

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**VIABILIDADE DO USO DA RASTREABILIDADE  
ELETRÔNICA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

**KÉSIA OLIVEIRA DA SILVA**

CAMPINAS  
FEVEREIRO DE 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**VIABILIDADE DO USO DA RASTREABILIDADE  
ELETRÔNICA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

Tese submetida à banca examinadora  
para obtenção do título de Doutor em  
Engenharia Agrícola na área de concentração  
em Construções Rurais e Ambiente.

**KÉSIA OLIVEIRA DA SILVA**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Irenilza de Alencar Nääs**

CAMPINAS  
FEVEREIRO DE 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Si38v

Silva, Késia Oliveira da  
Viabilidade do uso da rastreabilidade eletrônica na produção de  
suínos / Késia Oliveira da Silva.--Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientadora: Irenilza de Alencar Nääs.  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Rastreamento automático. 2. Suíno - Criação. 3. Suíno -  
Identificação. 4. Conforto térmico. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia  
Agrícola. III. Título.

*A José e Dorinha, meus pais.*

***MEU AMOR E GRATIDÃO POR ME PERMITIREM A  
GRAÇA DO NASCIMENTO E PELA LUTA ABNEGADA  
AOS SEUS FILHOS.***

***QUE INCANSAVELMENTE EMBALARAM CADA  
SONHO, LAPIDARAM COM SABEDORIA E  
SUTILEZA MINHA PERSONALIDADE, APOIARAM  
CADA PROJETO, REVERTERAM PROBLEMAS,  
TORCERAM PARA QUE MEUS OBJETIVOS FOSSEM  
ALCANÇADOS, MEU ETERNO , "OBRIGADO".***

*Aos meus irmãos, Iran, Ivan e Kênia que participam desta  
luta. Obrigado por SEMPRE e TUDO, especialmente por  
dividirem comigo este momento tão ímpar em minha vida.*

*"Ofereço essa conquista, com o mais profundo amor, admiração e  
respeito".*

*" Ao meu noivo, Jarbas Honorio de Miranda, que compreendia e torcia por mim, ainda que estivesse envolvida com o meu próprio caminho, sei do fundo de minha alma o tanto que você me incentivou a caminhar e agora, o meu sonho é compartilhar com você minha alegria ...*

***Dedico"***

## AGRADECIMENTOS

“A Deus, onipotente e onipresente, pelo constante amparo em minha vida.”

Não existem palavras, que possam agradecer à pessoa da **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Irenilza de Alencar Nääs**, minha orientadora, pela competente orientação, entusiasmo e energia, que transmitiu com convicção, durante esse período.

Aos colegas de curso, Yamília, Maria Eugênia, Martha, Sylvia, Miwa, Danilo, Douglas, Carlos, Eduardo, Adriana, Ana, Tatiana, Samantha, e Jeferson pela convivência companheirismo e amizade.

Ao Weber Dalla Vecchia, proprietário da Granja Querência, pela confiança dispensada e a oportunidade do desenvolvimento do meu projeto.

Ao Paulo César Miqueloni, gerente da Granja Querência, meus sinceros agradecimentos, pela orientação contínua no meu trabalho.

Aos funcionários, da Granja Querência, Rosângela, Derci, Eduardo, Valdirene entre outros, pelo tempo dispensado a me ajudar, durante todo o período de desenvolvimento do meu projeto, meu eterno agradecimento.

À Universidade estadual de Campinas / UNICAMP, pelos conhecimentos adquiridos durante a realização do curso.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de uma forma ou de outra, contribuíram para o êxito deste trabalho, o meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	4
2.1. Objetivos Específicos:	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Rastreabilidade	5
3.1.1. A rastreabilidade no mundo e no Brasil	9
3.1.2. A qualidade como requisito de competitividade	12
3.2. Sistemas de identificação	14
3.2.1. Normas para utilização dos <i>transponders</i>	23
3.2.2. Rastreabilidade, Identificação animal e Certificação	25
3.2.3. Comparação entre os sistemas de identificação	27
3.2.4. Avaliação econômica do uso da identificação eletrônica e da rastreabilidade	29
3.3. Sistemas de automação	31
3.4. Monitoramento do comportamento animal	35
3.6. Ambiência em instalações para produção animal	37
3.7. Modelos matemáticos	42
3.7.1. Técnica de análise de decisão	44
3.8. Gerenciamento computacional de informação	48
4. MATERIAL E MÉTODOS	51
4.1. Metodologia aplicada para as respectivas etapas	52
4.1.1. ETAPA I: Avaliação da eficiência do uso da identificação eletrônica como mecanismo de auxílio à rastreabilidade comparada com o sistema convencional de controle	52
4.1.2. ETAPA II: Uso da identificação eletrônica, na avaliação do comportamento da preferência térmica dos suínos nos diferentes ciclos de produção em função do microclima interno da instalação	53
4.2. Modelagem Matemática	60
4.3. Instalações dos equipamentos	60
4.3.1. Instalação da antena painel e o rádio na gestação de gaiola	62
4.3.2. Instalação da antena painel e rádio na baía de gestação.	63
4.3.3. Instalação da antena painel e rádio na maternidade.	64
4.3.4. Instalação da antena painel e o rádio na creche	64
4.4. Desenvolvimento da interface antena-microcomputador	66
4.5. Desenvolvimento da interface <i>data logger</i> computador via cabo	67
4.6. Testes preliminares	68
4.6.1. Escolha do local de implante do identificador	69
4.7. Início do experimento na gestação de gaiolas	74
4.7.1. Instalações das antenas painéis LID650	74
4.7.2. Instalação do sistema de aquisição de dados de temperaturas via cabo	75
4.7.3. Implante do <i>transponder</i>	75
4.8. Desenvolvimento do programa computacional	75

4.8.1. Controle da Produção	76
4.8.2. Formulário da Gestação	78
4.8.3. <i>Software</i> desenvolvido para captação de sinais via rádio e via cabo	79
4.9. Comparação entre sistemas de rastreabilidade (manual e eletrônico)	80
4.9.1. Sistema manual de rastreabilidade	80
4.9.2 Sistema eletrônico de rastreabilidade	80
4.9.3. Metodologia para comparação entre os dois sistemas	83
4.10. Procedimento de instalação do sistema eletrônico na Maternidade	85
4.11. Comparação entre as metodologias de rastreabilidade utilizando o programa AHP	86
4.12. Eficiência da rastreabilidade em grupo quando comparada com a rastreabilidade individual.	90
4.13. Avaliação do comportamento da preferência térmica dos suínos em função do microclima interno da instalação utilizando a identificação eletrônica na fase de gestação de gaiola.	90
4.14. Estudo para a Modelagem Matemática	91
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
5.1.Migração do <i>transponder</i> na ponta da orelha	92
5.2.Programa Computacional	101
5.3.1. Criação do Cadastro de Matrizes	102
5.3.2. Programa de instalação do Leitor Manual	103
5.4. Resultado da comparação entre as metodologias de rastreabilidade.	105
5.4.1. Resultado da comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo do “Peso”, por meio da variável “Tempo”.	108
5.4.2. Resultados da Comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo do “Vacinação”, por meio da variável “Tempo”.	110
5.4.3. Resultado da comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo da “Inseminação”, por meio da variável “Tempo”.	111
5.4.4. Resultado da comparação entre os tempos de transferência dos dados para o computador entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual.	114
5.5. Resultado da comparação entre as três metodologia de rastreabilidade (manual, eletrônica e mista) pelo AHP.	114
5.6. Eficiência da rastreabilidade do grupo quando comparada com a rastreabilidade individual.	115
4.1.Resultado do comportamento da porca na fase de gestação de gaiolas <i>Versus</i> variáveis climáticas utilizando a identificação eletrônica.	119
6.CONCLUSÕES	124
ANEXO I	125
ANEXO II	127
ANEXOIII	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da interação da cadeia alimentar.....	3
Figura 2 - <i>Transponders</i> de vários fabricantes encontrados no mercado.....	32
Figura 3 - Leitores de RF/ID de diversos fabricantes.....	35
Figura 4- Fluxograma geral do AHP. ....	46
Figura 5 - Estrutura hierárquica básica.....	46
Figura 6 - Vista aérea da granja Querência. ....	51
Figura 7 – Esquema geral de controle, animais identificados, da ETAPA II.....	54
Figura 8 - Esquema geral da montagem da Etapa II da pesquisa visando a interação Comportamento da preferência térmica <i>versus</i> Ambiente. ....	55
Figura 9 – Esquema de instalação dos leitores fixos na baia de gestação.....	56
Figura 10 – Esquema da posição do leitor fixo no bebedouro na gestação de baia. ....	57
Figura 11 – Disposição dos instrumentos na maternidade. ....	58
Figura 12 – Disposição dos equipamentos na pré-creche.....	59
Figura 13 – Disposição dos equipamentos na creche. ....	59
Figura 14 – Disposição dos equipamentos na terminação.....	60
Figura 15 – Leitor fixo 40cmx40cm com o rádio transmissor acoplado (A) e rádio receptor acoplado ao computador (B) .....	61
Figura 16 - Leitor manual - vista lateral (A) e leitor manual - vista frontal (B).....	61
Figura 17 - Esquema do <i>microchip</i> (A); Tamanho do <i>microchip</i> (B), Ponta da agulha com o <i>microchip</i> (C), cartela de agulhas com o aplicador (D).....	62
Figura 18 - Leitor fixo instalado na baia de gestação de gaiola protegido com uma caixa de madeirite vermelha (A) e rádio instalado acima do leitor fixo no pilar do galpão (B). ....	62
Figura 19 - Rádio localizado em cima do telhado na gestação. ....	63
Figura 20 - Espaço feito para colocar a caixa de madeirite onde será colocada antena (A) e caixa de proteção para antena (B).....	63
Figura 21 - Rádio localizado na parede do escamoteador (A), Leitor fixo com a caixa de madeirite localizada dentro do escamoteador (B). ....	64
Figura 22 -Disposição da antena painel na creche dentro do comedouro. ....	64
Figura 23 - Disposição final das instalações dos Rádios instalados no telhado do galpão da creche.....	65
Figura 24 - Esquema eletrônico da interface RS232 para RS485. ....	66
Figura 25 – Resultado final do conversor RS232 para RS485.....	67
Figura 26 - Sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e globo negro instalado nas saídas 2,3 e 10 do <i>data logger</i> , conectado ao microcomputador via cabo.....	67
Figura 27 - Sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e globo negro instalados no galpão de gestação.....	68
Figura 28 - Introdução do <i>transponder</i> na orelha do suíno (A) e localização do <i>transponder</i> na orelha depois de introduzido (B). ....	69
Figura 29 - Introdução do <i>transponder</i> na orelha da matriz de suíno. ....	70
Figura 30 - Má cicatrização do <i>transponder</i> na orelha (A) e boa cicatrização da orelha (B) ...	71
Figura 31 - Lote de 10 leitões utilizado no teste antes de serem identificados .....	71
Figura 32 - Disposição das coordenadas cartesianas na orelha do leitão. ....	72
Figura 33 - Contorno da orelha feito com uma caneta vermelha, sobre uma transparência ....	73
Figura 34 -Leitores fixos instaladas dentro das caixas de madeirite, danificadas pelas porcas (A), caixas de madeira resistente instaladas (B).....	74

Figura 35 - Implante do <i>transponder</i> na base da orelha da porca em gestação.....	75
Figura 36 – Ficha de controle de dados de inseminação. ....	80
Figura 37 – Painel de controle da rastreabilidade eletrônica.....	81
Figura 38 – Avental contendo os bolsos com a cor correspondente de cada cartão.....	82
Figura 39 – O cartão verde sendo tirado do bolso verde do avental. ....	83
Figura 40 - Análise estatística descritiva, representando a migração do <i>transponder</i> na orelha. .....	93
Figura 41 - Evolução da migração média do <i>transponder</i> na orelha com o tempo.....	95
Figura 42 - <i>Transponder</i> introduzido no brinco. ....	95
Figura 43 - Implantação do <i>transponder</i> na base da orelha. ....	97
Figura 44 - Implantação do <i>transponder</i> na frente.....	97
Figura 45 - Super Bonder <sup>®</sup> no local de inserção do <i>transponder</i> .....	98
Figura 46 - Representação esquemática da frequência de leituras dos <i>transponders</i> em relação ao local de implante e nas fases de maternidade (A) e creche (B).....	100
Figura 47 – Programa de Captação de Sinais das Antenas A, B, C ou D, juntamente com a temperatura. ....	102
Figura 48 – Formulário de Cadastro de Matrizes que mostra todos os dados de cada animal, podendo percorrer o arquivo pelas setas de movimentação ou pela Busca, disponível no Menu. .....	103
Figura 49 – Formulário de Vacinação, módulo que já contém conceitos de identificação eletrônica. ....	104
Figura 50 - Gráfico <i>Boxplot</i> comparativo para a ação “peso”.....	110
Figura 51 - Gráfico <i>Boxplot</i> comparativo para a ação “vacinação” .....	111
Figura 52 - Gráfico <i>Boxplot</i> comparativo para a ação “inseminação” .....	113
Figura 53 - Gráfico mostrando o comportamento dos dados de pesos em grupo comparado com a amostra.....	118
Figura 54 - Padrão comportamental através da frequência estimada do modelo para as condições ambientais: na Zona de Termo-neutralidade (ZTN) e fora desta (F ZTN).....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Zonas de termoneutralidade dos suínos.....	39
Tabela 2 - Matriz para o critério n.....	87
Tabela 3 – Quantificação dos julgamentos classificados em termos relativos.....	88
Tabela 4 - índices Randômicos (R.I.).....	89
Tabela 5 - Migração do <i>transponder</i> nas orelhas dos leitões, de acordo com as coordenadas cartesianas X e Y.....	92
Tabela 6 – Dados dos dezoito dias do experimento, divididos em quatro blocos de seis em seis dias.....	94
Tabela 7 – Médias da evolução da migração.....	94
Tabela 8 - Análise de frequência para a variável “localização do <i>transponder</i> ” captada pela antena A.....	100
Tabela 9 – Análise de frequência para a variável “localização do <i>transponder</i> captada pela antena C.....	100
Tabela 10 - Matriz de critérios (intensidade de importância).....	106
Tabela 11 - Matriz normalizada de critérios.....	106
Tabela 12 - Matriz de alternativas para o critério Segurança.....	106
Tabela 13 - Matriz normalizada de Segurança:.....	107
Tabela 14 - Matriz de alternativas para o critério Praticidade.....	107
Tabela 15 - Matriz normalizada de Praticidade.....	107
Tabela 16 - Matriz de alternativas para o critério Rapidez.....	107
Tabela 17 - Matriz normalizada de Rapidez.....	108
Tabela 18 - Matriz alternativas x Critérios.....	108
Tabela 19: Dados estatísticos para a ação “pesagem”.....	109
Tabela 20: Dados estatísticos para a ação “vacinação”.....	110
Tabela 21 - Dados estatísticos para a ação “inseminação”.....	112
Tabela 22 - Resultado das médias feitas pelo teste T.....	117
Tabela 23- Resultado do teste de T.....	117
Tabela 24 - Resultado das médias dos pesos finais, utilizando o teste T.....	117
Tabela 25 - Resultado do teste T.....	118
Tabela 26 - Resultado das conversões alimentares do grupo e da amostra.....	118
Tabela 27 - Parâmetros fornecidos pelo teste de regressão, utilizado no modelo.....	121
Tabela 28 - Resultados da análise de variância.....	121

## RESUMO

Diante da exigência do mercado externo em relação à necessidade de identificar, rastrear e certificar os produtos agrícolas, urge que o governo brasileiro, com o intuito de ampliar o número de países compradores da carne suína brasileira, defina uma estratégia de segurança alimentar e estimule produtores e empresários a implantar sistemas de controle de qualidade que permitam fazer o rastreamento (rastreadibilidade) do produto alimentar, desde a produção até a chegada ao consumidor, isto é, ao longo de toda a cadeia produtiva. Face a isto, o setor agro-industrial brasileiro, precisa se conscientizar de que a segurança alimentar é um assunto que doravante será uma condicionante obrigatória para competição no mercado mundial sendo cada vez mais necessário garantir a transparência dos procedimentos envolvidos na produção, industrialização e comercialização da carne suína, para que os consumidores possam certificar-se da qualidade dos alimentos que consomem, conseqüentemente ampliando a exportação da carne suína brasileira.

Existem dois tipos de aplicação dos conceitos da rastreabilidade a um determinado rebanho: manual e eletrônica. A rastreabilidade manual é o registro manual dos dados e dos eventos ao longo da vida do animal, e pode ser vinculado à data de abate e, eventualmente, alcançar a cadeia de distribuição. Esse tipo de registro de dados pode gerar erros ou até fraudes. A rastreabilidade eletrônica lança mão de dispositivos eletrônicos, tais como os identificadores em anéis, brincos, coleiras (externos) ou identificadores implantados (internos) que emitem um sinal ativado por um leitor fixo colocado onde for necessário registrar um determinado evento ou um leitor manual que permite maior independência do operador. Sabendo-se da importância da identificação eletrônica como uma ferramenta para a rastreabilidade dos animais produzidos comercialmente, que proporciona confiabilidade e agilidade nos dados obtidos, sejam eles na produção ou reprodução, objetivou-se com o presente trabalho criar uma metodologia de rastreabilidade eletrônica, avaliando a eficiência do uso da identificação eletrônica como mecanismo de auxílio à rastreabilidade, comparando-a com o sistema manual já existente. Devido à complexidade na comparação entre estes dois sistemas de rastreabilidade foi incluído um terceiro, que associa o sistema manual com o eletrônico (misto), utilizando dois métodos estatísticos para a comparação. Inicialmente buscou-se avaliar o melhor local de implante do identificador obtendo-se como o melhor resultado, a base auricular. Avaliou-se também o uso da identificação eletrônica na avaliação

do comportamento dos suínos na fase de gestação em função do microclima interno da instalação sendo validada por modelagem matemática. O resultado sugere que o melhor sistema de rastreabilidade a ser utilizado, depende das prioridades e características da administração da granja de suínos, sendo que o sistema que apresentou maior rapidez, praticidade e segurança na obtenção dos dados, foi o sistema misto, em que utilizou a identificação eletrônica, para obtenção de dados qualitativos (vacinação, inseminação), juntamente com as anotações em fichas de papel, para obtenção de dados quantitativos (peso, conversão alimentar). Verificou-se também que foi possível avaliar o comportamento de preferência térmica das porcas na fase de gestação, em função do ambiente, utilizando a equação matemática desenvolvida, sendo essa incluída a um programa computacional de rastreabilidade.

## ABSTRACT

Facing the international market demand in relation to identify, trace and certify agricultural products, the Brazilian government needs to define a food safety strategy in order to increase the number of importing countries as well as to stimulate producers and entrepreneurs to use quality control systems that allows the traceability of the products along the whole food chain, from the production to the consumer's use. There are two types for applying the traceability concepts to a certain herd: manual and electronic. Manual traceability is the manual recording of the data and events along the animal's life until the slaughter and eventually the retailer's chain. This type of recording may generate mistakes or even fraud. Electronic traceability uses electronic devices such as transponders, in rings, earrings, collars (outside) or implanted microchip (internal) which emits a signal when activated by a fixed reader placed where it is necessary to register a certain event, or yet a manual reader to allow a higher operator's freedom. Knowing the importance of the electronic identification as a tool for commercial animal production's traceability, that lead to higher trust and faster data analysis, from both production and reproduction phases, the objective of this research was to develop an electronic traceability methodology evaluating the use of electronic identification as a tool to the traceability process and comparing it with the already existing manual system. Due to the complexity on the comparison between both processes a third one was included which associated the manual and the electronic system mixed, by using two statistical methods. Initially it was searched the best place for implanting the transponders and the best results was behind the ear in the auricular base. It was also evaluated the use of electronic identification for observing the gestating sows behavior, as function of the housing environment, using mathematical modeling. The results suggested that the best traceability system to be used depends mainly on the administrative characteristics and priorities of the production swine farm. The system that presented the fastest and more practical as well as reliable results was the mixed one, where the electronic identification was used for collecting qualitative data (vaccination and insemination) together with the manual data recording on paper forms for collecting qualitative data (weight and food conversion). It was also possible to evaluate the gestating sow's behavior as function of the housing environment by developing a mathematical equation which was used in a specific software for traceability.

## 1. INTRODUÇÃO

Face à necessidade de atender às crescentes demandas dos consumidores no mundo, aliada à falta de espaço para a expansão da produção animal, há uma tendência em se levar a cadeia alimentícia a procurar a otimização do espaço e, conseqüentemente, o uso apropriado de sistemas de suporte à vida. Com maiores densidades no confinamento dos animais, porém, a emissão de efluentes e gases pode forçar a sustentabilidade até seus limites.

O atual aumento da produção animal foi permitido pelo uso de inovações tecnológicas e a conclusão lógica parece ser que, no futuro, o aumento da produção tanto animal como vegetal, poderá ser alcançado dessa mesma maneira. Por outro lado, o mundo desenvolvido chegou a seu limite em termos de produção de alimentos, enquanto a falta de uso sustentável de práticas agrícolas limita o crescimento da produção ao aumentar a perda de terras agrícolas e a poluição dos reservatórios de água nos países em desenvolvimento. Desde os anos 1970, vê-se uma mudança nas necessidades dos consumidores do mundo inteiro, ao mesmo tempo em que as comunicações têm tornado uma realidade a interação entre as culturas. Isso levou a uma certa padronização nas demandas de maneira que hoje, o consumidor, na busca de alimentos de qualidade, está ciente de suas necessidades (NÄÄS, 2001).

Com a globalização dos mercados a partir da década de 90, os países desenvolvidos, em especial a União Européia, desenvolveram estratégias para assegurar mercados a seus produtos agrícolas, das quais a segurança alimentar é parte integrante (BELLAYER, 2001). Pelo fato da Europa ter dificuldade em ser competitiva na produção de alimentos, devido aos seus altos custos, investiu no desempenho de estratégias de diferenciação, para regular a entrada de produtos de outros países. Para garantir a qualidade dos produtos que se encontram no mercado europeu, foram criados alguns regulamentos.

