IN – 11, FATMA (2004).

O tempo de retenção hidráulica recomendado pela região sul do Brasil varia conforme tipo de biodigestor. Para se calcular o volume do biodigestor é necessário saber qual a quantidade de dejetos de suínos produzidos por dia na propriedade e o tempo de retenção.

## 5. Utilização do biogás

A energia gerada através do biogás poderá ser aproveitada na própria propriedade do produtor de suínos, em aquecimento, refrigeração, iluminação, incubação, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, na cozinha (OLIVEIRA, 1993; LUCAS JR., 1994).

### 5.1. Uso do biogás para a geração de energia elétrica

Segundo OLIVEIRA (2004), a geração de energia elétrica através do uso do biogás como combustível, pode ser dividida em duas tecnologias disponíveis no momento:

*“Conjunto Gerador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica da concessionária local.*

*Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um motor assíncrono, de 2 ou 4 pólos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica da concessionária local.”*

Na primeira tecnologia apresentada acima, a energia gerada entra no sistema de distribuição interna isolada, gerando energia apenas para a propriedade. Na segunda tecnologia, é necessário que o equipamento esteja conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica para que se consiga gerar energia. Neste caso a distribuição de energia gerada poderá ser para a propriedade e para a rede externa (OLIVEIRA, 2004).

## 6. Cuidados com o manejo do biogás

Alguns cuidados que são necessários para serem tomados segundo Oliveira (2004):

- Tomar cuidado com a combustão espontânea.
- Usar dispositivos de corta fogo para evitar o retorno da chama em queimadores ou nas canalizações.
- Para evitar possíveis vazamentos nos tubos e válvulas deve-se fazer uma inspeção diária das instalações.
- Para evitar acidentes com pressões insuficientes deve-se sempre fazer uma avaliação da pressão nas linhas de distribuição.

## CAPÍTULO IV

### SISTEMA DE CAMA SOBREPOSTA

#### 1. Introdução

Um dos objetivos da Produção mais Limpa é redução ou eliminação dos resíduos, efluentes e emissões, como já foi apresentado anteriormente. O sistema de cama sobreposta tem por grande finalidade a redução dos dejetos líquidos na suinocultura, sendo assim considerada uma tecnologia de P+L.

O sistema convencional mais difundido no Brasil consiste na criação de suínos sobre pisos compactos ou ripados. Para conseguir reduzir impactos ambientais dos dejetos oriundos deste sistema são necessárias instalações para o armazenamento (esterqueiras) e/ou tratamento dos mesmos. No sistema convencional o manejo desses dejetos produzidos se dá na forma líquida (OLIVEIRA, 2004). Estudos de pesquisas têm mostrado que todos os tratamentos para os dejetos nestas condições, mesmo reduzindo o potencial poluidor dos dejetos, não permitem o lançamento do resíduo final diretamente no corpo receptor (OLIVEIRA, 2003).

O sistema de cama sobreposta aparece como solução para esse problema, pois este sistema consiste na colocação de um substrato sólido (maravalha, palha, casca de arroz, bagaço de cana) junto com os animais, conforme mostra a figura 7. A finalidade é que esses sólidos se misturem com os dejetos líquidos e ocorra um processo de compostagem e estabilização dos dejetos nas mesmas instalações onde estão os suínos (OLIVEIRA, 2004).



**Figura 7** – Exemplo de cama sobreposta de maravalha, em uma unidade de creche para a produção de leitões. Fonte: OLIVEIRA (2004).

#### 2. Vantagens da cama sobreposta em comparação com os sistemas convencionais de manejo e tratamento

O sistema de cama sobreposta produz um menor volume de dejetos. Isto ocorre devido degradação da matéria orgânica pelas bactérias através de reações aeróbicas acompanhada da geração de calor. Proporcionando assim através da vaporização, a eliminação quase que total da água contida nos dejetos de suínos. Esta é a sua grande vantagem, pois nos sistemas convencionas toda a água gerada durante o processo de

criação dos suínos fica retida nos dejetos dos canais de manejos ou das esterqueiras, e se não for manejado de maneira adequada, o risco de escoamento superficial, lixiviação ou infiltração dos dejetos no solo é muito grande, causando um grande impacto ambiental (OLIVEIRA, 2004).

Sobre o ponto de vista da quantidade de nitrogênio na cama e nos dejetos líquidos, observou-se que a sua redução é significativa. Pois nos dejetos líquidos a quantidade de N é de 70 a 75% e na cama é de 20 à 40% (OLIVEIRA et al.,2000). No sistema de cama sobreposta de maravalha 58% do fósforo gerado pelos suínos é retido na camada superficial da cama. Enquanto que nos sistemas com piso ripado a quantidade de fósforo excretado pelos animais está totalmente contido nos dejetos líquidos (OLIVEIRA, 2003).

O sistema de cama promove um reaproveitamento dos resíduos produzidos neste processo como adubo orgânico devido à maior concentração de nutrientes e redução da água contida nos dejetos (GAYA, 2004). Enquanto nos sistemas convencionais devido a baixa concentração de nutrientes nos dejetos líquidos, se torna inviável a sua aplicação como adubo orgânico (OLIVEIRA, 2004).

Outras vantagens deste sistema são a redução de custos com armazenamento e transporte do composto produzido, melhoria no conforto e bem-estar do animal, redução dos custos em edificações, menor uso de medicação nos animais, redução dos impactos ambientais e redução nas emissões dos odores e dos gases que provocam o efeito estufa (GAYA, 2004; OLIVEIRA, 2004).

### **3. Cuidados**

Os animais consumirão mais água no verão e será necessário observar com mais atenção às ventilações das edificações (OLIVEIRA, 2004).

Na década de 90, a tecnologia de cama sobreposta sofreu uma paralisação, pois foi associada à incidência de linfadenite granulomatosa. No entanto, sabe-se que a doença pode ocorrer tanto em suínos criados sobre cama, como em animais de sistema com piso ripado. Estudos desenvolvidos por pesquisadores da Embrapa conseguiram dissociar a doença do sistema de cama sobreposta, mostrando que as camas não são portadoras do *Mycobacterium*, o causador da linfadenite. Caso o rebanho não esteja infectado, a doença não se manifesta (MIRANDA, 2005). Assim o substrato que servirá de cama para o rebanho deve estar livre de qualquer indício de bactérias que provocam a linfadenite granulomatosa (OLIVEIRA, 2004).

Se a criação de suínos for através do processo de integração, o cuidado deve ser intensificado em relação à incidência de linfadenite granulomatosa, pois os animais que são alojados, por exemplo, numa unidade de crescimento e terminação são provenientes de várias unidades de produção de leitões. Tornando assim, bastante difícil o controle do *Mycobacterium* (MIRANDA, 2005).

A implantação de criação de suínos sobre camas está limitada aos produtores de ciclo completo, que podem comprovadamente afirmar que o plantel não apresenta animais com linfadenite (MIRANDA, 2005).