A atividade suinícola está se tornando agronegócio de alta competitividade tanto no Brasil como no exterior. Desta forma, para que o suinocultor possa se manter no mercado, ou ainda, aumentar a produção, a baixo custo e com boa qualidade, é essencial um constante trabalho de modernização, adaptação e melhoria de todos os setores e áreas da linha de produção (LEITE et.al., 2000).

O mercado consumidor, atualmente, exige um aumento gradativo no controle da qualidade dos produtos. Os métodos até então existentes começam a se mostrar ineficientes

para garantir um percentual crescente desta qualidade, pois a garantia somente pode ser efetiva se houver um rastreamento confiável do produto, no caso do animal, desde o seu nascimento até o abate e consumo posterior.

A identificação animal faz parte do sistema de produção e apresenta grande importância, pois possibilita a coleta de informações inerentes ao indivíduo. As práticas de identificação de animais, dentro dos diversos sistemas de produção hoje existentes, têm como objetivo principal possibilitar a coleta das informações inerentes ao indivíduo e ao meio em que está inserido. Com estas informações é possível trabalhar as variáveis do ambiente e correlacioná-las aos elementos de uma população, de forma individual ou coletiva. As técnicas de identificação mais comumente utilizadas, são as marcações no exterior do animal, que permitem seu reconhecimento visual.

O controle da produção suinícola, quando feito manualmente, traz deficiências, como por exemplo, mais de um animal utilizando a mesma identificação; não reconhecimento da paternidade dos animais no momento de seleção futura; controle ineficaz das movimentações entre os grupos, nos grupos entre creche, bem como nas mortes; e, por fim, planilhas e relatórios manuais não confiáveis (MALUCELLI, 2000).

Uma tecnologia inovadora nesse rastreamento é o da identificação eletrônica, que possui uma série de vantagens quando comparada aos métodos tradicionais. A utilização dessa técnica de identificação em diferentes espécies animais vem sendo realizada, segundo normas de diversos fabricantes. Alguns estudos realizados, demonstram a viabilidade de implantação de circuitos eletrônicos miniaturizados, na forma de circuitos integrados, conhecidos como *transponders* ou *transponders*, que implementam a idéia de identificação eletrônica segundo WADE & MAYHALL (1994), levando-se em consideração principalmente o conforto e o bem estar dos animais. Esta técnica está sendo adotada para controle e gerenciamento de rebanhos em sistemas de produção animal comercial, no controle de sistemas de produção de animais silvestres mantidos em cativeiros e para controle e monitoramento dos animais de vida selvagem.

A alimentação do sistema produtivo com dados confiáveis (pela identificação eletrônica), permitirá melhor coordenação entre os elos da cadeia produtiva. A amortização dos custos desta tecnologia,deverá ocorrer por meio do pagamento diferenciado do produto, de acordo com a qualidade desejada pela indústria (MACHADO, 2000).

Dentro da cadeia alimentar uma das demandas mais importantes está na garantia da qualidade e origem da carne. A Figura 1 mostra a interação entre os vários segmentos da cadeia alimentar, ressaltando a importância do controle, desde o nível inicial de produção na fazenda. Essa garantia somente pode ser efetiva se houver um rastreamento confiável do produto, no caso o animal, desde o seu nascimento.

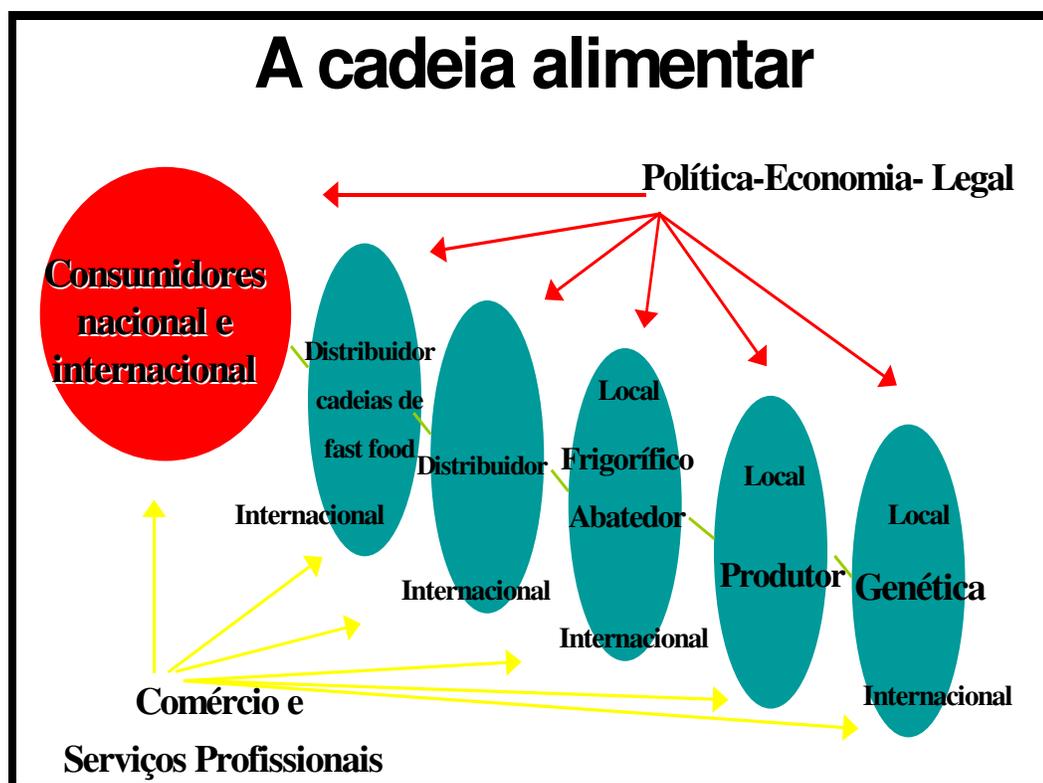


Figura 1 - Representação esquemática da interação da cadeia alimentar.

A utilização da tecnologia de identificação eletrônica de animais no Brasil se encontra numa fase inicial, sendo que somente algumas poucas empresas agropecuárias estão fazendo uso da técnica de implantação de *transponders* e leituras por intermédio de um leitor de rádio frequência, de acordo com CURTO et al. (1997).

A maioria dos animais domésticos utilizados pelo homem, para sua exploração comercial, depende da identificação. O emprego da tecnologia da identificação eletrônica já se mostrou eficiente, por meio de pesquisa ou criações comerciais em diversas áreas, como é o caso da bovinocultura de leite (KOSA, 1996) e de carne, a suinocultura e eqüinocultura (GELY, 1994), caprinocultura e ovinocultura (HINSHAW et al., 1991).

Empresas agropecuárias, tais como “Fazenda Reunidas Boi Gordo” são pioneiras no Brasil na utilização dos *transponders* para identificação dos animais de produção (Jornal Folha de São Paulo, 1997). São poucas as instituições de pesquisa que vêm desenvolvendo trabalhos relacionados com a tecnologia. Outra pioneira na utilização da tecnologia é a empresa “Zoonet” que utiliza os *transponders* em animais de companhia, como cães e gatos, e mantém uma central de informações, disponível por meio de um banco de dados, de todos os animais identificados e cadastrados, possibilitando a identificação do dono, caso o animal venha a se perder (O Estado de São Paulo, 1996).

Freqüentemente apontada como uma problemática de considerável importância dentro de todos os sistemas de produção, a identificação para posterior controle e monitoramento, é peça fundamental para o controle de qualidade de produtos finais numa linha de produção, seja industrial ou agrícola.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar interação entre a resposta de matrizes de suínos em relação ao ambiente utilizando a metodologia da rastreabilidade, por meio de identificação eletrônica (*transponders*), sensores (temperatura do ar e umidade relativa) e *software*, no período de gestação.

### 2.1. Objetivos Específicos:

- a) Escolha do melhor local de implante do *transponder*, em suínos, em relação ao leitor fixo LID 650;
- b) Desenvolvimento de um software específico para a rastreabilidade suína;
- c) Avaliar a eficiência do uso da identificação eletrônica como mecanismo de auxílio a rastreabilidade comparada com o sistema convencional;
- d) Avaliar o comportamento da preferência térmica das matrizes suínas na fase de gestação em função do microclima interno da instalação utilizando a identificação eletrônica, e utilizando um modelo matemático, com variáveis selecionadas.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desempenho eficiente da produção suína depende da gestão do rebanho, bem como da nutrição, do controle sanitário e das instalações. O conceito desse tipo de produção está diretamente relacionado com a redução das perdas seletivas e o controle do processo. Cada segmento da produção é controlado de maneira a alcançar a otimização na totalidade do sistema, sendo que na situação da granja aplica-se este conceito ao manejo dos animais, implementação do controle ambiental, controle das doenças, controle da nutrição, informação, preocupação em garantir o bem-estar animal, identificação e conseqüentemente a busca de uma metodologia ideal para rastrear, de maneira geral, estes eventos.

#### 2.1. Rastreabilidade

A rastreabilidade pode ter diferentes formas de definição. Acompanhamento de um produto da sua origem até o seu ponto de venda, ou do nascimento ao prato, permitindo rastrear a vida inteira do animal, seja para a produção de carne ou para a produção de matrizes e reprodutores. Independentemente de como se classifica a rastreabilidade, pode-se descrevê-la como manejo ou manuseio de informações. A informação está constantemente presente em nossa vida. As empresas utilizam largamente os sistemas de informação, como as redes de computadores e também da automação.

Sistemas de informação podem ser descritos como o conjunto de componentes que se relacionam entre si para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação, com o intuito de facilitar o controle, planejar e coordenar processos dentro de uma empresa ou instituição. Essas informações podem ser de pessoas, coisas ou lugares. Assim, os sistemas de informação utilizam-se de três meios para serem executados: entrada, processamento e saída. Por entrada entende-se como a captura de dados. O processamento seria a conversão desses dados numa forma mais organizada, e a saída é a transferência dos dados processados às pessoas que irão desfrutar deles. A realimentação consiste em utilizar os dados necessários e corrigi-los para entrar novamente no ciclo (LAUDON, 1999).

Até hoje descreveu-se sobre a organização da informação em setores urbanos, o que pode ser contraditório, para muitos, comparar e/ou utilizar esses conceitos no meio rural. Mas

nota-se que há algum tempo, está ocorrendo uma metamorfose na agropecuária, onde um criador de gado está se transformando em produtor de carne, e ao olhar por esta perspectiva, pode-se fazer correções com a realidade que acontece no mundo globalizado, repleto de informações.

A rastreabilidade de animais e produtos derivados tornou-se uma prioridade para governos de países desenvolvidos, devido à demanda do consumidor e às políticas de segurança de alimentos (CAPORALE, 2001). Este processo é importante no monitoramento dos riscos sanitários dos processos de produção, pois possibilita a checagem, por auditorias externas, desde sua origem até declarações de ausência de pragas, doenças quarentenárias ou resíduos emitidos pelo país exportador. Esta rastreabilidade, entretanto, não é tão simples quanto parece. Os métodos para este procedimento são poucos, e ineficientes (ou ainda de alto custo) para um rastreamento total (ROCHA, 2001).

Desde os anos oitenta, conceitos sobre a segurança e qualidade de alimentos aumentaram nos níveis governamentais e consumidor. A importância da rastreabilidade de animais e seus produtos cresceram com a produção de alimentos e a comercialização. A rastreabilidade de produtos, requer uma cadeia transparente de custódia para manter credibilidade e completar funções de transferência de informação, tendo dois componentes, um sistema único de identificação e um mecanismo confiável e testado para preservação de identidade.

SILVA & BATALHA (1999) afirmam que, entre os vários problemas da cadeia da carne bovina no Brasil, destacam-se a necessidade de modernização tecnológica e a falta de informações sobre o rastreamento dos produtos. Os estudos envolvendo rastreabilidade somente agora começam a avançar.

O SISBOV, que é o sistema brasileiro de rastreabilidade bovina e bubalina, não deixa de ser um bom exemplo de sistemas de informação, onde preconiza-se que os dados dos animais são coletados e armazenados em bancos de dados até o seu abate, para posteriormente, caso necessário, obtê-los relacionados aos animais cadastrados. Portanto, o SISBOV surgiu para atender exigências, impostas por outros países preocupados com a questão sanitária e econômica, sendo resultado direto de um mundo globalizado.

CERUTTI (2003) descreve que a rastreabilidade tem o seguinte papel: um fator de segurança para o produtor de carne, pois pode-se gerenciar a sua produção mais a fundo,

localiza as causas de reclamações ou desvios ocorridos com o produto, seja o produto ainda dentro da empresa ou fora dela; não deixa de ser uma arma contra eventuais crises que possam ocorrer, pelo poder de encontrar subsídios para análise e/ou justificativa. Rastreabilidade é, portanto, indicada para melhorias contínuas dentro da organização. Utilizar a rastreabilidade para a competição por novos mercados, é também uma estratégia de mercado. Atualmente, o criador de animais está em constante modificação indo em direção a ser um produtor de carne. Nota-se isso devido a utilização de contrato, onde o produtor utiliza-se de instalações, rações e estratégias de manejo, que são descritos pela empresa que o contrata, ou o integrador. Isso ocorre para manter rígido controle na produção atendendo, tanto as especificações dos consumidores, quanto das empresas que industrializam os produtos.

NÄÄS (2001) descreve que a prioridade na demanda dos consumidores, na década de 1970, era principalmente o preço. Já na década de 1980, agregou-se também a preferência por produtos frescos, de qualidade e a variedade do produto. A década de 1990 foi marcada também pelas necessidades da década de 1980 somando-se o bem-estar, a segurança do alimento e a questão da reciclagem, levando para a década seguinte também as tradições e a ética das gerações futuras.

Para validar todo e qualquer processo de produção, seja ele um processo automatizado ou tradicional, utiliza-se a rastreabilidade (NÄÄS, 2001). Assim, dados como data de nascimento do animal, origem, raça, data do abate e informações sobre o manejo dos animais, e ainda se foi criado de acordo com normas que respeitam o meio ambiente e bem-estar animal (MAYRINK, 2002), são levados em consideração na rastreabilidade. Outro ponto fundamental é a questão do controle de doenças, principalmente pelos episódios de encefalopatia espongiforme bovina, também chamada de doença da vaca louca que, em 1996, atingiu os rebanhos europeus, e também o problema da febre aftosa, que fez surgir a grande preocupação com a segurança alimentar nos mercados compradores.

A identificação de rebanhos na Europa já existe há aproximadamente cinco anos. Na Inglaterra, ocorreu a morte de mais de vinte pessoas vítimas da variante da “Vaca Louca”, conhecida como doença de CREUTZFELDT-JAKOV (CJD), onde até hoje não está comprovado se há ligação ou não com a doença que ocorre com animais. Outros fatos internacionais fizeram que a desconfiança em torno de alimentos, seja de origem animal ou vegetal, aumentasse nos últimos anos. Como consequência, organismos preocuparam-se em

estabelecer alguns parâmetros para a produção dos alimentos, como é o caso das normas ISO. As normas ISO estabelecem que a rastreabilidade (e a identificação) seja colocada de forma planejada, sistemática e registrada garantindo as informações referentes ao produto, desde a produção até a entrega ao consumidor, CERUTTI (2003).

Em decorrência disso, observou-se que houve uma valorização pelo produto natural, pressão de países importadores de frangos criados com farinhas de origem vegetal e garantia de ausência de resíduos de medicamentos. No Japão, por exemplo, exigiu-se grãos livres de qualquer modificação genética. Na Grã-Bretanha, a marca “*Les Fermiers des Janzé*” lançou um produto onde a embalagem trazia a foto, o nome, endereço e o telefone do criador, obtendo assim um aumento na venda deste produto. (CERUTTI, 2003).

O que impulsionou o programa de rastreabilidade na Europa, foram as parcerias feitas pelas redes distribuidoras, com os produtores. Atualmente, o consumidor observa a segurança, produtos não agressivos para o meio ambiente, e segurança na produção animal. Outro ponto conhecido é a questão do transporte dos animais vivos, tendo que haver um rigoroso cuidado. Isso se confirma no Brasil, onde está acontecendo uma crescente demanda por carnes nobres e “de marca”. Restaurantes monitoram tudo o que acontece com o animal, da genética do gado, passando pelo confinamento, desmama, alimentação – controle do ganho de peso – transporte, abate, classificação da carcaça, desossa e fracionamento da carcaça. No que diz respeito ao transporte dos animais, empresas que buscam a qualidade total da carne estão treinando motoristas de caminhões para, por exemplo, não soltar a porta no costado para que o animal entre no caminhão. Com isso ocorrem perdas de carne nobre, causando hematomas nos animais, decorrência do manejo incorreto já citado.

Também os funcionários das fazendas estão sendo treinados para aplicar medicamentos na região do pescoço, onde não há cortes nobres, ao contrário da anca do animal, evitando o acúmulo de um óleo de uma vacina, ocasionando a perda de carnes nobres (QUEIROZ, 2002).

Pode-se, com a rastreabilidade, inibir as carnes clandestinas, que no Brasil somam cerca de metade da carne consumida. A rastreabilidade serve de suporte para mudar a legislação, seja nacional ou internacional, para atender as exigências do consumidor, que quer um produto natural, visando o bem-estar animal (na criação de animais saudáveis, também),

boas práticas agrícolas, respeito ao meio ambiente e finalmente pelo alimento seguro (CERUTTI, 2003).

### 3.1.1. A rastreabilidade no mundo e no Brasil

A Austrália possui um sistema de rastreabilidade muito ágil, que funciona independentemente do governo. Há quatro anos funcionando, o sistema é baseado principalmente nos dispositivos eletrônicos de identificação, que abrange cerca de 10% do rebanho composto por 28 milhões de cabeças de gado.

São dois tipos de identificação, mais utilizados, os brincos, também chamados de “*ear tags*”, e o “*bolus*”, implantados no rumem do animal. Características sobre os lotes que serão enviados aos frigoríficos podem ser enviadas pela *internet*. Toda a informação sobre o animal é armazenada num banco de dados e resumida em um código de barras nas embalagens, seja para a exportação, seja para o consumo interno. A adoção do sistema de rastreabilidade é facultativo e, em apenas um estado é obrigatório, mas existe grande interesse por parte dos produtores. O sistema australiano é confiável, como já citado anteriormente, devido ao seu controle privado, ao contrário do europeu, que é comandado por órgãos do governo, sendo menos flexível. Na França, por exemplo, os animais são registrados no sistema de rastreabilidade sete dias após o seu nascimento, onde recebem um brinco contendo o seu número de identificação. Após três a quatro dias, o produtor recebe o certificado do animal. No final da cadeia produtiva, o consumidor pode, pelos terminais eletrônicos ou CD-Rom, informar-se sobre a raça do animal, tipo, filiação, origem, o proprietário do rebanho, etc. (TAVARES, 2000).

Na Alemanha, as autoridades também entendem que a perfeita identificação, certificação, enfim, a rastreabilidade, tem papel importante para o controle e eliminação de doenças, melhoramento da produção e, principalmente, oferecer um bom produto para o consumidor. Os alemães exigem que sejam identificados os animais, desde o nascimento até o abate, e também que, após esse período, a carne continue sendo identificada, mas com etiquetas. Em 1992, a União Européia iniciou os trabalhos que dariam base a todos os requisitos e a Alemanha, entre 1993 e 1994 implantou o sistema. A Alemanha escolheu que os animais teriam passaportes, que constariam local, data de nascimento, passando por dados de

movimentação até o dia da sua entrada no frigorífico. Os alemães buscaram com o sistema de rastreabilidade, acompanhar todos os problemas relacionados com enfermidades, seja de animais contaminados ou suspeitos e também dar transparência no comércio do produto no país, oferecendo maior informação dos dados de origem e criação dos animais.

Assim, pode-se assegurar que o animal produzido em determinado local da Europa continuará a ser rastreado em outro lugar até ganhar a etiqueta referente a rastreabilidade daquela carne. Nos cortes das carnes são colocadas etiquetas que não coincidirão com a de outros animais, e quanto mais corte houver, esses terão a mesma quantidade de etiquetas representando o mesmo animal, isto ocorrendo também até com o couro. São utilizados também recibos de movimentação para a carcaça, o corte e o couro. Todos os países membros do bloco não precisam diferenciar-se na forma de identificação, por isso que a etiquetagem é uma forma segura de saber qualquer informação a respeito do animal e da carne propriamente dita, seu corte, se é congelada, fresca, etc. (VIDAL, 2002).

Na África do Sul e na Nova Zelândia, preocuparam-se com a possibilidade de haver fraudes nos tradicionais sistemas de identificação de animais, como os brincos e as marcas a ferro, passando a identificar cada animal também com o seu código genético. Uma empresa da área de biotecnologia chamada “*AgResearch*” apresentou um sistema denominado de “*Easy Trace*”, junto com indústrias da Nova Zelândia. Esse sistema permite que a rastreabilidade seja feita utilizando-se a análise do DNA do animal.

Os sul-africanos desenvolveram o Lidcat, que é o Catálogo de Identificação do Rebanho. O produtor é responsável em recolher uma amostra biológica do animal, podendo ser alguns pêlos do bezerro, por exemplo. Após a coleta da amostra, o ARC, que significa Instituto de Melhoramento Animal, é responsável em preservar as amostras em condições adequadas, mesmo que seja por vários anos. Essas amostras são guardadas com um cartão, contendo a identificação do animal na fazenda (brinco, registros, e descrições do animal) e um código de barras. Para o pecuarista, o custo está relacionado com a manutenção do cadastro junto com o ARC. Os exames de DNA serão executados se acontecer algum incidente que gere permaneça dúvidas. Também podem ser utilizados para o melhoramento genético para contribuir na qualidade da carne produzida (FORTES, 2002).

Antes mesmo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instaurar o sistema brasileiro de rastreabilidade, alguns estados ou associações saíram na

frente. O Sirb, do Rio Grande do Sul, e o Certibov, de Minas Gerais. O Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) é o encarregado pelo gerenciamento do programa no estado. Este núcleo já estava operando com certificação de seus 136 criadores cadastrados por conta de um contrato com a rede Carrefour.

No sistema mineiro, cada produtor alimenta o seu próprio banco de dados, passando para o núcleo o papel de coleta e gerenciamento dos dados relacionados ao abate dos animais, que vão desde o número de animais, passando pela tipificação da carcaça do animal, mercados, preços, etc. O programa mineiro de rastreabilidade utiliza 14 números para a identificação do animal, onde os dois primeiros são relacionados ao estado, os dois seguintes à microregião em que se encontra a propriedade e o restante utilizado para a identificação do animal CERUTTI (2003).

O Sirb, do Rio Grande do Sul, é um sistema de rastreabilidade regional onde o criador pode se inscrever e logo comunicar a quantidade de bezerros que irão ser inscritos, podendo ser todo o rebanho ou apenas parte dele. Cada animal recebe dois brincos para a identificação, com mesmo número seqüencial de dez dígitos, único e com um código de barras, no qual os cinco últimos representam a identidade do animal. O primeiro brinco pode ser colocado logo após o nascimento, e aproximadamente seis meses depois, após agendada a visita técnica do sistema, é colocado o segundo brinco CERUTTI (2003).

Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina, ou SISBOV, é o nome do sistema nacional de rastreabilidade da carne bovina e bubalina. O sistema, segundo FRANCO (2002), foi criado com certo atraso, visto que a União Européia havia dado um prazo limite até janeiro de 2001, depois passou para janeiro de 2002, e depois para julho de 2002. O sistema foi instaurado no país pela Instrução Normativa n 1, publicada no Diário Oficial da União em 10 de janeiro de 2002. O SISBOV atingirá inicialmente cerca de 50 milhões de cabeças no ano, então gado rastreado do pasto até o prato do consumidor, só daqui 24 a 36 meses. O SISBOV foi instaurado principalmente para atender as exigências do mercado externo, principalmente do europeu, que passou a ser muito exigente em relação a qualidade e segurança aos alimentos que importa.

O sistema de rastreabilidade nacional, será gerenciado pela Secretaria de Defesa Agropecuária MAPA, que também conterà um Banco Central de Dados, onde toda e qualquer informação será mantida em sigilo e divulgada sob avaliação do MAPA. Esse banco de dados

conterá um cadastro nacional de todos os criadores dispostos e das empresas certificadoras que irão coletar as informações necessárias, e também um arquivo de fichas eletrônicas de todos os animais do programa de rastreabilidade, com um número serial único (FRANCO, 2002).

Foi estabelecido um cronograma para a adesão ao SISBOV, onde inicialmente seria voluntário para todos, exceto para os produtores que exportam para a União Européia, que tiveram até julho de 2002 para entrar no sistema. FRANCO (2002) descreve que até dezembro de 2003, a adesão ao SISBOV passa a valer para todos os outros mercados importadores, de qualquer parte do planeta. Portanto, exportar carne depois desta data só se for rastreada pelo SISBOV. Para todos os estados livres de febre aftosa, será obrigatório o ingresso após dezembro de 2005. A partir de dezembro de 2007, todo produtor deverá estar cadastrado no SISBOV. Com relação a carne suína, praticamente só em 2002, iniciou-se algumas articulações no sentido de implantar os sistemas de rastreabilidade na cadeia produtiva.

### 3.1.2. A qualidade como requisito de competitividade

As crises alimentares vêm provocando, em todo o mundo, enormes prejuízos aos produtores, pondo em cheque a produção agrícola intensiva e expondo a urgência de uma política de segurança alimentar.

Um dos aspectos que afetam diretamente a competitividade da suinocultura diz respeito ao monitoramento sanitário dos rebanhos; à higiene e sanidade dos alimentos e processos industriais; à avaliação de riscos e adoção do princípio de precaução; à rastreabilidade dos produtos e ingredientes destinados à alimentação humana e animal; e à transparência de informações para os consumidores. A intensificação dos fluxos comerciais, o aumento do tamanho das unidades de produção suína e a crescente industrialização da carne, criaram condições favoráveis ao aumento de riscos sanitários. Em razão disso, a segurança alimentar tende a ser uma condicionante obrigatória para acessar mercados, que cada vez mais exigem transparência.

Surgem como conseqüência, as agências de segurança alimentar nos principais países europeus, os estímulos à utilização de sistemas de controle de qualidade, como as normas ISO, HACCP, a adoção do princípio da precaução entre outras. A política européia de qualidade de produtos agrícolas e alimentos está baseada no arcabouço legal (definição de regras visando

assegurar a segurança alimentar), na regularidade dos processos de fabricação de alimentos e na segmentação do mercado.

A adoção dos selos de qualidade certificando as Denominações de Origem Controlada (DOC), as Indicações Geográficas Protegidas (IGP), e os produtos da Agricultura Biológica, por exemplo, é uma das estratégias adotadas pela União Européia para obter o reconhecimento internacional para a qualidade de certos produtos agrícolas e alimentos através da diferenciação e da vinculação com atributos do território (clima, solo, saber fazer, tradição e cultura) ou de modo de produção (biológicos). A crescente preocupação com a saúde, por parte dos consumidores em todo o mundo, deverá pouco a pouco provocar uma mudança no modelo de consumo alimentar. Por conseqüência, induzirá a alterações nos modelos de produção agrícola, fundamentados no adensamento de cultivos e criações, na produção em grande escala e no uso indiscriminado de produtos que colocam em risco a saúde humana.

Face à crescente preocupação dos consumidores com a saúde e com a qualidade dos alimentos, urge que o governo defina uma estratégia de segurança alimentar e estimule produtores e empresários a implantar sistemas de controle de qualidade que permitam fazer o rastreamento do produto alimentar desde a produção até a chegada ao consumidor, isto é, ao longo de toda a cadeia produtiva. O setor agroindustrial brasileiro, também precisa se conscientizar de que a segurança alimentar é um assunto que doravante vai ser uma condicionante obrigatória para competir no mercado e que cada vez mais será preciso dar transparência aos procedimentos de produção e industrialização, para que os consumidores possam certificar-se da qualidade dos alimentos que consomem.

As estratégias empresariais devem, portanto, levar a sério o comportamento dos consumidores. Refletindo sobre as alternativas estratégicas e, considerando as oportunidades que se abrem sob a ótica da segurança alimentar, pode-se concluir que a suinocultura brasileira reúne condições para se credenciar no mercado mundial como fornecedora de carne de qualidade. O tamanho das propriedades, a receptividade dos produtores às mudanças tecnológicas, a infra-estrutura física e logística, a existência de universidades e centros de pesquisa, são fatores que juntos, conferem atributos favoráveis á competitividade.

A qualidade do produto é avaliada sob dois aspectos: objetivo e subjetivo. No primeiro, ao se tratar da indústria agroalimentar, a qualidade é representada intrinsecamente no alimento, ou seja, refere-se às características nutricionais, físicas e higiênicas do produto. No segundo, é representada pela percepção humana referente às características visuais e sensoriais do produto (SCALCO, 2000). É necessário uma visão mais sistêmica, resultado da somatória das ações dos agentes envolvidos, monitorados pelo governo e sob as pressões exercidas pelos consumidores, garantindo a segurança no consumo desses produtos.

A gestão da qualidade na indústria agroalimentar brasileira se encontra voltada para inspeção e controle do processo, de modo que pode evoluir para formas mais sofisticadas de gestão, onde qualidade se torna fonte de aumento da competitividade para as empresas (TOLEDO et al., 2000).

### 3.2. Sistemas de identificação

As observações e descobertas realizadas por espeleólogos em todo planeta apresentam as mesmas características quando relacionadas ao campo das pinturas supostos em cavernas, templos ou refúgios; ou seja os antigos seres humanos procuravam da mesma forma registrar e identificar os seres e objetos com os quais conviviam diariamente, independentemente da civilização estudada. No antigo Egito e nas antigas civilizações, várias foram as formas escolhidas para simbolizar a época e demonstrar a identificação, através de desenhos, de letras, sinais, números, objetos e seres.

Durante os períodos geológicos, padrões cognitivos foram se formando e, ao longo do tempo, formas diferenciadas de identificação entre as diferentes formas de vida no planeta foram se estruturando. Formas de marcação foram adotadas, com a finalidade de auxiliar no reconhecimento da própria espécie entre todas as populações de uma comunidade. Marcações territoriais realizadas por machos de diferentes espécies, são atualmente observadas entre as populações animais e passível de assumir este procedimento como sendo um comportamento herdado, passado através das gerações, pois atinge o objetivo básico da identificação da própria espécie em uma dada distribuição geográfica. Através dessa marcação, pode-se delimitar um território por exemplo.

Importante também é a demonstração da viabilidade de utilização de um componente eletrônico como base para a identificação destes animais num contexto produtivo onde, aproveitando a entrada de dados sob forma digital em um sistema de apoio à decisão, pode-se obter, como forma de controle, menores taxas de erro e perda de informações, resultando em maiores taxas de acerto nas tomadas de decisão.

Dispositivos para identificação eletrônica de animais se tornaram disponíveis nos meados dos anos 70 que facilitou a implementação de sofisticados esquemas de administração de gado. A norma para IOS da próxima geração de *transponders* eletrônicos injetáveis abriu um imenso mercado para toda espécie de animais. A terceira geração, atualmente debaixo de desenvolvimento automático, também inclui possibilidades de ler, gravar tecnologias de sensor para monitoramento automático de saúde e reprodução, (ERADUS et al., 1999).

Ainda são limitadas as publicações, demonstrando a importância e viabilidade de aplicação da tecnologia de identificação eletrônica em animais. Por se tratar de uma tecnologia recente, este campo de pesquisa se encontra num estágio bastante inicial, com futuro e perspectivas promissoras. Pode-se observar três grandes e abrangentes áreas de aplicação hoje existentes envolvendo animais, sendo elas relacionadas aos animais domésticos e, conseqüentemente, à área de produção animal, aos silvestres em seu *habitat* natural e aos silvestres em cativeiro, visando o estudo e o trabalho de preservação.

Como pré-requisito para rastrear um rebanho, seja por lote ou individualmente utiliza-se a identificação animal. O Brasil exige quatro critérios básicos de identificação: identificação única, permanente, insubstituível e que não deixe margem a dúvidas (AJIMASTRO JR. & PAZ, 1998; FRANCO, 1999). NÄÄS (2001) afirma que há dois conceitos que podem ser aplicados à rastreabilidade animal, que é o conceito manual e eletrônico. Na rastreabilidade manual obtém-se os dados dos animais manualmente, podendo, assim, produzir erros ou até mesmo levar a fraudes. Entende-se por identificação manual as marcas a ferro, tatuagens ou brincos, onde todos esses meios têm suas vantagens e desvantagens. No caso dos bovinos, as marcas a ferro quente, além de serem bem dolorosas para os animais, podem ocasionar erros no momento da produção da identificação (que aliás é de difícil reparo), como também erros no momento de leitura. Conforme o animal cresce a marca vai se modificando, perdendo assim sua numeração, além de danificar o couro do animal.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, por meio do decreto 4854 de 12/10/1942, e do decreto 4714 de 29/06/1965, define que:

*"o gado bovino deve ser marcado na cara, no pescoço e nas regiões situadas abaixo de uma linha imaginária, ligando as articulações fêmuro-rótula-tibial e úmero-rádio-cubital, de maneira a preservar defeitos na parte do couro de maior utilidade, denominada de grupão"*.

As marcas devem ter um tamanho que não ocupem além de um círculo com 11 cm de diâmetro. Os locais de marcação devem ser seriados, a fim de caracterizar a transferência de propriedades. (FERREIRA & MEIRELLES, 2002). As tatuagens também podem ocasionar erros na leitura, variando de pessoa para pessoa que irá capturar os dados.

A maneira mais difundida de identificação é pelos brincos de plástico contendo um número e/ou código de barras. Com os brincos, pode ocorrer a perda deles, assim como erros na leitura, por ser manual, ou seja, uma pessoa tem que anotar o número ou ler, utilizando-se de leitoras de código de barras (*scanners*). Como são visuais ou ópticos (no caso do código de barras) se houver algum tipo de sujeira, terra, poeira ou qualquer coisa que obstrua a identificação do número ou do código de barras, fatores muito comuns no campo – a identificação, conseqüentemente a rastreabilidade, estará comprometida, tendendo a erros.

Todos esses meios de identificação citados precisam de pelo menos uma ou até duas pessoas para que a leitura da identificação do animal seja feita. Com isso, reduz-se

a capacidade em se obter informações rápidas do rebanho, deslocam-se funcionários para esse fim, e conseqüentemente há a dificuldade em se cuidar dos dados relativos a fazenda.

A rastreabilidade eletrônica, como descreve NÄÄS (2001) utiliza-se de meios eletrônicos para fazer a identificação do animal. Esses dispositivos são chamados de *transponders* que são circuitos ressonantes, constituídos por um *microchip* e uma antena (ERADUS & JANSEN, 1999). Podem ter várias formas externas, como anéis, brincos e colares. Os *transponders* internos podem ser injetados ou colocados no rumem dos bovinos, os quais são chamados de *bolus*. Todos esses meios de identificação são “lidos” através de um sinal emitido por um leitor ou por uma antena (NÄÄS, 2001). Esses meios eletrônicos de identificação permitem que a captura dos dados seja feita de forma automática, sem o auxílio de um funcionário da produção (dependendo do sistema instalado) ou o “consentimento” do

animal, não depende do local, da limpeza desses equipamentos ou do ambiente, etc. Assim, podem-se obter as informações que o produtor necessita de forma rápida, segura (sem erros ou fraudes), facilitando principalmente no gerenciamento da produção.

Outro método de identificação animal é pela retina, onde cada animal tem um padrão vascular no fundo do olho, que é único, desde o seu nascimento até o abate. SILVA et. al (2002a) descreve que para o consumidor final, as exigências quanto a certas características do produto, seja ela de controle sanitário ou ambientais, ou seja, todo produto comercializado tem que estar identificado. Não basta apenas o produto estar devidamente identificado, seja eletronicamente ou pelos métodos convencionais, ele tem que estar certificado. A certificação é o método imposto ao criador, para que o animal detenha um documento por estar apto a normas ou métodos de rastreabilidade animal. Neste aspecto a identificação eletrônica dos animais se torna uma poderosa ferramenta ao interligar os elos da cadeia produtiva: produção, industrialização e comercialização da carne.

Hoje, os sistemas eletrônicos de identificação, que permitem o processo de rastreabilidade, dependem das características do *transponder* (SPAHR & SURBER, 1992), construído com um circuito integrado ou com um determinado microchip, inserido no animal a ser identificado. Identifica-se o animal por meio de um circuito eletrônico miniaturizado que fornece uma identidade eletrônica. Procede-se à identificação pela leitura de um LPS ou de uma antena portátil, ou até por GPS, sendo o sinal associado a um dispositivo compatível (WADE & MAYHALL, 1994).

ERADUS & ROSSING (1994), discutiram a importância da identificação eletrônica em animais pelo acompanhamento das informações do nascimento ao abate. O uso dessa tecnologia permitiu levantar o histórico dos animais impedindo a disseminação de doenças e o acompanhamento de drogas residuárias nas carcaças, levadas aos frigoríficos. A identificação eletrônica representa o primeiro passo para um sistema de certificação com base na rastreabilidade de informações.

A identificação segura dos animais é a base para a maior parte das funções do sistema de manejo que resultam em progressos zootécnicos, controle e economia da produção (LOPES, 1997). Inúmeras técnicas de identificação animal vêm sendo adotadas pelos produtores, os métodos tradicionais não são confiáveis porque freqüentemente ocasionam

perda de informações com grande prejuízo financeiro. Com a identificação eletrônica elimina-se essa preocupação devido a total segurança nas informações (PACHECO,1995).

Os suínos são identificados normalmente por cortes na orelha ou brinco e/ou tatuagens os quais são conhecidos por sistemas tradicionais. Porém, um importante esforço de pesquisa foi dirigido para identificação eletrônica, a qual permitirá coleção de dados de qualidade em produção de suíno por telemetria. As carcaças são identificadas após o abate, e a carne também pode ser rastreada depois no processo (MADEC, 2001).

De acordo com DISNEY (2001), a identificação individual de animais é uma consideração importante para muitos países para melhorar sistemas de rastreamento animal. A análise apresentada pelos autores fornece um conceito da relação benefício-custo para avaliar a utilidade econômica de sistemas de identificação de animais melhorados, projetada para reduzir as conseqüências de doenças de animais estrangeiros. Para gado em situações semelhante àqueles encontrados nos EUA, os resultados mostram que as melhoras nos níveis de identificação animal pode prover benefícios econômicos suficientes, em termos das conseqüências reduzidas de doenças, para justificar as melhorias. Em indústrias integradas, nas quais os animais possuem um único dono em sistema fechado do nascimento ao abate, pode não requerer identificação animal individual a fim de rastreamento. Porém, benefícios adicionais, não quantificados nesta análise, poderiam contribuir em favoráveis taxas de custo-benefício para melhoria da identificação em certos setores da indústria de suínos.

A legislação da União Européia (EU) requer identificação e inscrição de bovino, ovino, caprino e suínos. Para o comércio interno os animais bovinos devem ser acompanhados por um passaporte e certificado de saúde, e identificado por uma etiqueta em cada orelha. Os princípios de identificação ativa de bovinos (por meio de etiquetas de orelha) e de ovinos, caprinos e suínos (por etiquetas de orelha ou tatuagens) são harmonizados dentro da "EU", porém a principal identificação ativa que usa dispositivos eletrônicos não é regulada pela legislação da "EU", mas a pesquisa em gado está sujeita a isso (AMMENDRUP, 2001).

Qualquer método de identificação deve atender um mínimo de requisitos: ser única, o número deve ser encontrado apenas uma vez no rebanho; permanente, sem correr riscos de perda; insubstituível, do nascimento ou aquisição do animal ao abate; e positiva, sem gerar dúvidas.

Grande segmento do uso de identificação eletrônica de animais utiliza rádio-frequência. São utilizados os *transponders*, também conhecidos como *microchip*, *tags*, *transponders*, etc. LAUDON (1999) descreve que o computador atual possui uma CPU (*central processing unit*), armazenamento principal, dispositivos de entrada, dispositivos de saída, armazenamento secundário e dispositivos de comunicação.

O computador representa dados transformando símbolos, figuras ou palavras em dígitos binários. Onde o binário pode representar dois estados ou condições, ligado ou desligado, por exemplo, dependendo da ausência ou presença de sinais eletrônicos ou magnéticos. Assim, o dígito binário é chamado de bit, que pode ser “um” ou “zero”, onde qualquer número no sistema binário pode ser representado em decimal ou vice-versa. Grande parte dos conceitos que são utilizados nos computadores podem ser mencionados nos *transponders*.

Existem vários tipos de identificação eletrônica no mercado. Um deles é a utilização de um brinco eletrônico incorporado a um *transponder*, desenvolvido para auxiliar na identificação de animais (CLARK, 1996). Diferente dos métodos magnéticos ou código de barras, esses brincos não exigem nenhuma linha direta da visão entre o brinco e a leitora e podem ser lidos através de um *display* digital até uma distância de um metro. A principal desvantagem desse método tem sido o custo dos brincos e dos equipamentos de leitura, provavelmente o maior obstáculo ao uso disseminado de brincos eletrônicos em unidades comerciais.

As formas de identificação, como os brincos (que já são utilizados como forma de identificar animais) e os *transponders*, assim como os registros deles, têm que ser simples e prático, com um custo efetivo, baseado em padrões internacionais e controle de qualidade para todos os níveis. Além disso, a identificação eletrônica de animais é utilizada também como ferramenta de pesquisa, auxiliando na coleta de dados que podem ser até fisiológicos. STÄRK et al. (1998) compararam o sistema de identificação eletrônica com o método visual utilizando brincos. O *transponder* foi colocado em um brinco em uma das orelhas e na outra orelha, outro brinco tradicional. As medições feitas pelo sistema tradicional de brincos eram visuais, enquanto que no de rádio-frequência foi utilizado uma antena, que, segundo o fabricante, tinha alcance de 40 a 50 cm. Concluíram que ambos possuem problemas técnicos, mas a identificação eletrônica se sobressaiu, pelo fato de permitir a automação da produção e a

coleta de dados dos animais facilitando assim no gerenciamento da fazenda, desde o nascimento do animal até o abate passando pela prevenção de doenças.

Um outro método de identificação animal utiliza um *microchip* dentro de um *transponder*, que possui informações gravadas em um tipo de memória chamada EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory*), que pode ou não ser regravada. O *transponder* pode ter encapsulamento de vidro biocompatível (próprio para implantação no animal) ou de plástico, que permite a fixação a um brinco, unindo as vantagens da identificação eletrônica às da identificação visual. As informações contidas no *transponder* podem ser lidas através de um dispositivo leitor, fixo ou portátil, dotado de um *display* de cristal líquido e/ou ligado a um computador. A grande vantagem desse sistema é que, por não precisar de fonte de alimentação, possui dimensões pequenas e pode ser implantado dentro do animal. A transmissão das informações se dá via rádio frequência, de modo que o *transponder* não necessita de uma linha direta de visão com o leitor, podendo estar coberto de sujeira, no caso de brincos, ou implantado sob a pele do animal.

KETTLEWELL et al. (1997) utilizaram a rádio-telemetria para monitorar à distância batimentos cardíacos e a temperatura corporal em aves domésticas, sendo que foi implantado nos animais, por meio de uma cirurgia simples, um sensor para a medição dos batimentos cardíacos do animal afixando um eletrodo no músculo peitoral, e outro sensor foi utilizado para a coleta da temperatura, implantado sob a pele. Esses animais foram colocados em diferentes condições de estresse, e os dados coletados dos animais foram cruzados com os dados do ambiente.