#### **4. Critérios para dimensionamento**

Segundo OLIVEIRA (2004), os critérios para dimensionamento são estes:

- A área para implantar um sistema de cama sobreposta deve ser seca, com boa ventilação e com uma drenagem adequada para evitar o excesso de umidade nas camas.
- Sua edificação deverá ter um pé-direito de no mínimo 2,80 e as laterais e divisórias poderão ser construídas em madeira, placas de concreto ou ferro. A cobertura da instalação deverá utilizar materiais com baixa condução de calor.
- Para que não ocorra um grande aquecimento na cama pelo sol é aconselhável a utilização do beiral e a arborização ao lado da instalação com maior exposição ao sol.
- Serão usados pisos de concretos somente nas áreas de comedouros e bebedouros. Este piso deve ter uma largura de piso de concreto de 1,50m.



## CAPÍTULO V

### BIOSSISTEMAS INTEGRADOS

#### 1. Introdução

Este conceito na suinocultura consiste em aplicar a integração de várias atividades rurais que podem ser desenvolvidas numa mesma propriedade ou localidade. Neste sistema estarão integradas a criação de aves, peixes e suínos fazendo o aproveitamento de todos os produtos gerados. Desta forma, o tratamento de seus dejetos passa a ser uma consequência natural. Infelizmente, na realidade atual, cada atividade ocorre de forma isolada, produzindo resíduos altamente poluidores ao ambiente (OLIVEIRA,2007).

#### 2. Explicação do Biosistema

Este sistema funciona da seguinte forma, os dejetos gerados na suinocultura e na avicultura são tratados num biodigestor onde ocorre a digestão anaeróbia que promove a redução da carga poluente em até 60%. A fim de reduzir o tempo de retenção da matéria orgânica insolúvel no biodigestor e conseqüentemente seu tamanho, é utilizado o biodigestor do tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – Reator anaeróbico de fluxo ascendente com manta de lodo) modificado. Nesta fase, ocorre a geração do biogás, que pode ter várias utilidades na propriedade do suinocultor (OLIVEIRA,2007). A figura 8 abaixo mostra um desenho esquemático do biodigestor.

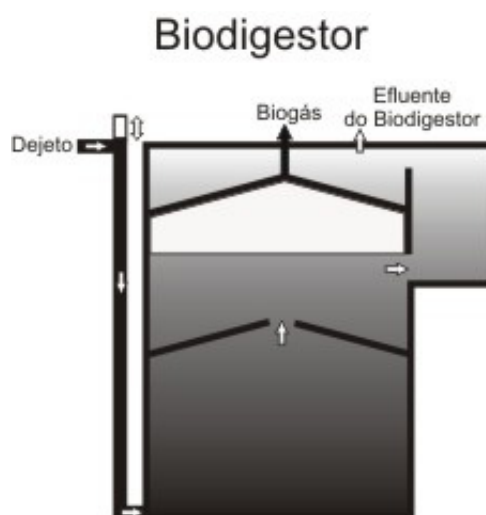
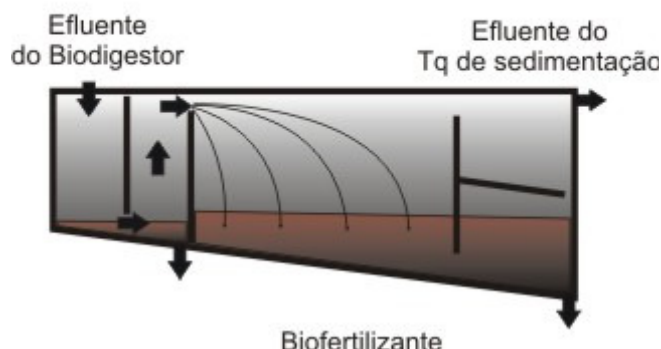


Figura 8: Seção vertical de biodigestor Fonte: Telus, 2007

Depois, utiliza-se um tanque de sedimentação horizontal para decantar o lodo anaeróbico que sai do biodigestor, para a obtenção de um material sólido que é um bom adubo orgânico, pois se encontra em uma forma facilmente assimilável pelas plantas e sem patógenos (OLIVEIRA, 2007). A figura 9 a seguir mostra um desenho esquemático do tanque de sedimentação.

## Tanque de sedimentação



**Figura 9:** Secção vertical do tanque de sedimentação Fonte: Telus, 2007

O efluente que sai do tanque de sedimentação vai para um tanque com algas, estas microalgas assimilando os nutrientes que foram mineralizados no biodigestor, se desenvolvem com a presença da luz solar (eutrofização) e promovem o aumento na quantidade de oxigênio dissolvido na água através do processo da fotossíntese. Proporcionam então o crescimento das bactérias aeróbias que degradam a matéria orgânica solúvel. Neste tanque ocorre uma nova redução de aproximadamente 30% da carga poluente (OLIVEIRA, 2007). A figura 10 abaixo mostra um desenho esquemático do tanque de algas.

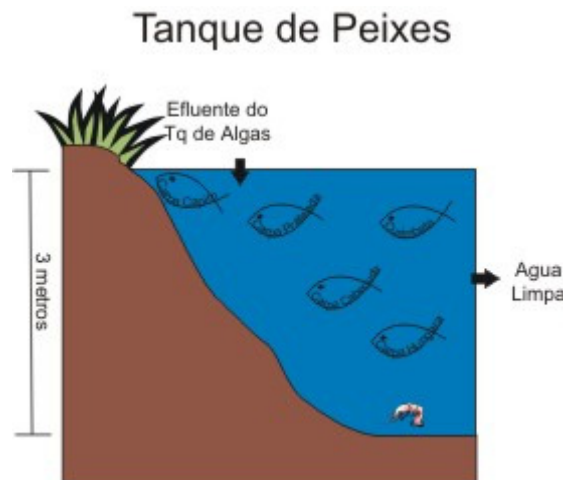


**Figura 10:** Secção vertical do tanque de algas Fonte: Telus, 2007

A água e as algas que saem do tanque anterior do processo entram para um tanque de peixes, e estas algas servirão de comida para os mesmos, não precisando o uso de ração. Neste tanque pode ter o policultivo de peixes sendo mais profundo (2,5 a 3 metros de profundidade) e maior que os de monocultivo, com a finalidade de permitir um equilíbrio ecológico no tanque. Existem seis espécies de organismos aquáticos que são utilizados: Carpa Capim, Carpa Cabeçuda (*Aristichthys nobilis*), Curimatá (*Prochilodus lineatus*), Carpa Prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), Carpa Húngara e o camarão Gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) (OLIVEIRA, 2007).