Também, LACEY et al. (1999) utilizaram um sistema de telemetria para monitorar a temperatura do corpo de aves domésticas, sendo implantado com cirurgia simples um *transponder* ativo (que possui bateria) para efetuar a medição da temperatura das aves, e concluíram que o sistema de telemetria apresentou uma boa performance. BROWN-BRANDL et al. (2001) também utilizaram a telemetria para obter dados fisiológicos em frangos comparando com as medições feitas tradicionalmente com termômetros. Utilizaram o equipamento da HTI technologies para a medição da temperatura interna nos frangos, usando um transmissor cilíndrico com dimensões de 2,5 a 2,8 cm de comprimento e 1,2 a 1,5 cm de diâmetro, os quais foram ingeridos com a ajuda de óleo mineral, parando na moela depois de

cerca de 4 a 6 horas. E dependendo do estado do transmissor, ele era utilizado novamente após o sacrifício do animal, sendo usado por cerca de 5 a 7 dias.

Também neste experimento foram testados diversos formatos de antena: curva, bloco, achatada e tipo "L". Verificou-se o melhor desempenho na antena de formato "L". As temperaturas foram medidas simultaneamente com o termômetro comum e com o sistema de telemetria, simultaneamente, e concluiu-se que não houve diferenças significativas entre as medidas. Outros experimentos foram realizados utilizando a biotelemetria, para se obter variáveis fisiológicas de animais.

Existem muitos requisitos para a implantação dos *transponders* nos animais. Esse local tem que propiciar uma leitura fácil do microchip, mesmo que seja no campo com um leitor portátil. Também não pode ocasionar a quebra mecânica ou perdas, o estresse tem que ser o mínimo possível para o animal, não devendo haver migração do *transponder* do local implantado. Um outro ponto que deve ser analisado, é a otimização do local do implante para a retirada do *transponder* na hora do abate do animal, sem causar danos ao músculo ou a carne (ARTMAN,1999).

CAJA et al. (1999) sugeriram que em carneiros adultos os *transponders* fossem aplicados nas axilas ou também na base da orelha, locais de menor migração, de boa leitura e facilidade na implantação. Neste experimento foram utilizadas vinte e seis ovelhas adultas de 3 a 6 anos que receberam os *transponders* em seis locais do corpo, sendo a base da orelha, pescoço, axila, peito (na região do esterno), região inguinal e na lateral esquerda da base do rabo. Foram executadas séries de radiografias a fim de verificar a migração dos *transponders* nos animais, após 15, 45, 90 e 180 dias do implante. Não houve nenhuma alteração no comportamento do animal, reação química, e na rastreabilidade do *transponder*.

O local de implante de *transponders* em animais foi testado no Brasil, por diferentes pesquisadores (PEREIRA et al. 2001; PANDORFI et al. 2002; ROMA JÚNIOR et al. 2002; SILVA et al. 2002 (A e B), Com relação ao implante dos *transponders* em suínos, LAMBOY & MEAKS (1989) conduziram um experimento em que implantaram *transponders* ao lado da parte de trás da orelha em 11 leitões. Posteriormente, na linha do abate, foram encontrados três dos *transponders* nos locais originais de injeção, outros quatro foram localizados na mandíbula e alguns foram encontrados até mesmo próximo da coluna espinhal.

PEREIRA et al. (2001), analisando-se o melhor local de implante do *microchip* em aves, matrizes pesadas, concluíram que apesar de ter ocorrido a migração, o melhor local para o implante está entre o pé e a coxa do animal. ROMA JÚNIOR et al. (2002) avaliaram diferentes locais de inserção do microchip no organismo de frangos de corte, verificaram que os melhores locais para a aplicação onde ocorreu menor migração foram a crista, o pescoço e pata, porém, os locais onde ocorreram maior migração foram na coxa e no peito.

Em 2002, PANDORFI et al., estudaram os locais mais indicados para o implante dos *transponders* em suínos e demonstraram que na região da cartilagem da base da orelha houve maior facilidade de aplicação, ótima aceitabilidade pelo animal, além de se mostrar dentro dos limites aceitáveis de movimentação no corpo do animal. A mesma conclusão chegaram SILVAb et al. (2002), testando os diferentes locais de implante em suínos constataram que o melhor local foi na base da orelha, evitando perdas e desgastes ocasionados pelas atividades dos suínos.

GEERS et al. (1997) propuseram que animais fossem identificados e que a temperatura corporal fosse obtida utilizando-se *transponders* durante o transporte. Esses dados seriam enviados a uma central por um telefone celular que a partir de um computador que estaria no caminhão transportador e, trabalhando em conjunto com um GPS (Global Position Systems), também obteria toda a trajetória percorrida (por exemplo, da fazenda ao frigorífico).

As vantagens do sistema de identificação eletrônica por rádio-frequência são diversas, pois pode-se armazenar num mesmo equipamento diversas informações do animal e da fazenda. O número de identificação que está no *microchip* é durável (porém frágil), não necessitando de qualquer meio físico para a transmissão dos seus dados podendo assim serem colocado e rastreado em lugares adversos. Saindo da esfera animal, o *transponder* pode ter aplicação universal, sendo utilizado no processamento e logística (ARTMAN, 1999). O sistema de identificação eletrônica por rádio-frequência (“RFID”) é formado pelo *transponder*, um leitor e um *software*. O *transponder* é um circuito ressonante constituído por uma antena, um capacitor e um *microchip* (ERADUS, 1999). Existem modelos que além de possuir o circuito citado anteriormente, são providos também de baterias estes são chamados de *transponders* ativos. Os *transponders* que são ativados sem o auxílio de baterias são chamados de passivos.

Existem também os *transponders* que são utilizados para medição da temperatura corporal ou batimentos cardíacos dos animais, onde são implantados no animal com uma cirurgia simples (KETTLEWELL, 1997). O aparelho que irá ler o número dos *transponders* pode ser um leitor portátil comumente chamado de *hand held* que fornece o número do *transponder* em uma tela de cristal líquido. Uma outra forma de rastrear um *transponder* é por uma antena transmissora e/ou receptora, que freqüentemente possui alcance muito curto e ligada a um *software*, utilizando-se uma interface, para o armazenamento e a análise dos dados. Para uma boa leitura dos *transponders* é essencial a orientação do transponder no animal e a redução de interferências externas provenientes de ondas eletromagnéticas de outros aparelhos e até mesmo do material usado ao redor onde o equipamento está sendo utilizado, (ARTMAN, 1999). Segundo SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. (1999), interferências vindas de ondas eletromagnéticas externas e do material em torno do sistema causou erros de até 2,4% em um sistema de "RFID".

Dispositivos eletrônicos de identificação animal (internos e externos) foram comparados com etiquetas de orelha em uma série de tentativas, em suínos por STÄRK, (1998). Concluindo que a taxa de perda antes do abate para os diferentes sistemas de identificação foram: etiqueta eletrônica na orelha = 0%, etiqueta visual na orelha = 1,7%, implante A = 19,4%, implante B = 0%. No abate, 23,4% das etiquetas eletrônicas externas de identificação foram perdidas ou estavam danificadas. Permanecendo problemas técnicos relacionados ao uso prático de dispositivos eletrônicos de identificação, estes terão que ser removidos antes que seu valor esteja embutido dentro da indústria de suínos.

CAJA (2001), testou vários locais para o implante do *microchip*, concluindo que o local de maior facilidade de implante do *microchip* foi na base da orelha, região occipital e lateral tendo também cicatrização mais rápida e menores perdas. McKEAN (2001), testou com o *transponder* da AVID várias posições de implante no suíno, o qual observou uma fácil aplicação na base do pé.

### 3.2.1. Normas para utilização dos *transponders*

Para superar o problema que sistemas não eram intercambiáveis, um grupo de trabalho da organização internacional de normas (ISO: TC23:SC19:WG3) definiu um padrão

na estrutura de código no *transponder* e na tecnologia para a comunicação entre o leitor e o *transponder*. Na estrutura de código padrão ISO 11784, os 64 bits de código são divididos em três partes: 16 bits para propósitos especiais dos quais dois já foram nomeados e 14 foram reservados para necessidades futuras; 10 bits contêm uma referência para o país emissor ou o fabricante que programou o *transponder*; e 38 bits de código contendo um número de série. A combinação do código do país e fabricante e número serial (bits 17 – 64) forma um número específico de identificação mundial do animal. Esse número pode ser usado para recobrar informação sobre um animal individual. Uma condição prévia é a existência de um sistema de logística que começa com um banco de dados em país ou nível de fabricante, que redireciona pesquisas para informação de banco de dados em um mais baixos níveis onde a informação atual pode ser encontrada. Para alguns países tal sistema pode não ser atingível em um futuro próximo.

ERADUS et al. (1999) conduziram um trabalho juntamente com um grupo técnico da ISO: TC23:SC19:WG3 para a definição de um padrão para *transponders* avançados. Esse padrão foi uma continuação lógica da existente Organização Internacional de Padronização (IOS) 1996<sup>a</sup>, 11784 e 1996<sup>b</sup>, ISO 11785, um padrão Internacional de Identificação de Frequência de Rádio de Animais (RFID).

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. (1999) validaram um sistema de identificação por rádio frequência para monitoramento dos modos de alimentação do gado nas baias. O sistema foi validado por três métodos: (1) comparando a duração e frequência de visitas de alimentação registradas pelo sistema de RF contra aqueles calculados dos vídeos de dados de vigilância; (2) comparando os dados de frequência das baias por dois *transponders* RF separados conduzidos por um único animal; e (3) documentando a relação entre atendimento na baia e o atual tempo de alimentação. Quando um considerou a habilidade do sistema de RF para monitorar a presença ou ausência de um animal, o erro diário total do sistema de RF foi de 6% quando comparado com os dados do vídeo. Incidência de erros devido a interferência de RF e falsas leituras da antena foram de 2,4 e 3,6 %, respectivamente. O sistema de RF foi concluído para ser uma ferramenta altamente efetiva por documentar a frequência na baia. A duração de alimentação documentadas por animais que suportam dois *transponders* foram altamente correlacionadas e obtiveram a média de  $88,4 \pm 1,5$  e  $84,5 \pm 1,5$  min dia<sup>-1</sup> ( $R^2=0,96$ ). Frequência de visitas na baia foram também altamente relacionadas ( $R^2=0,96$ ).

Aproximadamente 84% de tempo de frequência na baía foi consumido pela alimentação; 16% foram gastos por atividades não alimentares. Na média, o gado fez  $29 \pm 11.8$  visitas/dia, com 55,8% de visitas associados a atividades alimentares e 44,2% a atividades não alimentares. Estas observações sugerem que duração de frequência pode ser um melhor indicador de uma entrada de alimentação de um animal do que a frequência de ir à baía. Estudos futuros com GrowSafe<sup>1</sup> ou outros sistemas de RF que não registram automaticamente entrada de alimentos devem incorporar um fator de correção para relacionar frequência com o tempo de alimentação. Foram identificados fatores que poderiam introduzir erros com o sistema GrowSafe. Estes incluem tipo de piso, material de metal (conectado em uma configuração de laço), particularmente quando associado com a área de baias alimento.

### 3.2.2. Rastreabilidade, Identificação animal e Certificação

Rastreabilidade, como foi visto, é o meio de se obter informações de um produto, desde o nascimento (se for um animal) até o produto final. Mas a rastreabilidade, para ser válida, depende de outros métodos. Esses métodos são a identificação e a certificação. Primeiramente, tem que haver normas pré-estabelecidas para a rastreabilidade do animal. O animal será identificado individualmente ou por lotes? No caso dos bovinos e dos bubalinos, essa identificação tem que ser individual, tanto no Brasil como no mundo, onde o animal carregará essa identificação até a sua morte (abate, sacrifício ou morte acidental).

No caso de frangos, a rastreabilidade está sendo feita em lotes, devido à dificuldade de se identificar cada animal pelos métodos mais baratos, ou também pelo alto custo que o sistema de identificação eletrônica proporciona. Também porque há uniformidade no tratamento do lote.

Definida como será a identificação (individual ou lote), terá que ser um meio seguro, confiável e único, para a identificação do animal. É por meio da identificação que se saberá distinguir os animais, ou a qual lote pertence, a sua propriedade, origem, gênero e o nascimento. Então começam a ser delineadas as primeiras informações e posteriormente os “passos” que a carne dará até o “prato” do consumidor.

---

<sup>1</sup> Sistema de alimentação individualizada

Para isso os métodos de identificação tradicionais, que são as tatuagens, marcas a ferro quente e os brincos (para os bovinos) e os mais recentes, como a identificação eletrônica por rádio-frequência, são utilizados mantendo sempre a relação de funcionalidade do sistema adotado, obedecendo às normas do sistema de rastreabilidade, observando também a questão da perda dessa identificação e o custo para o produtor.

Para se fazer a coleta dos dados da produção animal tem que haver um agente responsável por isso, e este irá emitir um documento atestando que o sistema de identificação, adotado pelo produtor, se está de acordo com os métodos permitidos por lei. Muitos defendem que esse agente, que irá certificar a fazenda e a criação, poderia ser o mesmo que identificaria os animais (FRANCO, 2002). O governo brasileiro (tendo como exemplo o SISBOV) optou por esta tarefa, deixando para as certificadoras a implantação e registro dos dados, fazendo o contato direto com o governo. Porém, SILVA et al. (2002a), condenaram tais atividades relatando que pelos métodos tradicionais de qualidade, quem implanta um sistema não pode auditar e certificar a si próprio.

A identificação do animal, como visto até aqui, pode ser realizada de diferentes maneiras, sofisticadas ou tradicionais (menor custo), mas ainda assim o animal não estará rastreado. Esta questão é muito comum depois que começou a se falar dos *transponders*. Artigos em jornais e revistas que tratavam do assunto comentavam da possibilidade do monitoramento via satélite, e que esses *transponders* poderiam ser implantados, seja na rastreabilidade de seres humanos ou de qualquer outro objeto.

Com a identificação, seja ela tradicional ou não, acontece a mesma coisa. O animal não estará incluído em um cadastro com seus referentes dados, portanto não existindo, seja para um sistema de rastreabilidade ou para o consumidor final, apenas fazendo parte de uma fazenda ou criatório. Como estamos falando em um mundo globalizado e informatizado, dados que estão contidos em uma fazenda não interessam, se não forem compartilhados. Esse exemplo comprova que a identificação correta do animal é o primeiro passo para se obter a rastreabilidade do mesmo.

A certificação segundo o MAPA se encarregará de coletar os dados, validar, armazenar e fazer a integração entre o produtor e o órgão central que irá comandar a rastreabilidade no país ou no estado, e também será a responsável pela veracidade dos dados registrados com o produtor. É a certificação que documenta desde a identificação de cada

animal, passando pelo modo como o animal é criado até o seu abate. O órgão que comandará o programa de rastreabilidade pode variar de acordo com as leis do país que a decretou.

As leis determinarão como serão feitas as identificações dos animais, que tipo de animal fará parte do sistema, quem irá fazer o registro dos dados com o produtor (a iniciativa privada ou um órgão governamental), quais serão os dados necessários para entrar no sistema, a fiscalização e o arquivo disso tudo. Conclui-se que a rastreabilidade de um animal não se limita apenas, a ter uma lei no país, ou identificar o animal, mas sim a uma complexa organização que compromete desde o produtor, passando pela correta identificação do animal, comprovando e documentando os dados até chegar no topo do sistema que comandará tudo, podendo assim, em caso de problemas sanitários, ou outro qualquer, conseguir detectar a origem da ocorrência, possibilitando uma correção no sistema.

### 3.2.3. Comparação entre os sistemas de identificação

Dentre as linhas de pesquisa, que vêm sendo desenvolvidas, a comparação entre os sistemas de identificação torna-se imprescindível para fornecer possibilidades de escolha entre os diferentes métodos, disponíveis ao produtor, no sentido de se obter qual é o mais vantajoso para a situação em particular.

Nesse sentido, FERREIRA & MEIRELLES (2002), avaliaram 4 métodos de identificação em bovinos: brincos numerados, tatuagem na face interna do pavilhão auricular, marca com ferro incandescente e implante de *transponder* intra- ruminal. Os métodos foram analisados em relação à facilidade de implantação, taxa de perda ou quebra após seis meses, taxa de ocorrência de alterações clínicas e taxa de recuperação dos artefatos instalados nos bovinos. Quando foram observadas as variáveis taxa de perda ou quebra após seis meses, taxa de ocorrência de alterações clínicas e taxa de recuperação dos artefatos instalados nos bovinos, não houve resultados relevantes, apenas a ocorrência de miíase na orelha de um animal. A taxa de perda foi de 2,38% para as tatuagens e 1,19% para os brincos. No que diz respeito à facilidade e rapidez da leitura comparando-se os resultados encontrados, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos quando analisados pelo teste de Duncan ( $p < 0,0001$ ). Foi constatado que o brinco e a tatuagem são dispositivos de aplicação mais rápida, apesar do serviço ter sido executado no tronco, com contenção dos animais, esse procedimento não

precisou ser tão rigoroso como para os demais métodos, entretanto necessitou de uma agilidade maior da equipe.

Ao analisar a taxa de erro na transcrição da leitura, constatou-se que o bolus intraruminal, os brincos e a marca a ferro incandescente não apresentaram erro de leitura e a tatuagem apresentou dificuldade de leitura em 2,38% dos animais. Ante ao reaproveitamento dos artefatos utilizados, constatou-se que tanto para marca a ferro incandescente como para tatuagem, não há possibilidade de reaproveitá-las por serem um tipo de identificação fixa, os brincos também não podem ser reaproveitados pois são inutilizados no momento da remoção, o bolus intra-ruminal tem a possibilidade de reaproveitamento, mas o governo federal até o final do ano de 2001 não havia expedido nenhuma normativa regulamentando o assunto. Dessa forma, chegou-se à conclusão que a escolha dos métodos a serem utilizados irá depender da necessidade de cada propriedade.

Dentro do sistema de identificação eletrônica convém comparar também, formas de aplicação e implementação para que o produtor decida qual opção usar em sua propriedade.

Com esta finalidade STÄRK et al. (1998) comparou as identificações eletrônicas, (IDE) interna (*transponder* injetável) e externa (integrado com o brinco auricular) à identificação visual (brincos) numa série de testes em suínos. Foram analisadas as taxas de perdas, a migração dos *transponders*, sinais de infecção no local da aplicação e falha de leitura. A taxa de perda foi de 1,6% para a IDE externa e 3,7% para brincos. Sendo que a falha na leitura foi de 0,4% para IDE externa. Depois da aplicação dos *transponders*, houve uma migração menor que 1cm.

Com o objetivo de analisar o tipo mais adequado de *transponder* a ser utilizado na identificação do animal, STÄRK et al. (1998) comparou dois tipos de *transponders* (tipo A: 23 mm; tipo B:11,5 mm), dentro deste experimento. Um total de 3,3% dos leitões apresentaram sinais de infecção no local de implante (todos usando o tipo A).

Para obter sucesso no uso da identificação eletrônica é necessário tomar certos cuidados. De acordo com LAMMERS et al. (1995) o implante deve ser feito logo após o desmame, pois em leitões com menos de quatro semanas o implante é considerado muito difícil. O uso de aplicadores menores é mais vantajoso, porém gasta-se um tempo maior, segundo JANSSENS et al. (1996) e o risco de inflamação após o implante pode ser acima de 40% na primeira semana após do implante. O tamanho do *transponder*, o tipo do aplicador e

sua desinfecção entre as aplicações, normalmente influenciam no processo de cicatrização. Há a necessidade de implantes cada vez menores para prevenir as perdas e ainda manter a distância de leitura suficiente (menor que 30 cm). A origem deve ser rigorosamente verificada pela agroindústria para alcançar uma performance equivalente aos brincos convencionais. Apesar disso, os sistemas de identificação eletrônica têm um grande potencial para o processo de automação e particularmente no gerenciamento de dados na propriedade, no matadouro e em situações emergenciais como epidemias. Para BALDWIN et al. (1979), GEERS et al. (1997) e SAATKAMP et al., (1996), o implante de *transponders* pode ser usado também para monitorar variáveis como a temperatura corporal pela telemetria.

Um outro detalhe a ser levado em conta no êxito da implantação do sistema eletrônico é o tipo de material do *transponder*, para evitar perdas e rejeições. Diante disso, JANSSENS et al. (1996) realizou um estudo com identificação eletrônica de diferentes materiais (três polímeros e duas combinações de metal e cerâmica-vidro) com dimensões de 40mm x 5mm. Após 6 semanas a cura do local de implante foi completa, enquanto que a reação do tecido no local de implante começou a ocorrer na primeira semana, atingindo altos níveis entre a sexta e a nona semana. Aproximadamente 10% dos suínos mostraram inchamento do tecido ao redor do local de implante. A gravidade da reação do tecido antes da morte, influenciou na taxa de recuperação do implante. Cortes histológicos de suínos no abate mostraram sinais de inflamação na maioria dos animais em reação à associação dos efeitos de implante, duração de implante e peso do animal. A recuperação completa dos implantes foi de 90%. Deste modo a inflamação e a recuperação devem ser atribuídas ao procedimento de aplicação do implante.

#### 3.2.4. Avaliação econômica do uso da identificação eletrônica e da rastreabilidade

Para que um sistema de rastreabilidade seja implantado, não basta que apresente apenas vantagens funcionais e de confiabilidade, mas também apresente um alto custo-benefício, para a obtenção de bons lucros por parte do produtor. Em Mato Grosso do Sul há frigoríficos garantindo a compra de animais rastreados por um preço diferenciado. O boi jovem, de 17 a 18 arrobas, castrado e rastreado, receberá do frigorífico um percentual acima de R\$ 2,40, que seria o custo da rastreabilidade.