Ao redor do tanque com peixes podem ser implantadas hortas e pomares, para crescerem através do processo de hidroponia que é uma técnica onde as plantas crescem e se desenvolvem utilizando os nutrientes existentes na água do tanque dos

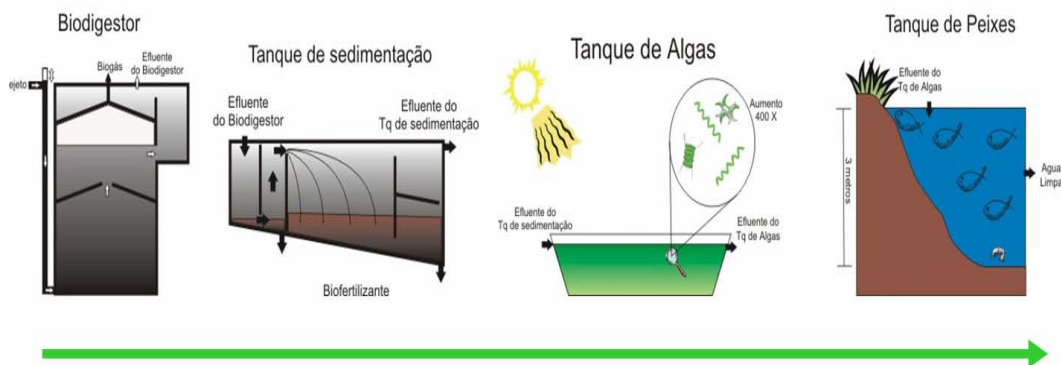
peixes (OLIVEIRA, 2007). A figura 11 mostra um desenho esquemático do tanque de peixes.



**Figura 11:** Seção vertical do tanque de peixes Fonte: Telus, 2007

Este biossistema integrado entra como tecnologia de produção mais limpa, pois é um sistema que se auto alimenta fechando um ciclo, não gerando nenhum resíduo, pois o que é considerado resíduo em um momento do processo passa a ser matéria-prima em outra parte do sistema (OLIVEIRA, 2007).

Suas vantagens são poucos investimentos adicionais que implicam na geração de mais renda, mais emprego, maior produção de alimentos e energia renovável, sem a adição de matérias-primas e sem gerar resíduos. A figura 12 abaixo mostra um desenho esquemático de todo o processo do Biossistema Integrado.



**Figura 12:** Seqüência de fases do biossistema integrado Fonte: Telus, 2007

Outra alternativa para o funcionamento do biossistema integrado é a substituição do tanque de algas para um tanque com lemnáceas, pois estas plantas também podem ser usadas para redução de nutrientes e utilizadas como alimento de peixes (IQBAL, 1999).

As plantas da família Lemnaceae são macrófitas, de hábitos aquáticos, e possuidoras de sistema vascular, produzindo flores e frutos (CROSS, 2000). São plantas exigentes em relação a nutrientes, principalmente fontes de nitrogênio e fósforo (IQBAL, 1999). Reduzem o nitrogênio de efluentes líquidos através da

absorção direta da planta (até 50%), pela ação de microrganismos fixados nas raízes e pela volatilização da amônia. Reduzem também o fósforo do efluente. (KOERNER e VERMAAT 1998).

Seguindo o mesmo processo que o biosistema integrado com algas, às lemnáceas servem posteriormente de comidas para peixes herbívoros ou onívoros, como carpas e tilápias (POTT, 2000).

## CAPÍTULO VI

### RAÇÃO

#### 1. Introdução

Segundo LUDKE e LUDKE (2003) o principal destino do dejetos ainda é a sua utilização como fonte de nutrientes para o solo. E para que a adubação ocorra de maneira sustentável, é preciso que a quantidade de nutrientes aplicada no solo seja bem determinada, para que não ocorra excessos de nutrientes e conseqüentemente impactos ambientais.

A introdução de novas tecnologias na produção de ração servidas aos suínos proporciona um aumento da eficiência na produção de suínos e a redução do impacto ambiental. Isto ocorre com uma melhor formulação nutricional das dietas dos animais, de forma que os suínos absorvam melhor os nutrientes contidos na ração por eles consumidos, conseqüentemente excretam menos e proporcionam uma melhor eficiência dos nutrientes para o crescimento e o desempenho das demais funções produtivas do animal (LUDKE e LUDKE, 2003).

Os aspectos relacionados com a nutrição devem ser os primeiros a serem planejados. Sob o ponto de vista ambiental, é mais fácil e econômico evitar excessos nutricionais do que arcar com as conseqüências que são os elevados índices de excreção e a dificuldade posterior de dar destino aos nutrientes em excesso excretados. O nitrogênio (N), o fósforo e os metais pesados são os principais componentes dos dejetos suínos. Cerca de 45 a 60% do nitrogênio, 50 a 80% do fósforo e cálcio, aproximadamente 70 a 95% do cobre, zinco, potássio, sódio, magnésio, manganês e ferro consumidos são excretados pelos suínos (LUDKE e LUDKE, 2003).

O fósforo é o nutriente encontrado nos dejetos de suínos muito impactantes, pois ele é o fator determinante para o crescimento de certas plantas, por exemplo, as algas em lagoas e rios. Sua liberação em altas quantidades em lagoas e rios causa o fenômeno de eutrofização, ou seja, o crescimento acelerado das algas. Provocando assim, a redução da concentração de oxigênio e a mortalidade dos peixes (LUDKE e LUDKE, 2003).

O cobre é outro elemento essencial para o crescimento e saúde do suíno, mas é também considerado um nutriente potencialmente impactante (LUDKE e LUDKE, 2003).

#### 2. Nitrogênio

O nitrogênio tem uma eficiência média na dieta dos suínos de 29%. Ele é encontrado no dejetos de suínos como um produto da quebra de proteínas e na forma de nitrato ou amônia torna-se um problema ambiental (LUDKE e LUDKE, 2003).

A busca de uma adequação na formulação nutricional de acordo com a fase de crescimento do animal reduz a excreção de N. A utilização de um nível constante de 17% de proteína bruta nas dietas de suínos nas fases de crescimento e terminação resultou em 3 kg de N excretado para 5,7 kg proteínas ingeridas. No entanto, quando foi utilizado um nível decrescente de proteína de 17% para 14%, a quantidade de

nitrogênio excretada foi de 2,5 kg para uma ingestão de 5,1 kg de nitrogênio (LUDKE e LUDKE, 2003).

A principal solução para reduzir a excreção de nitrogênio é a redução dos níveis de proteína e a suplementação de aminoácidos sintético. No programa alimentar dos suínos não tem uma exigência para proteínas, mas necessitam de níveis apropriados e balanço individual de aminoácidos, pois os níveis de proteína da dieta não influenciaram no consumo e no ganho de peso dos animais (LUDKE e LUDKE, 2003).

O balanceamento dos aminoácidos suplementares nas dietas depende do balanceamento exigido para um ótimo desempenho do animal. As dietas mais convencionais que são fornecidas aos suínos são a base de milho e farelo de soja, que é uma fonte de energia cara, cerca de 25% da proteína ingerida é constituída de aminoácidos não-balanceados, que ocasiona a excreção de cerca de 9 a 11% do N consumido nas fezes e 42 a 48% na urina. Segundo LUDKE e LUDKE (2003) pouco menos da metade do N excretado pode ser atribuído ao inadequado balanço de aminoácidos nas dietas dos suínos. A substituição de algumas fontes de proteína padrão (farelo de soja) por aminoácidos sintéticos (L-Lisina, L-Treonina, DL-Metionina, L-Triptofano) é uma grande solução para melhorar o balanço de aminoácidos nas dietas, pois a utilização de aminoácidos sintéticos possibilita a formulação de dietas com níveis de aminoácidos mais próximos às necessidades dos animais, reduzindo assim, a quantidade de proteína bruta da dieta e a excreção do N. A redução da proteína bruta na dieta do suíno pode ser realizada sem alterar sua eficiência, quando quantidades suficientes de aminoácidos essenciais são suplementadas. A redução de 1% na quantidade de proteína bruta da dieta de suínos suplementadas com aminoácidos sintéticos, pode reduzir em aproximadamente 10% a excreção do nitrogênio e em 10 – 12,5% a emissão de amônia .

### **3. Dificuldades para sua implementação**

O uso de aminoácidos sintético gera, além de uma redução do impacto ambiental, uma possível redução no custo de produção da ração. Mas esta alternativa não é efetivamente empregada voluntariamente em nível de campo, pois poderá elevar o custo de algumas rações, alterar o manejo da alimentação dos animais e será necessária a introdução de novos equipamentos (comedouros automáticos) que facilitassem a adoção de determinadas práticas, como a restrição alimentar no período final da fase de terminação dos animais (MIRANDA, 2005).

Outra dificuldade encontrada para implementação da produção de ração menos poluidora é que não existem normas exigida pelo governo que indiquem como as rações devem ser produzidas. Mas se comprovado que uma dieta específica possa diminuir a excreção de nutrientes presentes nos dejetos e que os custos para tal prática não afetem significativamente os custos de produção, a legislação poderia estabelecer que todas as empresas fornecedoras de ração adotassem tal dieta. Dessa maneira o peso da legislação não cairia apenas sobre os suinocultores. E seria uma prática de fácil implemetação e eficaz, reduzindo a poluição ambiental provocada pelos dejetos (MIRANDA, 2005).

## ESTUDOS DE CASOS

### 1. Metodologia

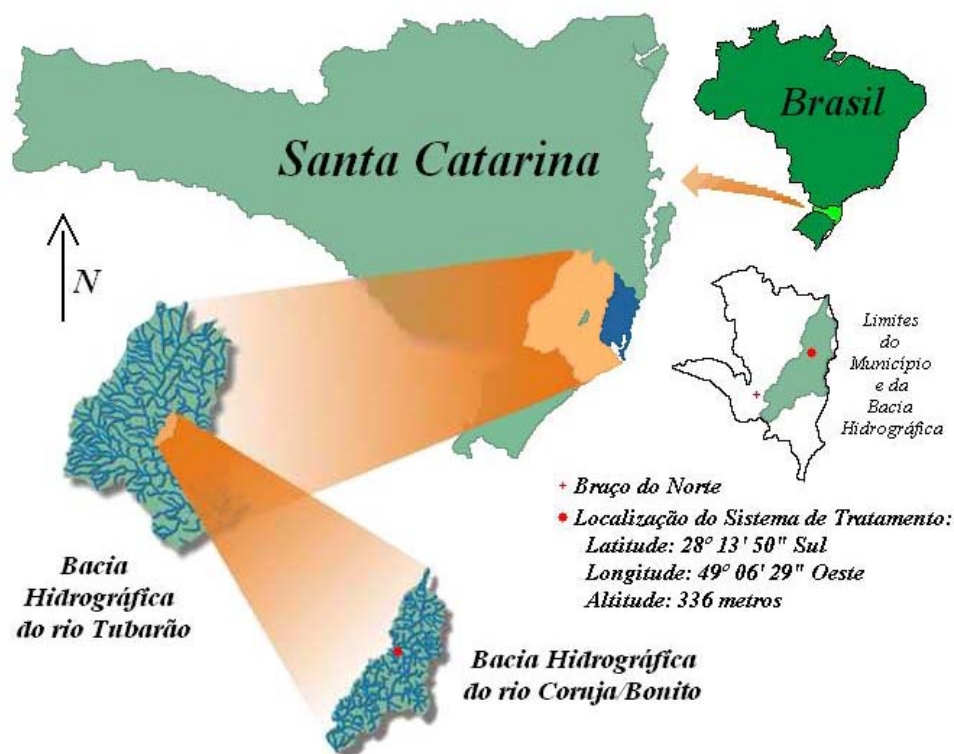
A metodologia utilizada foi a realização de uma visita, dia 02 de outubro de 2007, nas propriedades em estudo e o levantamento de estudos recentes realizados nas mesmas. Nesta visita foram coletados todos os dados necessários para caracterização e identificação de oportunidades de P+L. Estes dados foram levantados através da observação direta registradas em fotografias de todas as estruturas ligadas com a produção ou tratamentos dos dejetos da atividade suinícola. Foram realizados também entrevistas com os proprietários e funcionários das propriedades em estudo.

Este trabalho teve a limitação de apenas uma visita nas propriedades em estudo, devido à distância das propriedades e a falta de recursos financeiros.

### 2. Granja 1: Pequena propriedade.

#### 2.1. Caracterização

A propriedade escolhida está localizada geograficamente na região sul do Estado de Santa Catarina, no município de Braço do Norte, ficando a propriedade situada sobre a Bacia Hidrográfica do rio Coruja/Bonito, no distrito de Pinheiral, à estrada geral do Baixo Pinheiral, s/Nº. A figura 13 mostra a localização da propriedade escolhida (HENN, 2005).



**Figura 13** – Mapa com a localização da propriedade escolhida, sobre a bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito, e esta, segundo as unidades Federal, Estadual e Municipal. Fonte: (HENN, 2005).

Na Bacia Hidrográfica do rio Coruja/Bonito existem 96 propriedades rurais, das quais 20 são suinocultores que possuem um efetivo de 69 mil cabeças de suínos. A concentração de suínos/Km<sup>2</sup> desta região é considerada a segunda maior do mundo, perdendo apenas para a região da Bretanha na França (HENN, 2005).

A propriedade escolhida tem produção independente, pertence ao Sr. Valdir Wiggers, a esposa Sra. Vanilda. As atividades geradas na fazenda são: criação de suínos, produção de leite e criação de peixes.

Sua área construída está constituída de uma residência, um galpão de gado, um galpão agrícola, um depósito, uma unidade de maternidade e creche de suínos, uma unidade de crescimento e terminação de suínos, duas esterqueiras, bem como um açude para criação de peixes.

O processo utilizado na propriedade para a criação de suínos, resumidamente, inicia na unidade de maternidade, onde estão confinadas cerca de 50 matrizes. Este número de matrizes classifica a propriedade escolhida como pequena (acima deste número seria considerada média propriedade). Cada matriz tem, em média, 2 (duas) gestações/ano, logo, com 2 ciclos de engorda, cada um de 5 meses e 10 dias. Em princípio, cada matriz fornece 10 suínos para terminação para cada cria ou gestação. Geram-se, portanto, cerca de 1.000 animais/ano (HENN, 2005).

Atualmente, a água utilizada na propriedade é fornecida por um poço raso construído ao lado da residência do Sr. Valdir, que abastece a residência e a atividade de ordenha das vacas. As demais atividades consomem a água bombeada, por um pequeno conjunto motobomba, de um açude próximo à unidade de crescimento e terminação dos suínos (HENN, 2005).