De acordo com SCALCO (2000), a qualidade do produto é avaliada sob dois aspectos: objetivo e subjetivo. No primeiro, ao se tratar da indústria agroalimentar a qualidade é representada intrinsecamente no alimento, ou seja, refere-se às características nutricionais, físicas e higiênicas do produto. No segundo, é representada pela percepção humana referente às características visuais e sensoriais do produto. Segundo TOLEDO et al. (2000), a gestão da qualidade na indústria agroalimentar brasileira se encontra voltada para inspeção e controle do processo, de modo que pode evoluir para formas mais sofisticadas de gestão, onde qualidade se torna fonte de aumento da competitividade para as empresas. As alianças mercadológicas são a reunião de grupos de produtores que trabalham com frigoríficos e varejo, cujo resultado abre um canal entre o produtor rural, a indústria e os varejistas. Além de viabilizar o desenvolvimento do produto, possibilita a segurança da qualidade da carne, já que o controle é feito desde a produção até a venda (ABCZ, 1999). Essas alianças têm viabilizado um pagamento diferenciado da carne de acordo com a qualidade, podendo variar de 2 a 8% do valor normal. Para ser classificado como novilho precoce, obtendo o sobrepreço máximo, o animal deve apresentar de 16 a 22 arrobas, até três anos de idade e carne com cobertura de gordura de 1 a 10 mm de espessura de acordo com ONDEI (1999) e TOLEDO (1999). Ou seja, além da segurança alimentar é considerada também a qualidade da carne como um todo.

Por este motivo, a rastreabilidade na cadeia deixa de ser um atrativo e pode tornar-se um problema, na medida que os países importadores passam a exigir a identificação da origem da carne.

Quando se compara método de identificação animal, é importante fazer uma avaliação econômica para se obter mais critérios na hora de fazer a escolha do método a ser usado em determinada propriedade ou situação.

Diante da necessidade de controlar a Febre Suína Clássica na Bélgica de uma forma economicamente viável, SAATKAMP et al. (1996), avaliou economicamente quatro sistemas de identificação e registro (I & R) para a produção industrial de suínos, usando um modelo de simulação computacional. Estes sistemas foram: (1) o sistema de identificação tradicional, (2) o sistema 1 aprimorado, (3) o sistema baseado na identificação eletrônica, (4) um sistema similar ao 3, mas com a possibilidade de monitorar individualmente cada porco. Quatro fatores têm influenciado economicamente na decisão de implantar os (I & R): as perdas econômicas devido à epidemia de (FSC), a frequência das epidemias, o custo operacional do (I

& R) e a possibilidade de uso adicional além do uso no controle da (FSC). Foi concluído que para a Bélgica, a troca do sistema de identificação usual pelo sistema aprimorado foi justificável economicamente. Devido ao alto custo operacional, o sistema de identificação eletrônica só é economicamente viável em situações específicas, por exemplo, quando são possíveis usos múltiplos ou quando há uma frequência relativamente alta de epidemias de (FSC).

Só no primeiro semestre de 2002, a região Sul do país, responsável por cerca de 75% da produção nacional, produziu-se 182 mil toneladas a mais do que no mesmo período do ano passado. Esse aumento da produtividade na suinocultura, e consequentemente a grande oferta do produto, foi sendo exportada, mas mesmo assim o mercado nacional absorveu grande parte desse volume, tendo como consequência direta a rentabilidade da suinocultura.

Um outro agravante que ocorreu foi a alta dos preços do farelo de soja e do milho, que são um dos principais ingredientes para a ração suína. Os produtores estão buscando nos elos da cadeia, para que haja consumo de cortes especiais por preços baixos, na tentativa de desovar 70 mil toneladas estocadas em frigoríficos, e cerca de 100 mil animais prontos para o abate que estão a espera de compradores. Alguns acusam o próprio governo por ser o responsável pela crise no setor, pelo fato de incentivar a ampliação da produção e a criação desses animais principalmente na região centro-oeste do país (JUNGHANS, 2002).

Segundo MAGOSSI & SALVADOR (2002), descreve que o Brasil realmente conquistou seu espaço no comércio de carne bovina. Teorias diziam que o país prosperava neste setor em decorrência da saída da Argentina e do mal da vaca louca, mas constatou que passado essas turbulências o país continua a exportar muito desse produto. Só no primeiro semestre de 2002, o país obteve um volume 20% maior em relação ao mesmo período do ano anterior, registrando um volume de 399.150 toneladas.

Mesmo com a volta da Argentina no mercado mundial, compradores como Chile e Israel (cativos clientes da Argentina) continuam comprando carne brasileira.

### 3.3. Sistemas de automação

A obtenção da identificação ou número de código, ou número de registro atribuído ao animal, contido internamente ao *transponder*, é realizado utilizando-se um aparelho leitor, que

faz uso de algum meio de comunicação sem fios, normalmente rádio frequência (RFID – *Radio-Frequency ID*), sendo por isso dotado de uma antena transmissora e receptora, cuja função é ativar o microchip contido no *transponder* e dele obter o código de identificação como resposta a essa ativação. A utilização da técnica de identificação eletrônica em diferentes espécies animais vem sendo realizada segundo normas de diversos fabricantes. Essa técnica está sendo adotada em todo o planeta para controle e gerenciamento de rebanhos em sistemas de produção animal comercial, no controle de sistemas de produção de animais silvestres mantidos em cativeiro e para controle e o monitoramento dos animais de vida selvagem. Vários modelos podem ser vistos na Figura 2.



Figura 2 - *Transponders* de vários fabricantes encontrados no mercado

As expectativas com a utilização destes *transponders* giram em torno da grande massa de informações comportamentais que podem ser obtidas por meio de um

monitoramento digital diário auxiliado por um sistema informatizado, possibilitando assim, uma melhor análise do contexto de bem estar animal e a possibilidade de gerar novas tecnologias na área de produção animal.

O *transponder* injetável é uma peça especialmente desenhada para a identificação de animais. Produzido com vidro bio-compatível, não apresenta rejeição pelo organismo. Possui uma dimensão muito pequena (2,2 x 11,5 mm) e não causa desconforto ao animal. Um animal *identificado* ao nascimento iria carregar sua identificação digital até o abate. Dessa forma, todo o acompanhamento de seu crescimento e desenvolvimento poderia ser feito pelo seu monitoramento, realizado por aparelhos leitores ou antenas estrategicamente colocadas na propriedade.

A maioria dos sistemas de automação necessita de algum tipo de interface que lhe permita avaliar o estado atual do sistema. Essa interface geralmente consiste em sensores que medem características do sistema, tais como temperatura, intensidade luminosa, teor de determinados gases no ar, etc.

O mecanismo de funcionamento de atuadores é consideravelmente mais simples que o de sensores. Em geral, impulsos elétricos controlam quais aparelhos estarão ligados ou desligados. Em geral, a potência do impulso que sai do sistema de controle é baixa. Isso faz sentido, considerando-se que a principal função de um sistema de automação é o processamento e distribuição de informação. No entanto, freqüentemente é necessário controlar aparelhos de maior potência, devendo o sinal de saída ser amplificado, com relês ou algum dispositivo semelhante.

É grande o número de tipos de atuadores. Basicamente qualquer coisa que pode ser controlada de uma forma ou outra pode ter a função de atuador. Alguns exemplos gerais são motores (e qualquer coisa que tenha um motor), resistências elétricas, luzes, válvulas, etc.

Para que um sistema de automação cumpra sua tarefa, os sensores e atuadores devem funcionar em harmonia. Em geral, isso é feito utilizando-se um ou mais controladores para receber informação dos sensores, processar essa informação e transmiti-la aos atuadores.

Os controladores são circuitos elétricos com maior ou menor grau de sofisticação. No exemplo do termostato simples com duas lâminas de metal, o mesmo dispositivo atua como sensor e atuador, não existindo um controlador separado. Entretanto, um termostato com um grau um pouco mais elevado de sofisticação utiliza um controlador simples, que interpreta o

valor da temperatura lido pelo sensor, compara-o com valores pré-estabelecidos e liga ou desliga diversos atuadores, dependendo do valor da temperatura. Um circuito controlador geralmente está construído em torno de um microcontrolador programável, que é um pequeno computador contido dentro de um *chip*. Existem diversos tipos de microcontroladores, cada um com sua linguagem de programação e características próprias.

Um sistema de automação pode ser constituído de uma única unidade de controle. Outra possibilidade é que existam várias unidades descentralizadas interligadas de modo semelhante a computadores ligados em rede. Nesse tipo de sistema, os diversos controladores trocam mensagens entre si, seguindo um protocolo pré-estabelecido. Os padrões de funcionamento de uma rede de controladores podem ser estabelecidos de diversas formas. Um controlador pode funcionar de uma maneira quando atua sozinho e de uma maneira diferente quando ligado em rede. A rede pode servir apenas para configurar o funcionamento das unidades individuais ou pode definir cada uma das ações do controlador. Um dos controladores pode comandar os outros ou todos podem agir independentemente. A escolha mais adequada depende do tipo de sistema. Uma rede de comunicação sempre está sujeita a falhas (por exemplo, o cabo de comunicação pode ser cortado acidentalmente). Um sistema de automação bem projetado deve ser capaz de detectar e saber lidar com erros de comunicação. Os componentes do sistema devem funcionar de maneira adequada, caso ocorra interrupção nas comunicações.

Os leitores ou antenas são responsáveis pela coleta de dados contidas nos *transponders*, Figura 3. Estrategicamente espalhadas na propriedade, permitem por meio de uma conexão com *softwares* fazer a monitoração do comportamento e o controle das matrizes, pela captação da informação contida nos *transponders* e o relacionamento do evento em que a informação de identificação do animal foi coletada (no bebedouro, no ninho, entre outros).

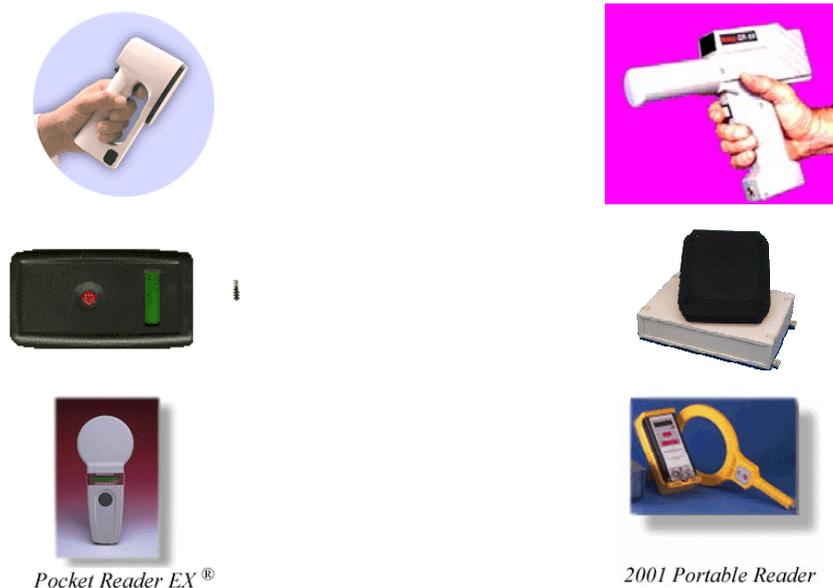
O uso de *transponders* e sistemas de informação para coleta de dados de identificação de indivíduos dentro de uma população, para identificação animal, foi descrito por CURTO et. al. (1997). Nesse trabalho foi apresentado o desenvolvimento de um sistema de identificação eletrônica para auxílio e gerenciamento de informações na área de produção animal.

Nesse sentido o *software* possibilitou a maximização da eficiência operacional, permitindo por constatações, realizar agendamentos, eventos, gerenciamento de um único

local, automação, notificação de problemas, transferência de dados e informações além de propiciar o gerenciamento de ciclos produtivos.

O sistema completo atua dentro de um segmento de *softwares* inteligentes, que relatam eventos por auto-constatações, utilizando uma topologia de rede, avaliando sua performance, gerenciando e monitorando todos os dispositivos eletrônicos, proporcionando a facilidade de automação em função das respostas comportamentais registradas.

O ambiente gráfico permite a visualização dos processos produtivos e os intervalos dentro dos ciclos de produção, por meio de uma visualização geográfica do interior dos galpões, distribuição dos dispositivos eletrônicos e suas respectivas localizações. Realiza o monitoramento de todos os animais identificados e possibilita a realização de análise de comportamento em função de seu bem-estar.



**Figura 3** - Leitores de RF/ID de diversos fabricantes

#### 3.4. Monitoramento do comportamento animal

DUSENBERY (1984) demonstrou a viabilidade de se observar simultaneamente 25 animais através do uso do microcomputador e de uma câmera de vídeo. Neste trabalho o autor descreveu a possibilidade de registro individual e simultâneo dos movimentos efetuados por 25 animais. Foi possível obter dados dos comportamentos dos animais através de um

equipamento relativamente barato que proporcionou a coleta de imagens em modo real time através do processamento de imagens.

Um trabalho desenvolvido para avaliação de ferramentas e estratégias para medida do comportamento de animais foi descrito por DONÁT (1991). Neste trabalho o autor relata a importância das novas tecnologias e ferramentas disponíveis, tais como câmeras, computadores, *softwares* e o aumento considerável da eficiência do trabalho experimental, em análises de comportamento dos animais. Outra consideração do autor foi sobre a possibilidade de um novo conjunto de respostas a serem fornecidas com o uso destas novas tecnologias, pois o estudo do comportamento pode ser medido com uma acurácia, que anteriormente não podia ser alcançada com os métodos tradicionais de observação e que é essencial para o estudo das estruturas internas do comportamento e processos de comunicação.

Trabalhos de pesquisa desenvolvidos em todo o mundo, sobre o comportamento de animais, utilizam-se de alguma tecnologia para dar suporte aos levantamentos dos dados. KORTHALS et al. (1992), apresentaram um trabalho demonstrando suas experiências com *transponders* para o monitoramento de respostas bioenergéticas. Em suas pesquisas desenvolvidas no centro americano de pesquisa da carne animal, os autores se envolveram com o monitoramento intensivo de consumo de alimentos, produção de calor e comportamento dos animais, através de equipamentos especiais como identificação individual dos animais, comedouros automáticos com pesagem, calorímetros, registro de imagens e registradores de temperatura estacionários e portáteis baseados em microprocessadores.

Sistemas de aquisição de dados flexíveis e rápidos vem aumentando dramaticamente o total de dados coletados e ao mesmo tempo em que reduzem o tempo necessário para investimento em análises. Em pesquisas realizadas por HAMRITA et al. (1998), foi investigado o uso de um sistema de biotelemetria totalmente automático para medição da temperatura interna de aves. Apesar da miniaturização dos implantes eletrônicos como brincos identificadores ou *transponders* serem costumeiramente utilizados em produção animal, o uso de equipamentos de biotelemetria para monitoramento de respostas fisiológicas ao estresse de ambiente não são comuns. Segundo o autor, artigos como o apresentado por ele são necessários para validar o uso de equipamentos de telemetria para o monitoramento de efeitos do estresse de ambiente em produção animal. Os resultados de seus estudos indicaram que

equipamentos de telemetria são adequados para o monitoramento contínuo da temperatura interna corporal das aves.

O uso da tecnologia de identificação eletrônica e análise de imagens em suínos foi estudada por vários pesquisadores nos últimos anos (XIN et al. 2002; PANDORFI, 2002).

PANDORFI (2002), utilizando leitões em abrigos escamoteadores concluiu que das ferramentas tecnológicas estudadas, o sistema que se mostrou mais eficiente, na avaliação do comportamento e bem estar animal, foi a análise de imagem, permitindo correlacionar o perfil de distribuição dos animais e captar o maior número de informações, uma vez que o uso da identificação eletrônica apresentou um erro de detecção da presença dos animais, no ambiente, em torno de 21%.

Um campo extenso a ser pesquisado e discutido é o do comportamento, como ferramenta para indicar o estado de bem-estar, em que os animais de um sistema de produção apresentam. É aparente a necessidade de determinação da categoria de evidências em um bem estar para que no futuro, técnicos, pesquisadores e produtores estejam habilitados a estar inseridos num sistema de produção animal, no qual o bem estar dos animais esteja completamente garantido.

Em seu trabalho de pesquisa DUNCAN & MENCH (1993) apresentam a proposição de que o comportamento pode ser utilizado para identificar estados reativos e em particular os estados de febre, frustração e dor em vários sistemas de produção animal. Pouco é conhecida a maneira pela qual as diferentes espécies de animais respondem distintos estados de estresse. Considerando o comportamento social, é sugestivo que a frequência e a intensidade de interações agressivas, o total de coesão social e a extensão de vícios sociais podem ser utilizados para avaliação de bem-estar.

Durante o estresse térmico, os suínos alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e a um custo menor do que os ajustes fisiológicos.

### 3.6. Ambiência em instalações para produção animal

Segundo ROLLER & STOMBAUGH (1974) e BACKSTROM & CURTIS (1981), o micro ambiente, ou seja o ambiente ao redor do suíno, inclui todas as condições e

influências externas que afetam o desenvolvimento, a resposta e o crescimento animal. ESMAY (1982) classifica os componentes ambientais em físicos, como área por animal, luz, som, pressão e equipamentos; sociais, como densidade populacional, comportamento animal e dominância; e térmicos como temperatura, umidade relativa, ventilação e radiação. No conceito de BALDWIN (1979), o ambiente animal é composto por fatores físicos tais como: temperatura, luz, tipo de piso e ventilação; sociais: presença ou ausência de outros animais, hierarquia e dominância, tamanho, composição do grupo; manejo: dieta, sistemas de desmame, tipos de arração, entre outros. Considerando que, a maioria das fases do ciclo produtivo do suíno são criadas em edificações, com maior ou menor grau de fechamento, o ambiente interno passa a ser proveniente do somatório de ocorrências ambientais em seu interior (McQUITTY & FEEDS, 1981), onde a demanda ambiental de calor será determinada, em grande parte, pela temperatura do ar, temperatura radiante das superfícies, como pisos, forros, paredes e equipamentos, taxa de renovação de ar e característica do piso (ZERT, 1969).

A melhor eficiência das instalações zootécnicas, devem ser dimensionadas adequadamente, de forma a oferecer ao suíno instalado condições ambientais bem próximas as ideais, principalmente àquelas relacionadas às temperaturas de termoneutralidade, sumarizadas na Tabela 1. Condições ideais de ambiente variam, e são diretamente relacionadas ao tipo de animal, finalidade do rebanho e sistema de manejo.

A produtividade pretendida por criadores e técnicos, através de novas técnicas de manejo, geralmente importadas sem a necessária adaptação, eventualmente pode levar o animal ao desconforto, comprometendo seu desempenho e estado de saúde. Desta forma, deve-se estar atento ao agente estressor de qualquer natureza, seja ele o clima, o agente infeccioso ou o social. Com o objetivo de diminuir os efeitos do estresse é que se busca a otimização do ambiente.

Em situações de estresse prolongado, o efeito catabólico e a gliconeogênese, estimulados pelos glicocorticosteróides, têm como consequência a perda de peso dos animais, pois os tecidos muscular e gorduroso são transformados em glicose, para fins de produção de energia. Esses estereóides inibem a síntese de ácidos graxos no fígado e reduzem a utilização de glicose no tecido gorduroso e muscular. O efeito catabólico sobre os tecidos conjuntivos e ósseo e órgãos linfáticos, resulta em balanço negativo de

nitrogênio no organismo. Assim, ao invés da formação e deposição de músculo, ou mesmo reposição de tecido, a síntese de proteínas e lipídios, dá lugar à degradação até moléculas mais simples de açúcares, resultando em inibição do crescimento. Outro efeito, que influi indiretamente sobre o crescimento, é a redução da resistência orgânica contra infecções.

As reações dos suínos às temperaturas ambientais elevadas, são resultados das dificuldades que esses animais tem de dissipar o calor produzido para a manutenção dos processos vitais, das atividades de produção e do incremento calórico da alimentação (SORENSEN, 1964). Estudos mostram, que o peso vivo de suínos, está diretamente relacionado à produção e perda de calor do animal para o ambiente. Sob estresse térmico, o suíno de 40 kg, elimina 3 W/kg de peso vivo de potencia de calor total, enquanto o suíno de 100 kg , 1,7 W/kg de peso vivo.

Tabela 1 - Zonas de termoneutralidade dos suínos

	Temperatura crítica baixa	Temperatura de termoneutralidade		Temperatura crítica alta
	TCB	Mínima	Máxima	TCA
Porcas	0 °C	12 °C	30 °C	30 °C
Leitão nascido	15 °C	30 °C	32 °C	35 °C
1 <sup>a</sup> semana	15 °C	27 °C	28 °C	35 °C
2 <sup>a</sup> semana	13 °C	25 °C	26 °C	35 °C
3 <sup>a</sup> semana	12 °C	22 °C	24 °C	35 °C
4 <sup>a</sup> semana	10 °C	21 °C	31 °C	31 °C
5 <sup>a</sup> a 6 <sup>a</sup> semana	8 °C	20 °C	22 °C	30 °C
20 - 30 kg	8 °C	18 °C	20 °C	27 °C
35 - 60 kg	5 °C	16 °C	18 °C	27 °C
60 - 100 kg	4 °C	12 °C	18 °C	27 °C

Adaptada de ESMAY (1982), HAHN (1987) , POMAR et al. (1991), e NIENABER, (1987).

Todo o dimensionamento do controle ambiental deve ser balizado pelos valores de TCA (temperatura crítica alta) e TCB (temperatura crítica baixa), ou seja, em cada fase o ambiente a que o suíno está exposto não deve ultrapassar significativamente os valores conhecidos de temperaturas máximas ou mínimas. A temperatura crítica alta (TCA) de suínos, é aquela onde o animal começa a ser exposto a estresse térmico de calor, sofre

influência da ventilação, da presença de um mecanismo aspersor e da temperatura da água ingerida.

Para este modelo de produção, e perda de calor, foi calculada a temperatura crítica para suínos com diferentes pesos vivo, verificando-se que a situação da temperatura crítica se modifica com o aumento de peso vivo (BRUCE,1979). Para animais menores, a temperatura crítica e a mínima, enquanto para suínos acima da 5ª. Semana, o crítico são os valores de temperaturas máximas.