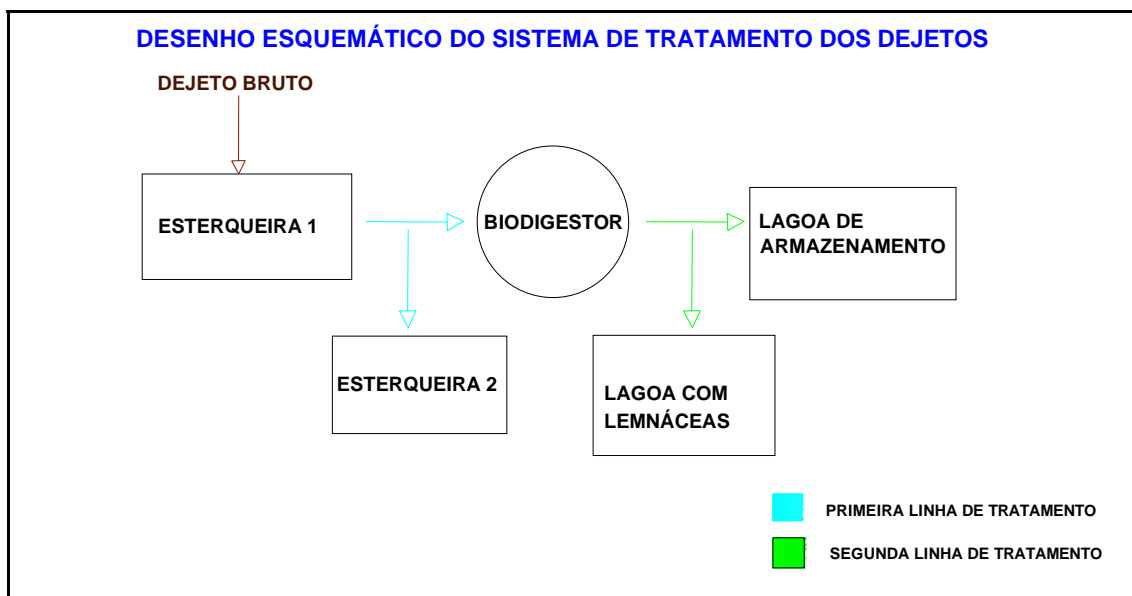
A atividade suinícola da propriedade escolhida, com cerca de 50 matrizes, gera um volume diário teórico de 5 m<sup>3</sup> de dejetos brutos. Esse valor foi estimado conforme dados da literatura específica, considerando que cada matriz gera cerca de 10 suínos por gestação e que um suíno produz em média 10 litros por dia de dejetos frescos. A produção de dejetos não pára, é praticamente constante durante o ano inteiro (HENN, 2005).

O volume dos dejetos frescos pode aumentar conforme o tipo de bebedouros e a quantidade de desperdícios de água nas baias dos suínos, e conforme o sistema de limpeza dos chiqueiros e entrada de água pluvial no sistema de tratamento.

Esta pequena propriedade, utiliza bebedouros ecológicos na criação dos suínos, que são considerados tecnologias de produção mais limpa, pois reduzem os desperdícios de água.

O sistema de tratamento destes efluentes produzidos na propriedade em estudo está dividido em duas linhas independentes, podendo eventualmente ter uma ligação entre si. A primeira linha é constituída por duas esterqueiras, cujo dejetos estabilizado é utilizado para aplicação no solo. A segunda linha é composta por um biodigestor que abastece um tanque de armazenamento que também utiliza o resíduo para aplicação no solo. Este biodigestor também abastece uma lagoa com lemnáceas que posteriormente servem de comida para os peixes do açude, esta parte do sistema de tratamento pode ser considerada tecnologia de P+L, pois funciona como um biosistema integrado. O sistema de tratamento da propriedade está representado pelo esquema da figura 14. A figura 15 mostra a foto da lagoa com lemnáceas.





**Figura 14:** Esquema do sistema de tratamento da pequena propriedade.



**Figura 15** – Esta foto mostra a lagoa com lemnáceas, da propriedade em estudo. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

## 2.2. Identificação de oportunidades de Produção mais limpa

### Adequação dos canais externos das baias e as caixas de passagem

Os canais externos das baias se encontram em péssimas condições, como pode ser observado nas fotos 16 e 17.

Estes canais não são bem vedados, possuindo algumas fissuras pelas quais ocorre a passagem dos dejetos de suínos que conseqüentemente contaminam o solo. Por isso é necessário que estes canais estejam sempre bem vedados.

Foi verificado também que estes canais não são cobertos, provocando assim a proliferação de mosca, odores, e possibilitando desta forma a entrada da água chuva no sistema de tratamento. Esta água provoca o aumento de volume nas esterqueiras,

ocasionando a diluição dos dejetos de suínos, prejudicando desta forma seu tratamento, pois quanto mais diluído o dejetos mais difícil é o seu tratamento. Esta entrada de água pluvial poderá ocasionar também um transbordamento nos canais e nas esterqueiras, pois o volume de água pluvial não foi calculado quando estas estruturas foram projetadas. O transbordamento do efluente conseqüentemente contaminará o solo. A medida necessária para solucionar estes problemas é a cobertura dos canais externos, como já foi apresentado na figura 1.



**Figura 16:** Foto que mostra o canal externo da baia da propriedade em estudo. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.



**Figura 17:** Foto que mostra outra vista do canal externo da baia da propriedade em estudo. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **Adequação nas práticas de lavagem das baias**

A lavagem das baias na propriedade é realizada primeiramente através da raspagem dos dejetos, e depois é utilizada lavagem simples com grande volume de água e baixa pressão para a retirada do resto dos dejetos. Esta prática ocasiona um grande desperdício de água e este grande volume de água e dejetos poderá provocar

o transbordamento dos canais externos das baias e conseqüentemente contaminar o solo.

Uma alternativa para solucionar este problema é a prática de raspagem dos dejetos e posterior lavagem com alta pressão e pequeno volume de água (lava-jato).

A água para lavagem das baias e consumo dos animais é proveniente de um açude da propriedade, ou seja, sem custo para o produtor, por isso o suinocultor tem pouco interesse em diminuir esses desperdícios. Esta propriedade possui um hidrômetro em cada baia, mas atualmente não estão funcionando. Com a instalação de hidrômetros novos podemos conhecer o volume de água utilizado para a lavagem das baias e o consumo dos animais. Quantificando este gasto, será mostrado ao produtor o quanto ele pode economizar se adotar as tecnologias de P+L apresentadas acima. A figura 18 mostra o hidrômetro de umas das baias da propriedade.



**Figura 18:** Foto que mostra o hidrômetro de umas das baias da propriedade.  
Fonte: Vamblê, outubro de 2007

### **Melhorias nas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras)**

Canaletas de drenagem são estruturas construídas para diminuir o escoamento superficial da água de chuva nos depósitos de armazenamento de dejetos. Na propriedade em estudo não foram encontradas estas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras), como pode ser observado na figura 19. A proposta de construção de canaletas é uma alternativa para solucionar o problema, como já foi apresentado na figura 5.



**Figura 19** – Esta foto mostra que a esterqueira, da propriedade em estudo, que recebe o efluente do biodigestor não possui canaletas de drenagem da água pluvial. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **Aproveitamento do biogás**

O sistema de tratamento dos efluentes em estudo possui um biodigestor que produz biofertilizante cuja aplicação é feita nas lavouras das fazendas vizinhas. Este biodigestor também produz biogás, mas este não é aproveitado para a produção de energia térmica ou elétrica.

A alternativa de P+L apresentada neste trabalho é o aproveitamento do biogás gerado no biodigestor. Através de um pequeno gerador de eletricidade podemos transformar biogás em energia elétrica e utilizá-la na atividade suinícola, como por exemplo, em aquecimento, refrigeração, iluminação, incubação e misturadores de ração. O biogás pode ser também transformado em energia térmica e utilizado na cozinha da casa do produtor de suínos. A figura 20 mostra a foto do biodigestor do sistema de tratamento da propriedade.



**Figura 20** – Foto que mostra o biodigestor, da propriedade em estudo, e a esterqueira que recebe seu efluente. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **Adequação dos pisos ripados das baias para cama sobreposta**

A criação de suínos da propriedade em estudo possui em suas baias pisos ripados, como pode ser visto na figura 21, fazendo o tratamento dos dejetos da forma mais convencional, que é a da forma líquida. Estudos através de pesquisas têm mostrado que todos estes tratamentos para os dejetos nestas condições, mesmo reduzindo o potencial poluidor dos dejetos, não permitem o lançamento do resíduo final diretamente no corpo receptor.

Uma alternativa para solucionar este problema é o sistema de cama sobreposta. Este sistema consiste na colocação de um substrato sólido (maravalha, palha, casca de arroz, bagaço de cana) junto com os animais. A finalidade é que esses sólidos se misturem com os dejetos líquidos e ocorra um processo de compostagem e estabilização dos dejetos nas mesmas instalações onde estão os suínos. A aplicação da cama sobreposta produz várias vantagens como por exemplo, a geração de um menor volume de dejetos e a produção de adubo orgânico de qualidade.



**Figura 21** – Foto do interior das baias da propriedade em estudo, mostrando que o piso é compactado ripado. **Fonte:** Vamblê, outubro de 2007.

### **Aproveitamento da água da chuva**

Na propriedade em estudo foi verificado que não existe um sistema para o aproveitamento da água da chuva. Como pode ser visto na figura 22, os telhados têm beirais curtos e não possuem as estruturas necessárias para o aproveitamento da água pluvial. Por não possuir calhas, toda a água pluvial entra no sistema de tratamento do efluente, já que é direcionada para os canais externos das baias.

Uma prática viável economicamente e de fácil implementação para o aproveitamento da água da chuva é a utilização de calhas nos telhados para captar e armazenar a água pluvial em cisternas ou caixas d'água, conforme a figura 4. Esta água pode ser utilizada para o abastecimento da propriedade, para limpeza das baias ou, se tratada, para o consumo dos animais.

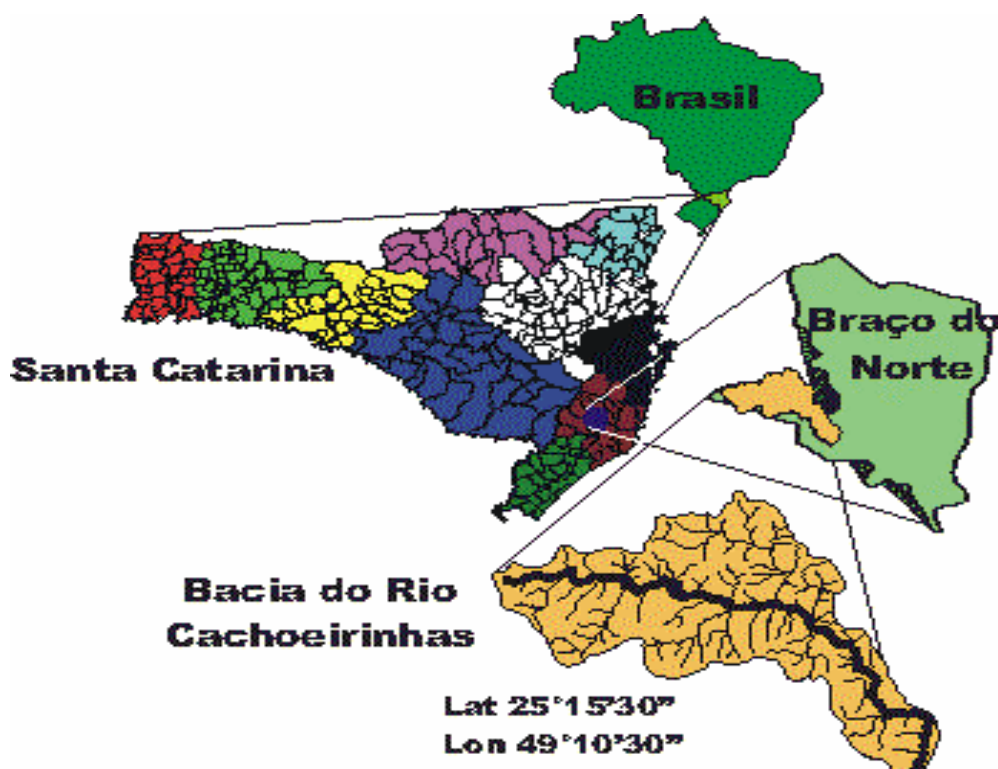


**Figura 22** – Foto que mostra que os telhados das baias não possuem estrutura para o aproveitamento da água pluvial. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **3. Granja 2: Média Propriedade**