As variações de  $\pm 5$  °C até 8 °C, sobre a média diária da temperatura do ar, não causam conseqüências adversas na ausência de correntes de ar, condições de umidade, ou radiação forte ou ganhos de calor por condução (HAHN, 1987). Por outro lado, NIENABER (1987) comenta que, a taxa de crescimento de suínos em terminação não foi afetada, quando a temperatura ambiente manteve-se na faixa de 5 a 20 °C, todavia, há uma tendência de diminuição na faixa de 20 para 5 °C, e decréscimo substancial acima de 20 °C. A ingestão diminui, quando a temperatura ambiente aumentou de 5 para 30 °C, assim como a produção de calor por unidade de peso, que por sua vez aumentou com o aumento da ingestão e peso corporal. A conversão alimentar foi melhor na faixa de temperatura de 20 e 25 °C, que esta dentro da região de conforto.

As perdas de calor, nos suínos, se dão por condução, radiação, convecção e evaporação da água de seu micro ambiente, ou sua pele. A termólise e a termogênese, que ocorrem durante a termorregulação, envolvem as trocas térmicas secas de condução, radiação, convecção, e a troca térmica úmida de evaporação. O animal aciona esses mecanismos regulatórios, de acordo com a temperatura ambiente, comparativamente à zona termoneutra. Os componentes não evaporativos constituem o calor sensível, e representam 40 % da produção total de calor animal e este mecanismo é acionado quando as temperaturas estão abaixo de sua região de conforto, sendo dissipado e aquecendo o ambiente. A perda evaporativa caracteriza o calor latente, que é dissipado pela evaporação, ocorrendo quando o suíno está submetido a temperaturas acima das de conforto (ZERT, 1969). Nas temperaturas ambientais acima de 30 °C, predominam as perdas por processos evaporativos (SORENSEN, 1964), daí a eficiência, em épocas quentes, em animais maiores, do mecanismo da pele exposta a líquidos; e abaixo de 25 °C, as de componentes não evaporativos (ESMAY,1982). A associação de temperaturas altas à umidade elevada

constitui uma situação de altos valores de entalpia, limitando os mecanismos termorreguladores, como a evaporação respiratória. Os valores críticos de entalpia, ou seja da quantidade de energia necessária para modificações das condições ambientais, segundo CIGR (1994), situam-se entre 76 e 96 kJ kg<sup>-1</sup> ar seco .

As instalações devem, na medida do possível, providenciar para que nem o calor externo, passem para dentro de seu interior, nem o calor interno se disperse no frio extremo. Para isso é necessário que haja um bom volume de ar disponível, pé direito alto e um telhado com boa refletividade térmica, assim como também uma alta inércia térmica da edificação como um todo. Entretanto, no caso de climas mais quentes, onde se apresentam problemas no verão, e necessário que seja utilizada ventilação forçada, nebulização ou até mesmo banho esporádico dos animais maiores, para tirar o suíno do estresse térmico, ou seja, aumentar sua resistência ao calor.

A temperatura crítica de resistência ao calor, é aumentada pelo acionamento do mecanismo de troca térmica da convecção devido a ventilação. Isto significa que animais em terminação ou reprodutores podem ter sua TCA aumentada em até 2 °C, quando submetidos a ventilação forçada. A pele molhada pelo mecanismo aspersor, têm um acréscimo de resistência a temperaturas altas, de até 7°C. A temperatura da água ingerida funciona como um mecanismo de refrigeração, aumentando em ate 0,5 °C a TCA. (CIGR, 1994).

A umidade parece ter pequeno efeito sobre a eficiência de crescimento dos suínos, a não ser quando associada à temperaturas acima das temperaturas críticas altas (HAZEN & MANGOLD, 1960). A habilidade do suíno para dissipar o calor corporal em ambientes com temperatura e umidade relativa elevadas, é deficiente (MOUNT, 1964). MORRISON et al. (1966), demonstraram que, a elevação da umidade relativa de 45 para 90 %, a uma temperatura ambiental de 21 °C, foi responsável pela redução em 8 % das perdas de calor. Dai a necessidade de se usar uma associação de mecanismos de perda de calor latente, como ventilação adequada; de molhar a pele, onde se aumenta a perda de calor por condução e de monitorar com freqüência a temperatura da água de bebida. Esta associação é que vai levar a um ambiente melhor e mais próximo ao ideal para os suínos nas varias fases de produção.

Sejam os fatores ambientais, os fisiológicos, ou os comportamentais, todos têm sua parte na compreensão do conforto animal. Tudo isso sugere estudos multidisciplinares para o entendimento, cada vez melhor, do bem estar animal, seja para a obtenção de melhores desempenhos ou, seja para adaptar animais a regiões com clima diferente do de origem. O efeito de um ambiente climático adequado ao animal, por si só, talvez não reflita de imediato numa melhora significativa na produção, pois há fatores como a genética, a nutrição e a sanidade do rebanho a serem considerados. A sinergia desses fatores, permite e permitirá por muito tempo, soluções interessantes e efetivas, pois não se pode isolar facilmente os fatores que atuam nesse dinamismo todo. Derrubando-se os limites que possam existir entre as áreas envolvidas, certamente as respostas serão mais completas e possibilitará novas tecnologias que tornem mais competitiva e empreendedora a suinocultura industrial brasileira.

### 3.7. Modelos matemáticos

O efeito de uma variável de ambiente ou de muitas variáveis sobre um sistema de produção pode ser medido e ajustado se os índices desejáveis forem conhecidos. A precisão com que esses índices serão alcançados está relacionada com a capacidade de interferência nos processos e com o tempo necessários que os ajustes possam ser realizados.

A maximização dos índices produtivos alcançados e a minimização de custos de produção passam pela eficiência com que o conjunto de variáveis irão se relacionar ao longo do período de produção.

Desta forma o conceito de precisão tem uma relação muito íntima com a questão da eficiência produtiva. Os valores desejáveis devem ser atingidos com o menor grau de impacto financeiro possível. Os investimentos em equipamentos com a finalidade de proporcionar o ambiente adequado, a quantidade e qualidade de alimentação fornecida, aliados ao material genético e ao manejo empregados, somente terão o retorno esperado se houver uma eficiência da intervenção necessária em determinadas fases da produção, com a precisão efetiva exigida.

Em outras palavras a precisão está relacionada com o efetivo monitoramento e ao controle das etapas de produção, pois não é possível imprimir uma melhoria num processo qualquer, se este não for conhecido em todas as suas fases.

Para que essas variáveis de ambiente existentes sejam melhor identificadas, selecionadas, calibradas e corrigidas, se faz necessária as práticas de utilização de sensores e atuadores, que têm como objetivo principal a coleta de informações inerentes ao meio ambiente em que os suínos estão inseridos e a modificação do ambiente, para que este proporcione as condições ideais envolvidas nos processos psicrométricos, permitindo assim as condições ideais de produção para os suínos.

O maior desafio está em achar um equilíbrio entre o custo operacional de um sistema termorregulador do ambiente do galpão, ou de uma monitoração mais acurada desse ambiente, de forma a poupar o sistema termorregulador do suíno, dando-lhe maior aproveitamento termodinâmico, e conseqüentemente maximizando o potencial de sua máquina térmica.

Os suínos apresentam diversos comportamentos que podem ser relacionados com o ambiente que está inserido. Desta forma, a situação identificada para um comportamento verificado deverá ser em função da condição do ambiente, permitindo uma forma de expressão matemática denominada de equação, que defina o comportamento no instante analisado, nas condições ambientais estudadas.

GODFREY (1986), apresentou um estudo relacionado aos parâmetros de modelos usados em biomedicina, onde a questão principal foi a identificação desses parâmetros. Foi discutido se os parâmetros de um modelo podem ser identificados (unicamente ou com muitas soluções) a partir de um experimento específico onde dados adequados estiverem disponíveis.

Para modelos lineares existem diversas aproximações, porém o autor considerou que somente uma das aproximações, baseada na expansão da série de Taylor das observações deste estudo é diretamente aplicável para sistemas não lineares, onde foi ilustrado pela análise de um sistema de segunda ordem com a cinética de eliminação de Michaelis-Menten.

HELBING (1994), apresentou um estudo relacionado com as alterações de comportamento dos indivíduos quando estes sofrem a influência do campo social. Nele, o autor afirma que o campo social reflete a opinião pública, normas sociais e tratadas. Ele não é dado somente por fatores externos como o ambiente, mas também pela interação dos indivíduos.

A colaboração deste estudo está baseada nas alterações de comportamento dos indivíduos em função das interações. Um modelo de comportamento foi proposto, incorporando alguns modelos de teoria social, como o modelo de difusão, a teoria de campo

de Lewin, equação de logística o modelo de gravidade e equações dinâmicas de jogos. O modelo proposto demonstra a possibilidade de sua aplicação em programas de simulação computacional.

Um estudo bastante importante foi realizado por ALTMANN & ALTMANN (1977), onde os autores demonstraram que formulas são desenvolvidas para calcular a expectativa de frequência de comportamento e de interação social em cada categoria de idade e sexo, ou outras classes, particularmente quando o estudo de população muda sua composição durante os estudos.

### 3.7.1. Técnica de análise de decisão

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é uma técnica de análise de decisão e planejamento de múltiplos critérios desenvolvida por SAATY (1980), em resposta ao planejamento de contingência militar e empresarial, tomada de decisão, alocação de recursos escassos, resolução de conflitos e a necessária participação política nos acordos negociados. Desde então, tem se mostrado ser uma metodologia variada e útil, fornecendo a cientistas de diferentes áreas, um novo meio de olhar seus antigos problemas.

A metodologia baseia-se no princípio de que, para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento das pessoas é pelo menos tão valioso, quanto os dados utilizados.

A aplicação deste processo reduz o estudo de sistemas extremamente intrincados, a uma seqüência de comparações aos pares de componentes adequadamente identificados. A teoria econômica e as demais metodologias existentes estão tão atreladas aos valores econômicos, que não têm condições de lidar com valores que não possuem implicações monetárias. O tomador de decisão, mesmo que esteja motivado pela necessidade de prever ou controlar, geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados, e quanto melhor ele entender este sistema, melhor será a sua previsão ou decisão.

O que o tomador de decisão quer é prever o futuro, mesmo num ambiente onde existe incerteza. A incerteza, é uma característica do indivíduo, que está olhando o problema, e é gerada pela qualidade e quantidade de informações obtidas. Complexidade é uma característica do problema.

O AHP é um método que se caracteriza pela capacidade de analisar um problema de tomada de decisão, por meio da construção de níveis hierárquicos, ou seja, para se ter uma visão global da relação inerente à situação, o problema é decomposto em fatores. Os fatores são decompostos em um novo nível de fatores, e assim por diante até determinado nível. Esses elementos, previamente selecionados, são organizados numa hierarquia descendente onde os objetivos finais devem estar no topo, seguidos de seus sub-objetivos, imediatamente abaixo, as forças limitadoras dos decisores, os objetivos dos decisores e por fim, os vários resultados possíveis, os cenários. Os cenários determinam as probabilidades de se atingir os objetivos, os objetivos influenciam os decisores, os decisores guiam as forças que, finalmente, causarão impacto nos objetivos finais. O AHP parte do geral para o mais particular e concreto.

Deste modo, a hierarquia pode ser construída em inúmeros níveis desejados, sendo fixado o objetivo principal no primeiro nível, a definição dos critérios no segundo nível e assim por diante. A ordenação serve para dois propósitos: fornecer uma visão global da relação complexa inerente à situação e, ajudar o tomador de decisão a avaliar se os critérios de cada nível são da mesma ordem de magnitude, assim ele pode comparar cada elemento homogêneo apuradamente. A Figura 4 mostra o fluxograma geral do AHP.

O processo permite estruturar hierarquicamente qualquer problema complexo, com múltiplos critérios; com múltiplos decisores; com múltiplos períodos. A estrutura hierárquica está exemplificada na Figura 5. É um processo flexível, que apela para a lógica e ao mesmo tempo, utiliza a intuição. O ingrediente principal que tem levado às aplicações com o AHP a terem sucesso, é o poder de incluir e medir fatores importantes, qualitativos e/ou quantitativos, sejam eles, tangíveis ou intangíveis, e a facilidade de uso. Na aplicação são considerados as diferenças e os conflitos de opiniões.

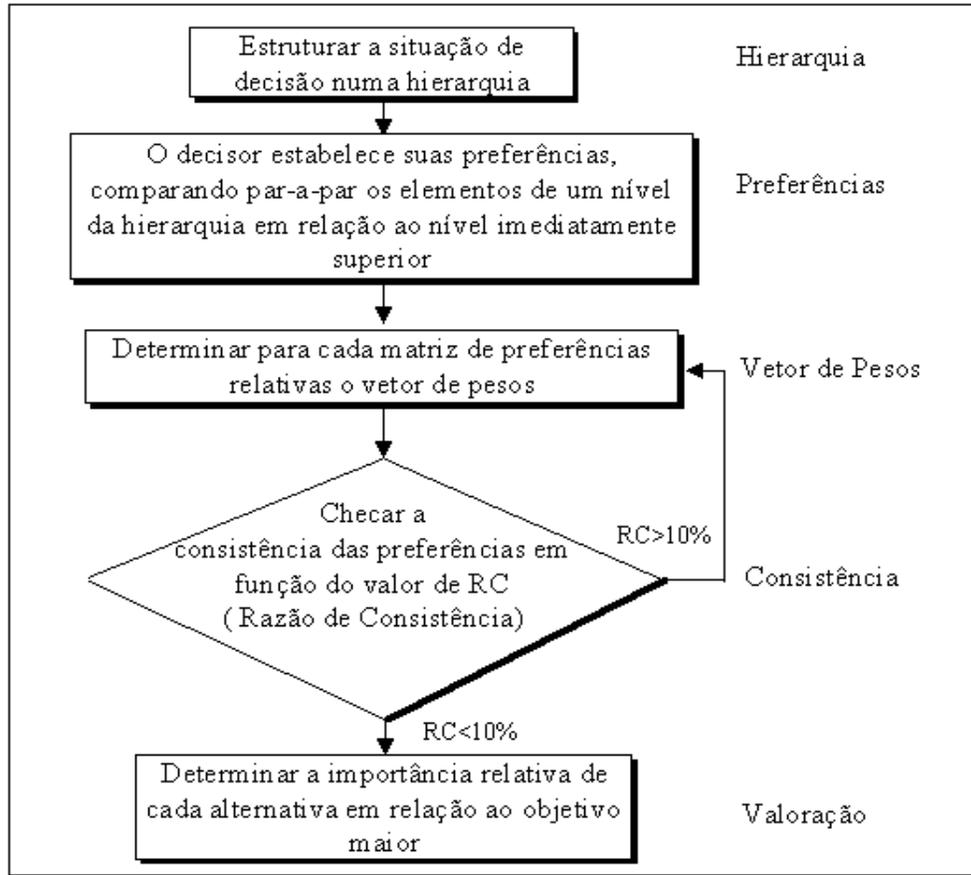


Figura 4- Fluxograma geral do AHP.

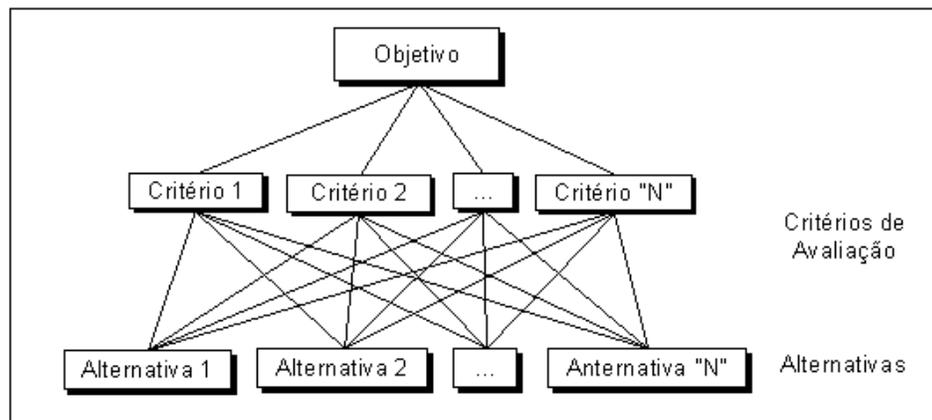


Figura 5 - Estrutura hierárquica básica.

O AHP é utilizado para obter julgamentos por consenso. Seja qual for a forma que o julgamento final for lançado, sempre haverá pessoas cujos julgamentos diferem de qualquer

resultado particular, mas quando um grupo esteve envolvido na formulação de julgamentos, terá sido criada uma síntese de interesse, decorrente de uma homogeneização de conhecimentos do problema que a metodologia propõe (SCHMIDT, 1995).

O problema da decisão está em escolher a alternativa que melhor satisfaz o conjunto total de objetivos. Além disso, torna-se necessário determinar a força com a qual os vários elementos de um certo nível, influenciam os elementos do nível mais alto seguinte, para que se possa computar as forças relativas dos impactos dos elementos sobre o nível mais baixo e sobre os objetivos gerais.

#### ✓ Vantagens do Modelo

As duas grandes vantagens que o AHP tem sobre outros métodos multicritérios, é a facilidade de uso e a habilidade de manusear com julgamentos inconsistentes. Os julgamentos das pessoas que atuam unilateralmente, raramente são consistentes.

As vantagens das hierarquias apresentadas por SAATY (1990), são basicamente as seguintes:

- A representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos, afetam a prioridade dos níveis mais baixos;
- Ajudar a todos os envolvidos no processo decisório, a entenderem o problema da mesma forma. Ao mesmo tempo, permitir visualizar os inter-relacionamentos dos fatores de nível mais baixo;
- O desenvolvimento dos sistemas naturais montados hierarquicamente, é muito mais eficiente do que os montados de forma geral;
- As hierarquias são estáveis, pois pequenas modificações têm efeitos pequenos e flexíveis. Adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho.

#### ✓ Limitações do Método

Há algumas limitações a serem levadas em conta na utilização do método:

- Uma análise cuidadosa deve ser desenvolvida para identificar e caracterizar as propriedades dos níveis da hierarquia, que afetam o desempenho do objetivo mais alto;

- Subjetividade na formulação da matriz de preferência;

- A priorização dos níveis mais altos da hierarquia deve ser feita com muito cuidado, por ser justamente aí onde o consenso se faz extremamente necessário, pois estas prioridades dirigirão o resto da hierarquia;

- Em cada nível, deve ser assegurado que os critérios representados são independentes ou, no mínimo, suficientemente diferentes;

- Os indivíduos envolvidos não devem levar idealismo demais e forte predisposição para liderança e ordem, ao unirem-se a qualquer processo de interação de grupo;

- Requer procedimento para estruturar o questionário de perguntas e preferências;

- Aumentando o número de alternativas, aumenta sensivelmente o trabalho computacional;

- A desvantagem do AHP é a quantidade de trabalho requerido aos decisores, para determinar todos os pares de comparação necessárias.

Este método é usado em aplicações de planejamento estratégico, alocação de recursos, seleção de programas, política de recursos públicos.

### 3.8. Gerenciamento computacional de informação

Hoje em dia, no Brasil, existem diferentes tipos de sistemas informatizados que controlam granjas de criação de suínos, bovinos ou aves. Todos eles manipulam informações por meio da entrada manual de dados, ou seja, dependem que alguém passe os valores via teclado para o computador. Todos eles armazenam o manejo para cada animal, e a identificação é visual, sendo a maioria deles por brincos e marcas na pele do animal.

Atualmente são poucos os sistemas para controle de suínos, geralmente em Interface para DOS e que não abrangem as necessidades específicas de um suinocultor. Entre os *softwares* encontrados no mercado estão o sistema “SUINSOFT” ([www.suinsoft.com.br](http://www.suinsoft.com.br)) em

português, que foi desenvolvido para o sistema operacional MS-DOS, e é voltado mais especificamente para o controle de produção e consumo de rações dos suínos, e o sistema “SWINECHAMP”, em inglês, que também foi desenvolvido para sistema operacional MS-DOS, e controla apenas o consumo de rações (MALUCELLI, 2000).

O *software* de gerenciamento “SOFTPIG” (LEITE et. al., 2000) começou a ser desenvolvido em julho de 1999 com a linguagem de programação Borland Delphi 5.0. Suas funções são: cadastrar animais no plantel de reprodução; acompanhar todos os dados de desempenho dos animais em todas as fases do ciclo produtivo; gerar e emitir relatórios e gráficos de desempenho individuais e coletivos; comparar a produtividade do rebanho por meio de índices técnicos de referência; controlar o fluxo de animais, medicamentos e alimentos; calcular o custo da produção; controlar a utilização dos reprodutores; elaborar calendário para atividades de rotina da granja; e controlar coberturas, partos, fornecimento de ração e sanitário.

O *software* “CONPIG” foi desenvolvido em linguagem de programação Visual Basic 5.0, com intenção de informatizar as rotinas diárias do controle de suínos, como reprodutores, acasalamentos, leitegadas, transferências entre amamentações, desmama, causa da morte dos animais, remoção de animais, engorda de leitões para venda, alimentação dos animais, controle de movimentação dos animais entre baias e controle dos medicamentos utilizados. Como auxiliares, foram desenvolvidos também os módulos de Controle dos Clientes do plantel e Controle de Venda.

O *software* “GERACABRAME” é um produto de controle produtivo (leite, gordura, proteína, lactose, células somáticas), reprodutivo (cobertura / IA, diagnóstico de gestação, parto, secagem), sanitário (tratamentos convencionais e exames ginecológicos), individual de todos os animais; controla o total da produção de leite e dos constituintes do leite, seguindo padrão estabelecido pelo Ministério da Agricultura / Embrapa Cabra de Leite; faz composição genética e sangüínea, com cálculo de grau de sangue; controle de alimentação (criação de ração a partir de alimentos com cálculo de proteína e energia); controle de estoque dos insumos; possui um módulo financeiro (folha de pagamento, contas a pagar e receber, movimentação bancária, compras de insumos); elabora relatórios completos e gráficos para análise da produção, ocorrência de doenças, fertilidade do rebanho e situação reprodutiva.