#### **3.1 Caracterização**

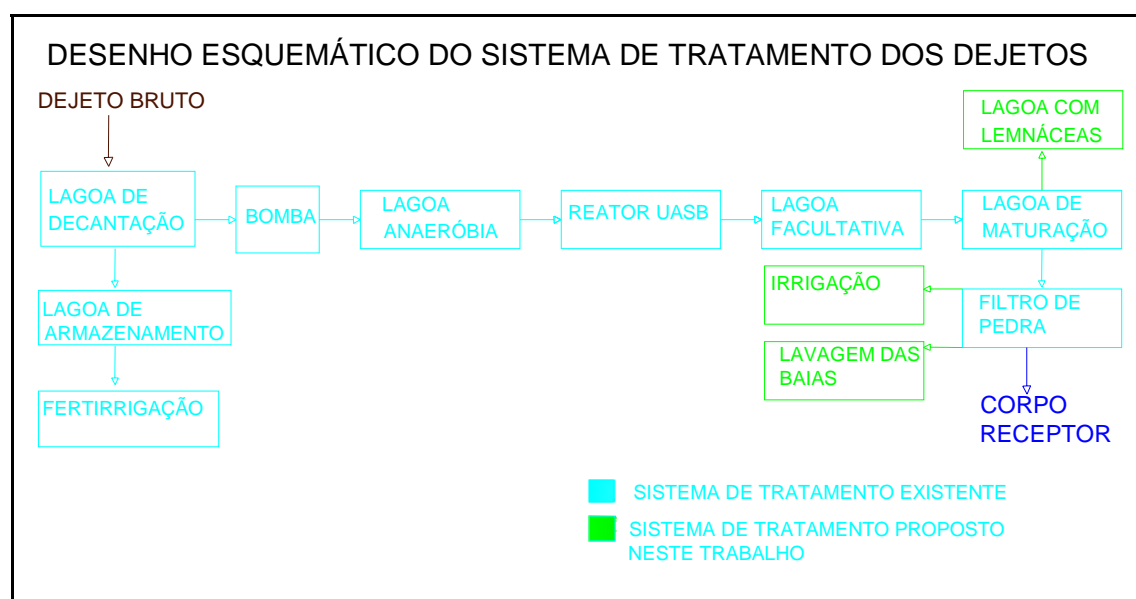
A segunda propriedade escolhida está localizada geograficamente na região sul do Estado de Santa Catarina, no município de Braço do Norte, ficando a propriedade situada na estrada Estrada Geral do Rio Cachoeirinhas sobre a Bacia do Cachoeirinhas. A figura 23 mostra a localização da Bacia do Rio Cachoeirinhas (ARAÚJO, 2007).



**Figura 23.** Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeirinhas.  
Fonte: [www.suinosambiente.ufsc.br](http://www.suinosambiente.ufsc.br)

O processo de criação de suínos possui cerca de 200 matrizes, cada matriz fornece 10 suínos para terminação para cada cria. A atividade suinícola gera um volume diário teórico de 20 m<sup>3</sup> de dejetos brutos. Esses efluentes são gerados nas unidades de gestação, maternidade, creche, recria e terminação, através da contribuição unitária de cada suíno bem como das atividades de lavagem das pocilgas. Metade da vazão é destinada ao sistema de tratamento dos dejetos, a outra metade é utilizada na propriedade para a fertirrigação (ARAÚJO, 2007).

O sistema de tratamento dos efluentes produzidos na propriedade possui resumidamente as seguintes etapas. O efluente bruto passa por um peneiramento e depois vai para uma lagoa de decantação. Depois de decantado, o efluente é encaminhado por gravidade a uma estação elevatória que o direciona para uma lagoa anaeróbia que por gravidade segue para um reator UASB. Logo após, o efluente passa por lagoa facultativa, por uma lagoa de maturação, por um filtro de pedra e é encaminhado para o corpo receptor. Uma das alternativas de P+L sugeridas neste trabalho é a utilização do efluente que passou pelo filtro de pedra para irrigação ou lavagem das baias, outra alternativa é o efluente depois de passar pela lagoa de maturação ir para uma lagoa com lemnáceas e posteriormente estas lemnáceas servirão de comida para peixes.. A figura 24 mostra um desenho esquemático do sistema de tratamento existente e o proposto por este trabalho.



**Figura 24.** Desenho esquemático da seqüência das unidades de tratamento dos dejetos suínos

### 3.2. Identificação de oportunidades de Produção mais limpa

#### Adequação dos canais externos das baias e as caixas de passagem

Os canais externos das baias, como podem ser observados nas fotos 25 e 26. Estes canais não possuem fissuras pelas quais ocorreria a passagem dos dejetos de suínos que conseqüentemente contaminariam o solo. Entretanto, foi verificado que estes canais não são cobertos provocando assim a proliferação de moscas, odores e entrada de água da chuva no sistema de tratamento.

. Esta água causará o aumento de volume nas esterqueiras, que poderá provocar o transbordamento nas mesmas e que conseqüentemente contaminará o solo. A medida necessária para solucionar estes problemas é a cobertura dos canais externos, como já foi visto no estudo de caso anterior e pode ser visualizado na figura 1.



**Figura 25** – Foto que mostra o canal externo da baía da propriedade em estudo.  
Fonte: Vamblê, outubro de 2007.



**Figura 26** – Foto que mostra outra vista do canal externo da baía da propriedade em estudo.  
Fonte: Vamblê, outubro de 2007



### **Adequação nas práticas de lavagem das baias**

A prática de lavagem das baias desta propriedade é feita da mesma forma que a da pequena propriedade, ou seja, primeiramente é feito uma raspagem dos dejetos e posteriormente uma lavagem simples com baixa pressão e grande volume de água, podendo provocar o transbordamento dos canais externos tendo como consequência a contaminação do solo. A água para a realização desta prática é proveniente de córregos que passam pela propriedade, ou seja, este produtor também não tem interesse em reduzir estes desperdícios, pois o custo desta água é zero para ele. Também nesta propriedade as alternativas de P+L sugeridas são: a instalação de hidrômetros nas baias, visto que esta propriedade não possui hidrômetros, para podermos quantificar o consumo de água da atividade suinícola e para que a lavagem das baias ocorra com alta pressão de água e pouco volume (lava-jato) após a raspagem dos dejetos.

### **Melhorias nas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras)**

Nesta propriedade também não foram encontradas canaletas de drenagem ao redor dos depósitos (esterqueiras), como pode ser observado **nas figura 27 e 28**. A construção dessas canaletas ao redor dos depósitos (esterqueiras) é uma alternativa para evitar a entrada da água pluvial através do escoamento superficial, como já foi visto na figura 5.



**Figura 27** – Esta foto mostra que a esterqueira, da propriedade em estudo, não possui canaletas de drenagem da água pluvial. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.



**Figura 28** – Esta foto mostra que a esterqueira, da propriedade em estudo, que recebe o efluente do biodigestor não possui canaletas de drenagem da água pluvial. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **Aproveitamento do biogás**

Também nesta propriedade o sistema de tratamento dos dejetos possui um biodigestor que produz biogás que não é aproveitado, e pode ser visualizado na figura 29. A alternativa de P+L sugerida é o aproveitamento do biogás para gerar energia térmica ou energia elétrica para ser utilizado na atividade suinícola.



**Figura 29** – Foto que mostra o biodigestor, da propriedade em estudo, e a esterqueira que recebe seu efluente. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

### **Adequação dos pisos compactos ripados das baias para cama sobreposta**

Nesta granja a criação de suínos possui baias com pisos ripados e o tratamento é feito da forma líquida o qual é de difícil tratamento. A alternativa para solucionar este problema é o sistema de cama sobreposta que consiste na colocação de um

substrato sólido junto com os animais, estes substratos se misturam aos dejetos líquidos e através do processo de compostagem ocorre o tratamento dos dejetos.

### **Aproveitamento da água da chuva**

Os telhados das baias desta propriedade também possuem beirais curtos e não possuem calhas, fazendo com que toda a água pluvial entre no sistema de tratamento. A figura 30 mostra a foto dos telhados das baias da propriedade. As tecnologias de P+L sugeridas para o aproveitamento da água da chuva é a utilização de calhas nos telhados para captar e armazenar a água pluvial em cisternas ou caixas d'água, conforme figura 4, esta água pode ser utilizada para as atividades realizadas na granja.