O *software* “CONGADO” encontrado na Internet (versão teste) foi desenvolvido em Delphi 5.0, e faz todo o controle de rebanhos. Possui um sistema de acesso fácil aos dados, que incluem desde cadastramento do rebanho, de bezerros na maternidade até reprodutores, e todo seu controle (como medicamentos, origem, controle sanitário e causa da morte). Elabora relatórios de análise, tanto de desempenho dos animais quanto gerenciais. Possui um manual explicativo de seu funcionamento.

Foi desenvolvido um *software* utilizando a identificação eletrônica para aves podendo controlar o comportamento das aves de acordo com as variáveis ambientais, (NAAS, 2001).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja comercial de produção de suínos (Granja Querência), localizada no município de Salto-SP, situado a 23°12'10" de Latitude Sul e a 47°17'35" de Longitude Oeste (Greenwich) e altitude média de 521 m, no centro de uma região chamada Zona de Depressão Periférica do Estado de São Paulo. Entre o Planalto Atlântico e a escarpa da Serra de Botucatu (Figura 6).



Figura 6 - Vista aérea da granja Querência.

O sistema de criação empregado na granja é o confinamento, onde todas as categorias de suínos estão alojadas em galpões, sobre o piso e sob cobertura. Esse sistema abrange todas as fases da produção e tem como produto final o suíno terminado.

No Anexo 1 serão apresentados dados do Plantel da Granja Querência (PGQ), dados de produtividade em leitões (DPL), dados do plantel (DP) e dados de maternidade (DMAT).

Para o desenvolvimento do estudo proposto o trabalho foi dividido em duas etapas:

- I. Avaliação da eficiência do uso da identificação eletrônica como mecanismo de auxílio à rastreabilidade comparada com o sistema convencional de controle;
- II. Uso da identificação eletrônica na avaliação do comportamento da preferência térmica dos suínos na fase de gestação, utilizando técnicas de modelagem matemática, em função do microclima interno da instalação.

Foram utilizados os seguintes materiais:

- ✓ 04 unidades decodificadoras, aparelho de rádio-detecção e leitura modelo LID650v2.0, incluindo 04 antenas painel (leitor fixo), medindo 40,5 cm x 40,5 cm, com transmissão sem fio.
- ✓ 01 aparelho de rádio-detecção e leitores portáteis modelo LID500 com carregador de baterias (leitor manual);
- ✓ Cápsulas transmissoras para aparelho de rádio-detecção e leitura, *transponder*, modelo ID100, (11,5 mm x 2,2 mm), pré-posicionados em agulhas individuais, pré-esterilizadas e descartáveis.
- ✓ Implantador com encaixe baioneta, trava e mola, modelo IM100
- ✓ Linguagem de programação (Visual Basic 6.0 e SQL Server 7.0 )
- ✓ Microcomputador com o *software*, para controle dos dados obtidos.
- ✓ Sensores de temperatura do tipo termopar modelo “T” com isolamento.
- ✓ 01 *Data logger* modelo 692-8010 Benchtop, 115V

#### 4.1. Metodologia aplicada para as respectivas etapas

##### 4.1.1 ETAPA I: Avaliação da eficiência do uso da identificação eletrônica como mecanismo de auxílio à rastreabilidade comparada com o sistema convencional de controle

Essa avaliação foi realizada, estudando em cada fase do ciclo de produção (gestação, maternidade, creche, crescimento e terminação), a eficiência da identificação eletrônica de animais, tais como registro das informações do plantel. Ao longo do desenvolvimento, foram

registradas as informações inerentes a cada grupo de forma a caracterizar todas as operações de manejo com os animais.

As informações registradas foram:

- a) Ganho de peso
- b) Conversão alimentar
- c) Sanidade
- d) Manejo operacional

Em função da identificação eletrônica (por meio de *transponders*), desenvolveu-se um *software* para a catalogação individual ou em grupo, dos animais, em cada fase.

Para o início do desenvolvimento desta etapa foi necessário, conhecer detalhadamente todo o processo de manejo na granja, o que possibilitou o acompanhamento das atividades por duas a três semanas, em cada fase do ciclo do suíno, inclusive na fabricação de ração e no escritório. Dessa forma, obteve-se subsídios essenciais para elaborar com maior precisão uma metodologia de rastreabilidade a partir do conhecimento de todo o processo de produção, para definir melhor as etapas.

4.1.2. ETAPA II: Uso da identificação eletrônica, na avaliação do comportamento da preferência térmica dos suínos nos diferentes ciclos de produção em função do microclima interno da instalação

Concomitantemente com o estudo anterior, foram avaliadas as interações do ambiente interno com o comportamento dos animais, na expectativa de se detectar uma relação entre a frequência de acesso ao comedouro e bebedouro e as condições do ambiente – temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de globo negro (TG) e umidade relativa (UR). Pode-se observar na Figura 7, o esquema geral de comunicação entre os animais identificados, que por intermédio de um protocolo de comunicação, enviou os dados adquiridos para um microcomputador contendo um *software* desenvolvido especialmente para este projeto.

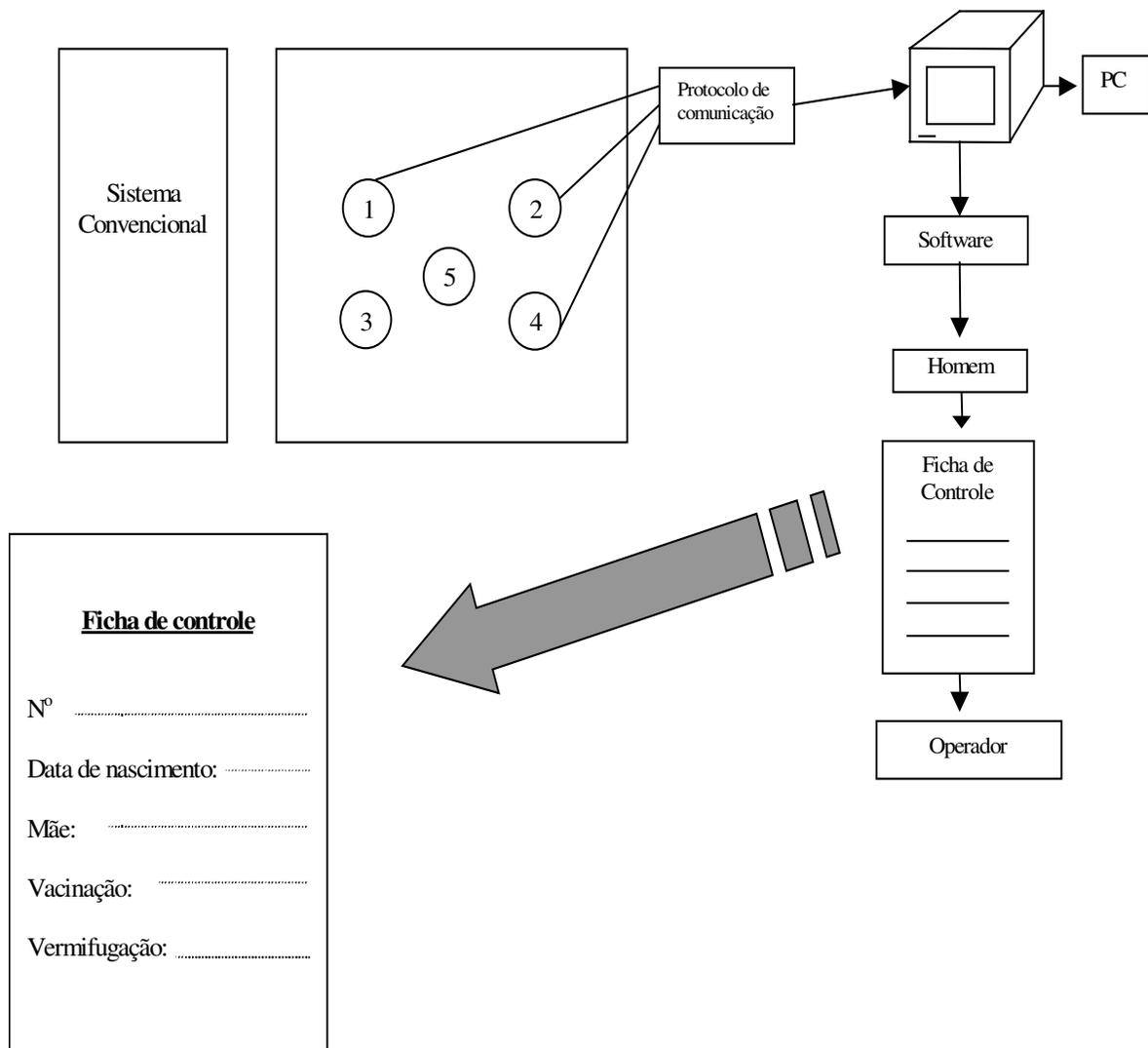


Figura 7 – Esquema geral de controle, animais identificados, da ETAPA II.

Nessa fase foram utilizadas baias de cada fase da criação, onde os animais foram identificados, por meio dos *transponders* individuais. Foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa no centro geométrico de cada baia e leitoras fixas da marca Trovan, próximas ao bebedouro e comedouro. Dessa forma, por meio de um protocolo de comunicação, pôde-se detectar a frequência de uso, em função das condições do ambiente. O esquema geral dessa etapa do experimento, pode ser conferido na Figura 8.

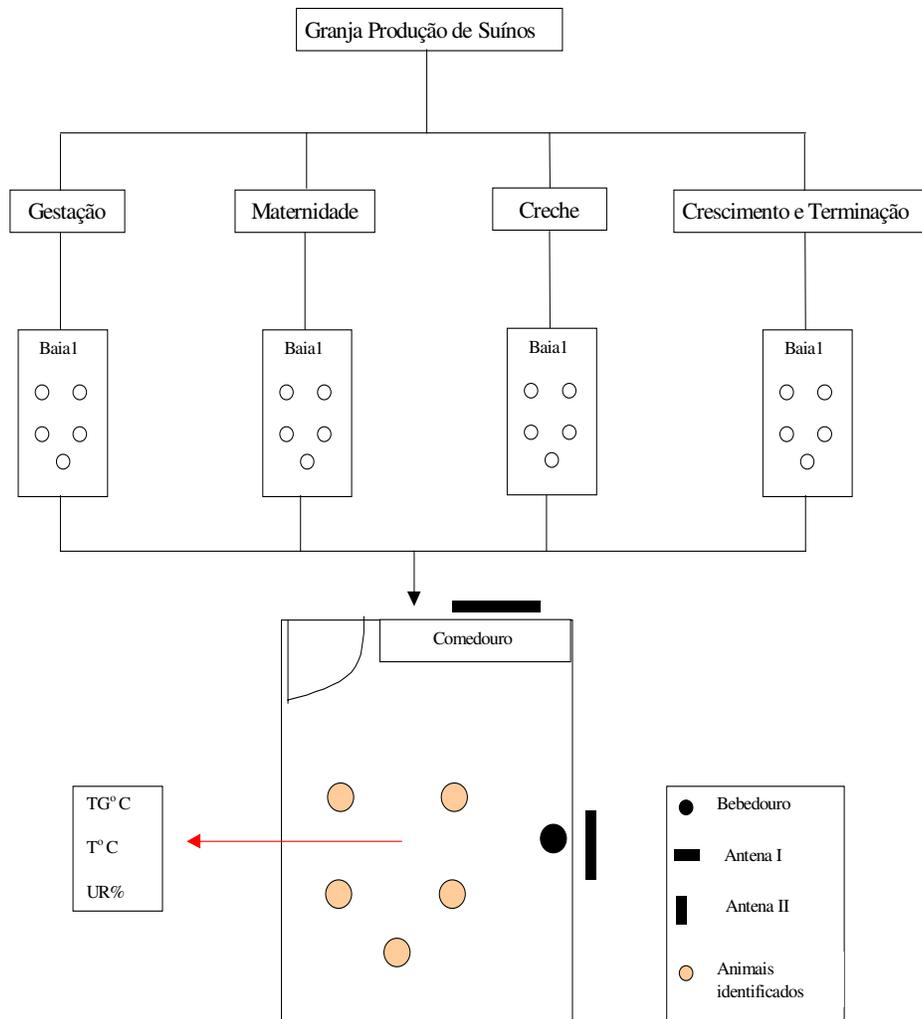


Figura 8 - Esquema geral da montagem da Etapa II da pesquisa visando a interação Comportamento da preferência térmica *versus* Ambiente.

Devido às diferentes características construtivas e de manejo de cada fase de produção dos suínos, foi realizado um estudo individualizado para cada fase de produção, antes do início do projeto, para poder adaptar a metodologia descrita acima, nas diferentes fases.

#### a) Gestação de gaiola

Na primeira fase da gestação as porcas ficam em gaiolas individuais por 40 dias após a cobertura, nas quais foram instalados os *transponders*, individualmente, em um total de 4 porcas. Os *transponders* foram colocados nas porcas em locais apropriados, as quais foram

dispostas lado a lado, de acordo com a sua localização na gaiola, assim no momento em que a porca deslocava-se para o bebedouro ou comedouro (deve-se ressaltar que nessa fase só é feito um trato por dia às sete horas da manhã) a leitora fixa efetuava a respectiva leitura do sinal do *microchip*. As grades frontais das gaiolas foram substituídas por caixa de madeira para evitar interferência entre o sinal do *microchip* e a grades de ferro.

A antena utilizada possui as dimensões de 40 x 40 cm e o seu raio de alcance permite cobrir uma distância, segundo o fabricante, de 40 cm. Para fins de coleta de dados, a instalação seguiu um padrão de modo a não interferir nos hábitos dos animais e também com a precaução de evitar danos materiais ao equipamento. Portanto, foram locadas a 40 cm acima da canaleta pela qual é conduzida a água. A Figura 9 representa de maneira esquemática os detalhes desta fase.

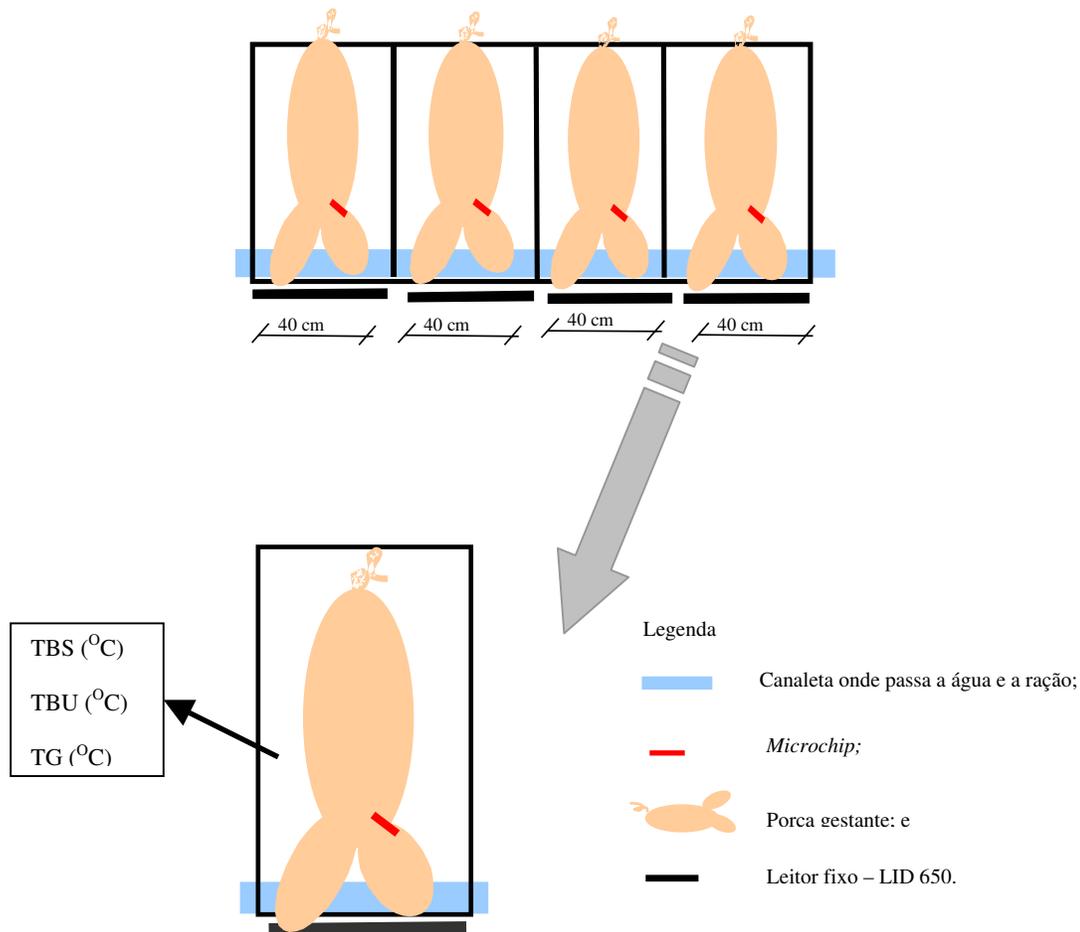


Figura 9 – Esquema de instalação dos leitores fixos na baia de gestação.

Os sinais captados pelas antenas foram transferidos por meio de um protocolo de comunicação para o computador, os quais por meio de um *software* desenvolvido foram manipulados.

Estes dados foram coletados semanalmente, mediante o armazenamento pelos equipamentos, e transferidos para o computador, mediante o mesmo programa de gerenciamento, e os dados obtidos foram manipulados. Após 40 dias as fêmeas foram transferidas para a gestação coletiva.

#### b) Gestação 2 – Baias coletivas

Nessa fase foram avaliados somente os animais que foram identificados na gestação de gaiola, nesse caso não foi necessário coletar os dados de alimentação, uma vez que o trato é feito uma vez ao dia com quantidades controladas. Por intermédio da quantidade de água que é ingerida pode estimar a quantidade consumida de ração, nesse caso as antenas foram instaladas somente no bebedouro (Figura 10). As porcas permaneceram nesse compartimento até os 110 dias de gestação.

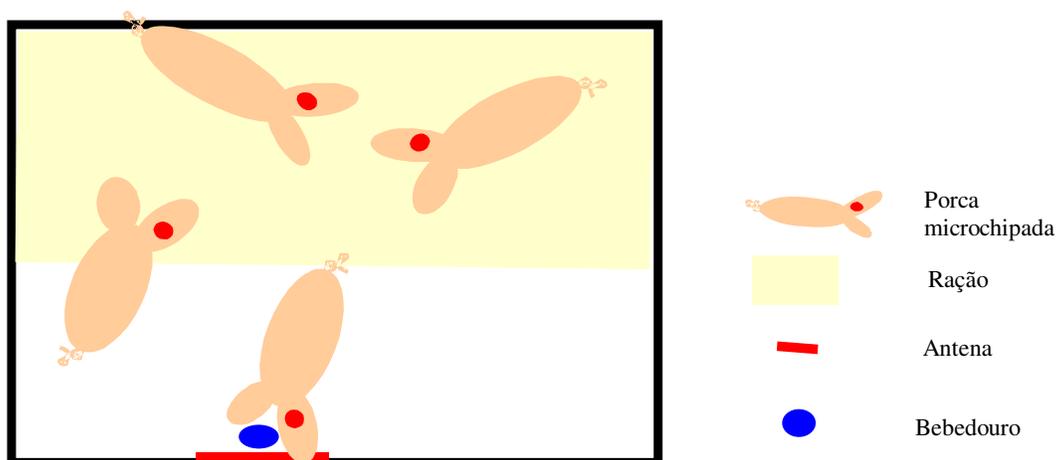


Figura 10 – Esquema da posição do leitor fixo no bebedouro na gestação de baia.

#### c) Maternidade

Nessa fase, o período de permanência nas instalações restringe-se a 24 dias, para as porcas, e de 20 dias para os leitões. Nesse período, foram registrados os comportamentos das

fêmeas e dos leitões, cuja obtenção dos registros foi feita por duas antenas dentro do escamoteador, uma para identificar a frequência com que a mãe se alimentava ou ingeria água e a outra para identificar o leitão. O número de animais amostrados por baía foram 20 leitões, sendo 10 fêmeas e 10 machos (Figura 11).

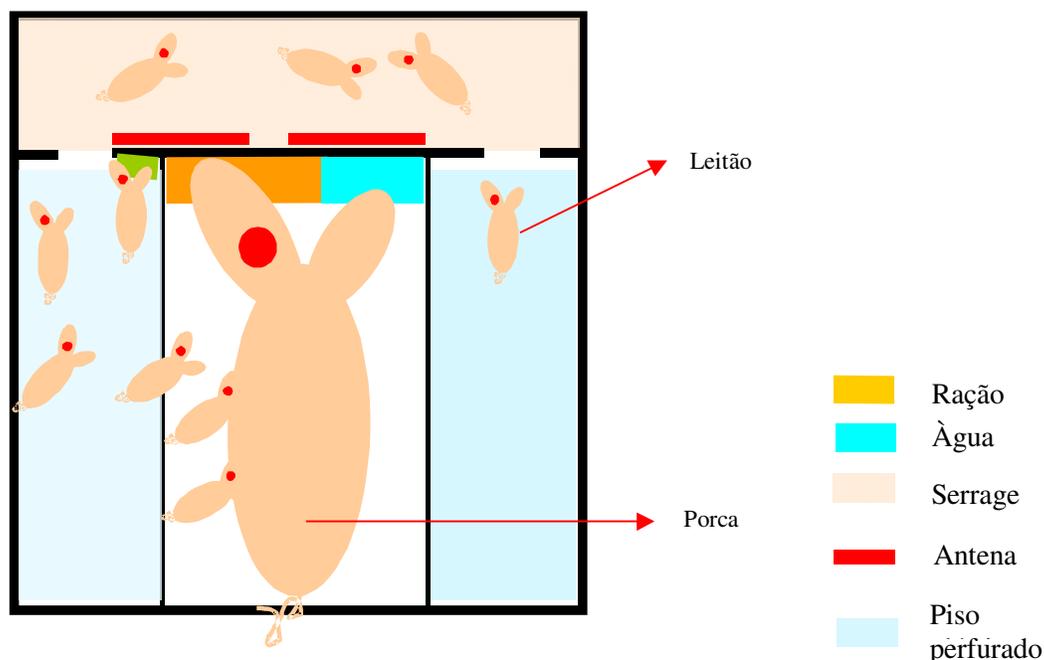


Figura 11 – Disposição dos instrumentos na maternidade.