**Figura 30** – Foto que mostra que os telhados das baias não possuem estrutura para o aproveitamento da água pluvial. Fonte: Vamblê, outubro de 2007.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande problemática da suinocultura é que os maiores impactos ambientais acontecem no primeiro elo da cadeia produtiva: na fazenda. Existem sofisticadas tecnologias de tratamento de dejetos de suínos que podem reduzir os impactos ambientais, mas a sua implantação é difícil e há elevados custos com mão de obra e material. Se estes custos forem internalizados pelos pequenos produtores, não sendo repassados devidamente para as agroindústrias, para o mercado ou para o Estado, tornam assim inviável economicamente a implantação dessas tecnologias de tratamento pelo pequeno produtor.

As práticas de P+L apresentadas neste trabalho facilitam o trabalho do produtor e também necessitam de baixo investimento. Com a aplicação destas tecnologias e práticas ocorre a redução da geração dos poluentes, evita os desperdícios no consumo de água, ocorre reciclagem de matérias primas proporcionando a produção de adubo orgânico e de energia elétrica ou térmica.

A aplicação das tecnologias de produção mais limpa na suinocultura modifica apenas pequenos detalhes nas edificações e nos sistema de tratamento de dejetos, sem precisar de uma grande reforma ou construir alguma edificação nova. O material e a mão de obra utilizada para a realização destas pequenas alterações necessitam de um baixo investimento.

Conclui-se então, que as tecnologias de produção mais limpa apresentadas são de fácil implantação, baixo custo e de grande ganho ambiental.

Nos estudos de caso apresentados neste trabalho foi verificado que as propriedades não utilizam as tecnologias de P+L. Concluimos que um dos problemas para isto ocorrer, é a falta de divulgação dessas tecnologias para pequenos produtores, pois os criadores de suínos das propriedades estudadas não tinham nenhum conhecimento sobre estas práticas.

Outro ponto percebido nos estudos de caso realizado neste trabalho, é a falta de consciência ambiental dos pequenos produtores, pois para eles o importante é que os suínos cresçam de forma que tenham condições adequadas para o abate, mesmo que isso polua o meio ambiente. A preservação da natureza, por não gerar lucro, não é um aspecto importante para o pequeno suinocultor, com esta consciência fica difícil reduzir os impactos ambientais gerados na suinocultura, pois embora existem tecnologias viáveis economicamente, pode não existir interesse dos suinocultores em implantá-las.

Concluimos que para ocorrer redução dos impactos ambientais na suinocultura é necessário que órgãos ambientais, FATMA no caso de Santa Catarina, proceda de forma mais eficaz, fazendo uma fiscalização adequada de forma que a legislação seja aplicada e promovendo uma intensa divulgação e educação para os suinocultores sobre como e por quê se deve preservar a natureza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC, 2003. **Suinocultura e outras criações**. p. 287-311.

ARAUJO, I. S. **Avaliação de lagoas facultativa aerada e de maturação, em escala real, como etapas secundária e terciária de sistema de tratamento de dejetos suínos**. 2007, 237f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis.

BELLAVER, C.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. M. M.; LA GIOIA, D. Fornecimento de água dentro do comedouro e efeitos no desempenho, carcaça e efluentes da produção de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p. 489-490

COLEN, F. **Potencial energético de cana de açúcar como substrato em reator UASB**. 2003. 85f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.

CROSS, J.W. 2000. **The charms of duckweed**. Disponível em: <[www.mobot.org/jwcross/#US%20Government](http://www.mobot.org/jwcross/#US%20Government)> Acesso em: 15 de outubro de 2007

FATMA. **Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersetorial nº01/04, de 24.03.2004**. Florianópolis: FATMA, 2004.

GAYA, J. P. **Indicadores biológicos do solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como fertilizante orgânico**. 2004, 144f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis.

HENN, A. **Avaliação de dois sistemas de manejo de dejetos em uma pequena propriedade produtora de suínos – Condição de partida**. 2005, 157f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis.

IQBAL, S. **Duckweed aquaculture. potentials, possibilities and limitations, for combined wastewater treatment and animal feed production in developing countries.Switzerland**. 1999. SANDEC report no6 91pp. mar.

KORNER, S.; VERMAAT, J. E. 1998. **The relative importance of Lemna giba, bacteria and algae for the nitrogen and phosphorus removal in duckweed – covered domestic wastewater**. **Water Research**. 32: (12) 3651- 3661p.

LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudança climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397p.

LUCAS JR., J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** 1994. 113p. *Tese* (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LUDKE, Jorge, V. LUDKE, Maria. C. M. **Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente.** In *Jornal Nossa Terra*. Ano 83, n 68 , abril de 2003. p.10-12.

MIELE, M. **Estrutura e coordenação na suinocultura: A relação entre contratos de integração, especialização, escala de produção e potencial poluidor dos estabelecimentos suínocolas do Alto Uruguai Catarinense.** 2006. 277p. *Tese* (Doutorado), Universidade Feral do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MIRANDA, C. R. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura em Santa Catarina.** 2005, 264f. *Tese* (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina,. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis.

OLIVEIRA, P.A.V. de; LEAL, P.M.; PERDOMO, C.C. **Bebedouro em nível para a produção de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1991. 3p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado Técnico, 171).

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

OLIVEIRA, P.A.V.; DIESEL, R. **Edificação para a produção agroecológica de suínos: Fases de crescimento e terminação.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 2p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 245).

OLIVEIRA, P.A.V.; NUNES, M.L.A.; ARRIADA, A.A. Compostagem e utilização de cama na suinocultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1., 2001, Campinas. **Anais.** Campinas: CBNA, 2001. p .391-406.

OLIVEIRA, P. A. V. de, Modelo matemático para estimar a evaporação d'água contida nos dejetos, em sistemas de criação de suínos sobre cama de maravalha e piso ripado, nas fases de crescimento e terminação. **Journal of the Brazilian Society of Agricultural Engineering**, v.23, n.3, p.398-626, 2003.

OLIVEIRA, P. A. V. de, **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p. (Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II).

OLIVEIRA, P.A.V; SILVA, A. P. da, **As edificações e os detalhes construtivos voltados para o manejo de dejetos na suinocultura.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 40p. (Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II).

OLIVEIRA, P. A. V. de, **Gestão ambiental de propriedades suínolas: experiência do projeto suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 104 p. (Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II).

OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 42p. (Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II).

OLIVEIRA, R. M. **Biosistemas integrados na suinocultura**: dossiê técnico. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007. 62p. (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT).

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos**: inventário tecnológico. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 85).

POTT, J. V. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Corumbá -MS. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Embrapa, 2000. 404pp

SENAI.RS. **Implementação de Programas de Produção mais limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, UNIDO, UNEP, 2003. 42 p. il.

TELUS – Rede Paranaense de Projetos em Desenvolvimento Sustentável. **Implementação e difusão de biosistemas integrados**. Disponível em: <<http://www.tecpar.br/telus>>. Acesso em: 05 de junho de 2007.