Após 24 dias as porcas desmamam os leitões e retornam para a gaiola na gestação 1 para uma nova inseminação, permanecendo por 40 dias após a cobertura até a confirmação das prenhes, o que determina o fim do ciclo de identificação da porca.

Os leitões após 20 dias serão transferidos para a pré-creche em um grupo de 20 leitões identificados.

#### d) Pré-creche

Foram identificados 20 leitões, dos quais, registrou-se o seu comportamento em relação à quantidade de vezes que foram ao bebedouro e ao comedouro. A permanência dos animais nesse compartimento foi de 35 dias, quando foram novamente transferidos e pesados para a creche (Figura 12).

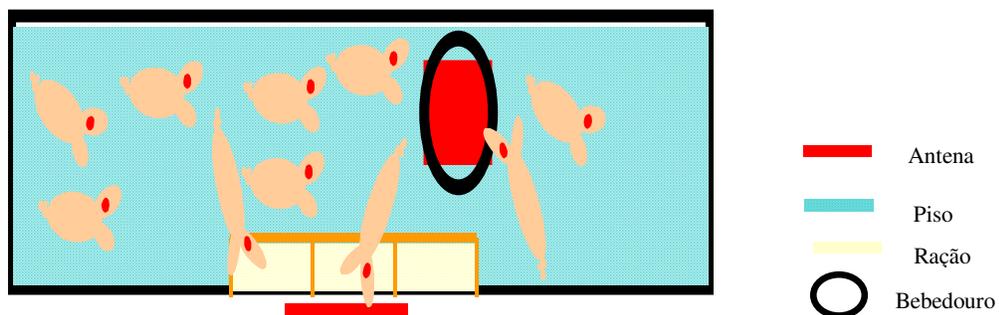


Figura 12 – Disposição dos equipamentos na pré-creche.

e) Creche

O mesmo bloco da pré-creche foi transferido para creche e permaneceram até aos 50 dias de vida. Foram baias coletivas, onde o comedouro e bebedouro também foram coletivos. Além do bebedouro, encontra-se nessas instalações uma lâmina de água, para auxiliar o animal a se refrescar (Figura 13).

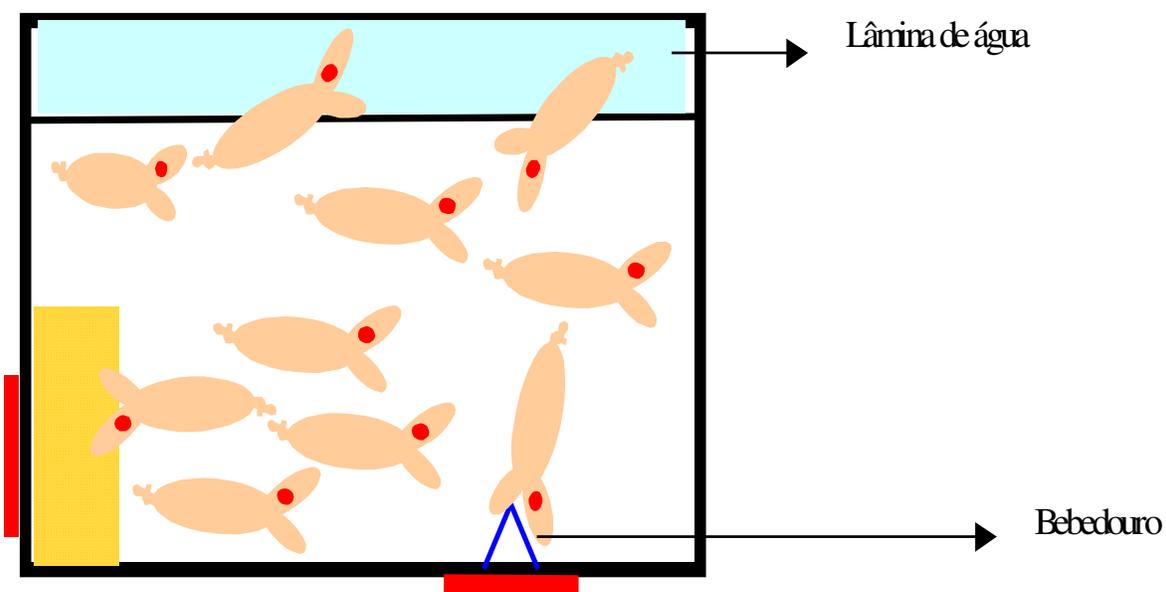


Figura 13 – Disposição dos equipamentos na creche.

f) Crescimento e Terminação

Nessa fase foram mantidos os grupos da creche e permaneceram nessa instalação até aos 150 dias de vida, quando foram retirados para o abate (Figura 14).

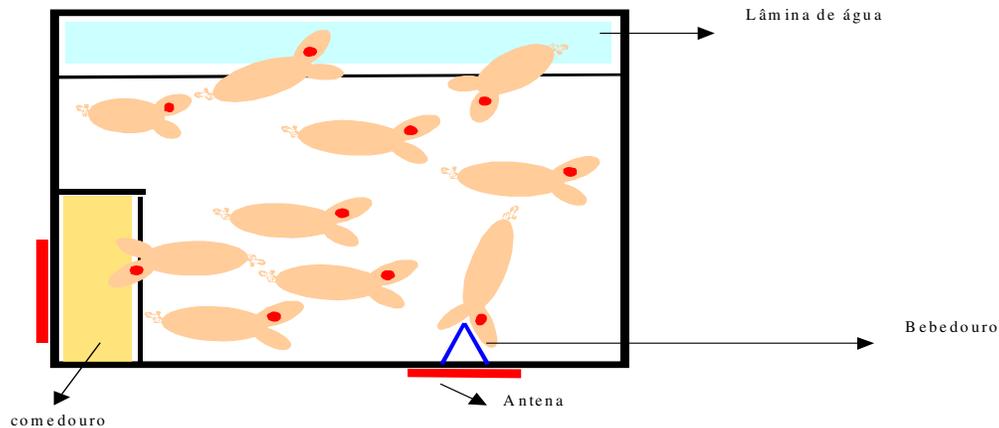


Figura 14 – Disposição dos equipamentos na terminação.

#### 4.2. Modelagem Matemática

Com o registro dos dados, por intermédio do desenvolvimento de um *software*, pôde ser equacionado a resposta do comportamento da preferência térmica do animal, em função da variação das condições climáticas, de acordo com a seguinte função:

$$C = f(TG, TBS, UR)$$

em que:

- C = frequência de acesso ao comedouro ou bebedouro;
- TG = temperatura do termômetro de globo negro;
- TBS = temperatura do termômetro de bulbo seco; e
- UR = umidade relativa do ar

#### 4.3. Instalações dos equipamentos

Para a aplicação dessas metodologias na granja, foi necessário anteriormente avaliar o funcionamento dos equipamentos (Leitora fixa LID 650 com o sistema de rádio frequência), em laboratório (Figura 15).

Foi avaliado também o funcionamento da antena manual, com os respectivos cabos e baterias, assim como foram testadas as leituras dos *transponders* pela leitora manual (antena), Figura 16.



Figura 15 – Leitor fixo 40cmx40cm com o rádio transmissor acoplado (A) e rádio receptor acoplado ao computador (B)



Figura 16 - Leitor manual - vista lateral (A) e leitor manual - vista frontal (B)

Os *transponders* utilizados foram da marca TROVAN, acoplados em uma agulha descartável, sendo necessário, para a sua aplicação, a utilização de um aplicador (Figura 17).

Após a verificação do correto funcionamento dos equipamentos, em laboratório, e não apresentando falhas, foram levados para a granja, na qual procedeu-se a uma nova fase de testes sobre a correta condição de funcionamento dos equipamentos.

O computador, equipamento responsável em receber os dados coletados pelas antenas, foi instalado no escritório da granja, localizado topográficamente, em um nível acima dos galpões dos suínos, com o rádio acoplado ao seu sistema de informação. Instalou-se uma antena em cada fase de produção do suíno, para verificar se o equipamento funcionaria na situação esperada.

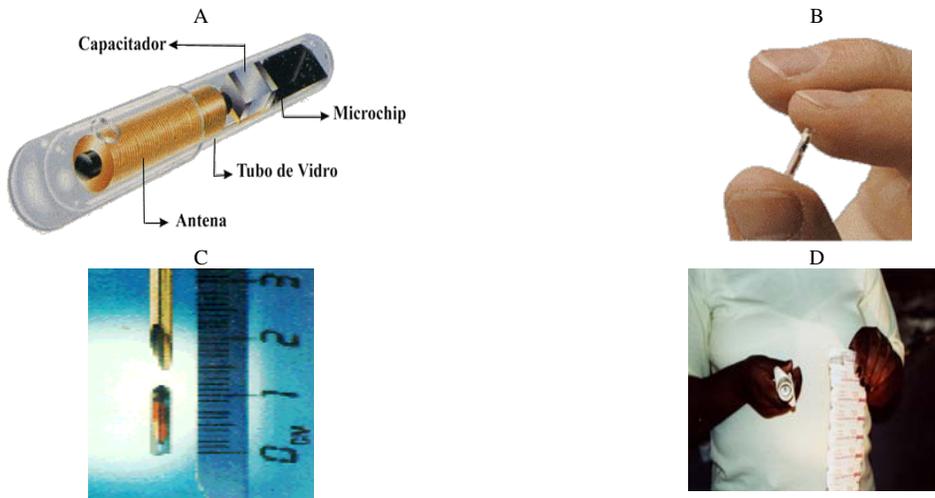


Figura 17 - Esquema do *microchip* (A); Tamanho do *microchip* (B), Ponta da agulha com o *microchip* (C), cartela de agulhas com o aplicador (D).

#### 4.3.1. Instalação da antena painel e o rádio na gestão de gaiola

Sabendo-se que o aparelho leitor tem interferência com metais, uma restrição do sistema, teve-se então que tirar de sua proximidade qualquer material que apresentava essa constituição (Figura 18A) e foi feito uma proteção de madeirite para se colocar a antena (Figura 18 B). O rádio acoplado à antena foi inicialmente instalado dentro do galpão.

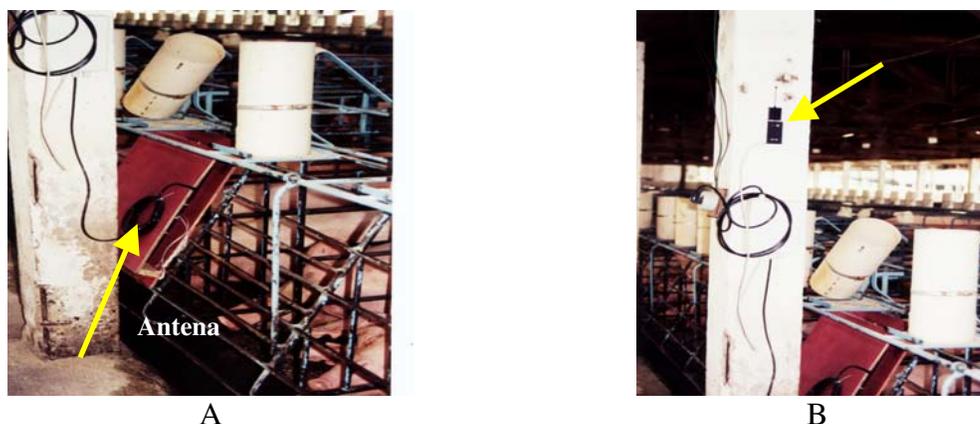


Figura 18 - Leitor fixo instalado na baia de gestão de gaiola protegido com uma caixa de madeirite vermelha (A) e rádio instalado acima do leitor fixo no pilar do galpão (B).

Finalizada a instalação, testou-se o funcionamento do sistema, posicionando o *microchip* na frente da antena para se fazer a leitura do *microchip* e por meio do rádio, transferir o código do *microchip* para o computador no escritório.

Devido à intensidade de interferências, não foi possível a disposição dos rádios dentro do galpão. Então, procurou-se instalar o rádio na parte externa do galpão, localizado na parte superior do telhado. Com o rádio instalado nessa posição, os dados foram transmitidos para o computador corretamente, sem interferência (Figura 19).



Figura 19 - Rádio localizado em cima do telhado na gestação.

#### 4.3.2. Instalação da antena painel e rádio na baia de gestação.

Nessa fase também houve a necessidade de retirar a grade de ferro localizada no local previsto para a instalação (Figura 20A). Após retirado o ferro, instalou-se a caixa de madeirite (Figura 20B) e logo em seguida colocada a antena painel.



A



B

Figura 20 - Espaço feito para colocar a caixa de madeirite onde será colocada antena (A) e caixa de proteção para antena (B).

Ocorreram problemas de interferência na transmissão dos dados para o computador, sendo que este galpão apresentou a maior diferença de localização. Foi estudado uma maneira

para a instalação. Após a correta disposição do rádio, obteve-se resultado satisfatório no funcionamento.

#### 4.3.3. Instalação da antena painel e rádio na maternidade.

Pela Figura 21, pode-se observar o perfil da primeira instalação dos equipamentos, antes de testá-los..



Figura 21 - Rádio localizado na parede do escamoteador (A), Leitor fixo com a caixa de madeirite localizada dentro do escamoteador (B).

#### 4.3.4. Instalação da antena painel e o rádio na creche

Para instalação e funcionamento dos equipamentos na creche, foi preciso analisar a melhor maneira para localização dos rádios (Figura 22).



Figura 22 -Disposição da antena painel na creche dentro do comedouro.

Os rádios foram instalados na parte superior do telhado, para tentar evitar a menor interferência possível, e mesmo assim ocorreram problemas dessa natureza (Figura 23).



Figura 23 - Disposição final das instalações dos Rádios instalados no telhado do galpão da creche.

Mesmo acima do telhado, os rádios apresentaram problemas na transmissão dos dados, dos quais, dois rádios tiveram o seu funcionamento interrompido, sendo então submetidos à manutenção. Sabendo-se das dificuldades na transmissão de dados devido a experimentos anteriores e o tempo gasto para tentar solucioná-los, não havendo nenhuma segurança na transmissão, desenvolveu-se um outro sistema de transmissão de dados via cabo RS485, utilizando-se o mesmo princípio do sistema desenvolvido para a transmissão de dados de temperatura, desta vez, substituindo-se o rádio das antenas por cabos, para transmitir os dados para o computador central.

Este sistema via cabo demorou algum tempo para ser desenvolvido, uma vez que foi necessário fazer os testes de transmissão novamente, para testá-lo na prática. Podendo ser visto com mais detalhes no próximo item.

#### 4.4. Desenvolvimento da interface antena-microcomputador

Devido à não resolução do problema de comunicação entre a antena painel e o computador por intermédio do sistema rádio-frequência, e visto as inúmeras interferências de comunicação, dentre elas pode-se citar a falha técnica dos rádios e custo na manutenção, optou-se por testar outro sistema de transmissão de dados, com menor custo e apresentando uma maior segurança na transmissão de dados, sendo desta vez por intermédio do cabo RS485. Para o desenvolvimento deste conversor foi necessário o auxílio de um engenheiro elétrico, que posteriormente utilizou o sistema final como tema de sua dissertação de mestrado na UNICAMP.

O sistema de comunicação entre a antena e o computador foi desenvolvido transformando-se a interface RS232 da antena para RS485. Como a distância entre os galpões e a sala de controle, na qual estava localizado o computador, era maior que 300 m, e visto que a interface RS232, que veio das antenas, suporta transmitir os dados até 15 m, fez-se um conversor que permite a conversão da interface RS232 para RS485, a qual suporta transmitir os dados até 1200 m, assegurando a transmissão dos dados (PANDEIRA, 2003).

O resultado do sistema desenvolvido para converter as saídas, dos leitores fixos e *data logger*, RS232 para RS485, convertendo novamente para a entrada do microcomputador RS232, está exemplificado no esquema eletrônico na Figura 24.

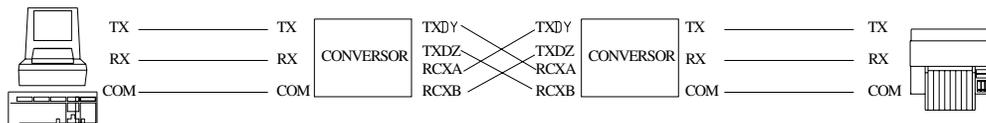


Figura 24 - Esquema eletrônico da interface RS232 para RS485.

Esse sistema foi instalado na granja cujos dados foram enviados com sucesso para o microcomputador (Figura 25).

**Conversor  
RS232 para  
RS485**

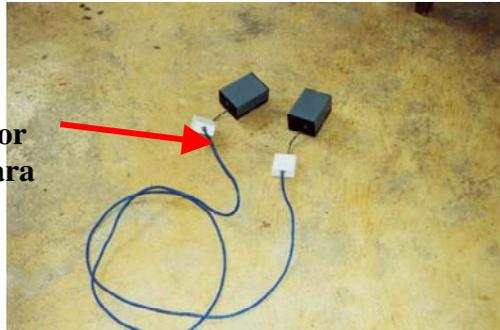


Figura 25 – Resultado final do conversor RS232 para RS485.

O custo deste sistema via cabo RS485 é menor e mais eficiente que o sistema via rádio. Além do conversor, desenvolveu-se um programa dentro de um *chip* para ser inserido em uma pequena placa de circuito impresso, onde separava-se antena A, B, C, e D.

#### 4.5. Desenvolvimento da interface *data logger* computador via cabo

Foi desenvolvido outro sistema de transmissão de dados, sendo desta vez entre o *data logger* (sistema de armazenamento de dados de temperatura de bulbo seco, úmido e globo negro) e o computador central por intermédio de cabo. O *data logger* recebe os dados enviados pelos sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e de globo negro, enviando via cabo para o computador central (Figura 26), que por intermédio de um *software*, processa os dados.

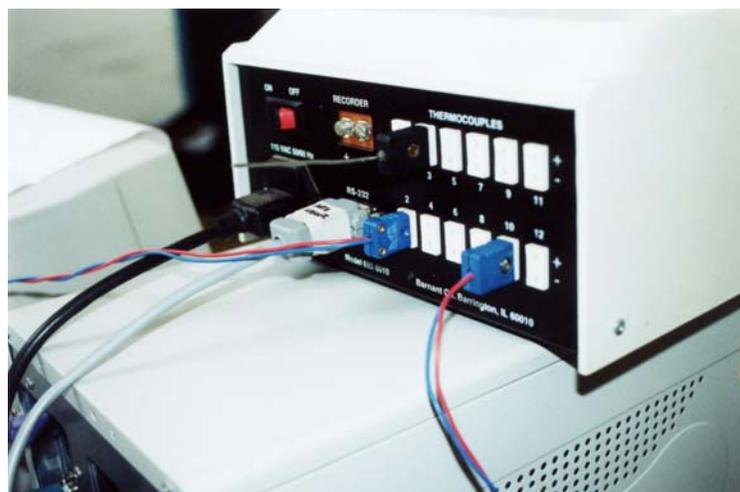


Figura 26 - Sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e globo negro instalado nas saídas 2,3 e 10 do *data logger*, conectado ao microcomputador via cabo.

Na Figura 27, observa-se os sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e de globo negro já instalados no galpão de gestação conectados ao *data logger*.

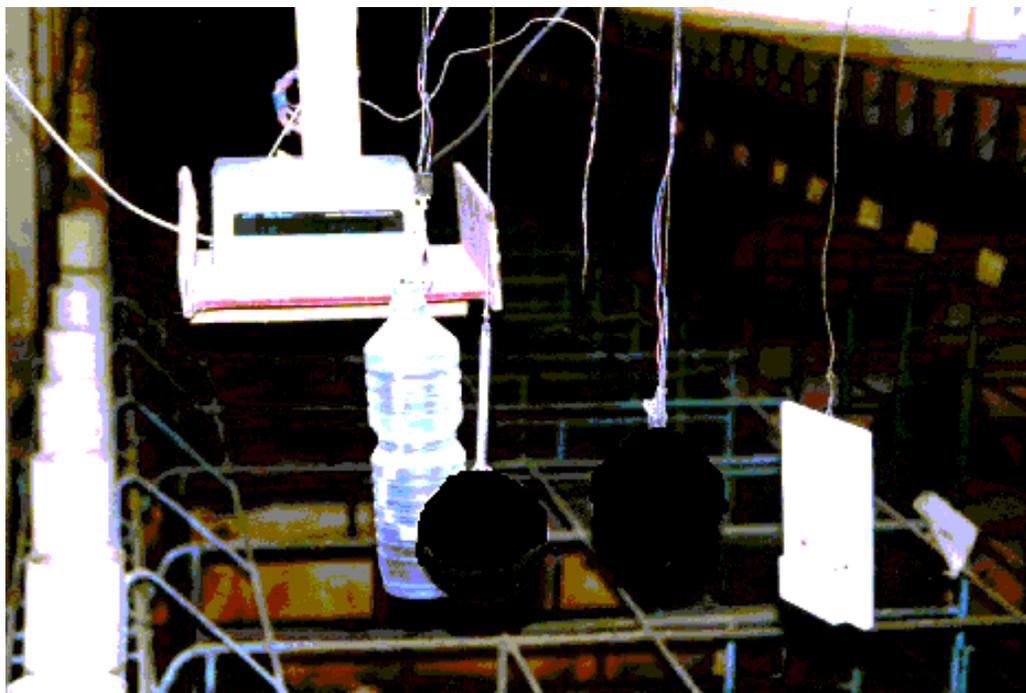


Figura 27 - Sensores de temperatura de bulbo seco, úmido e globo negro instalados no galpão de gestação.

#### 4.6. Testes preliminares

Após os testes e instalações provisórias dos equipamentos, teve-se que começar um novo estudo, ou seja, analisar a localização do melhor posicionamento para o *transponder* no suíno, de maneira que a antena painel conseguisse ler o *transponder* sem prejudicar o produto final (carne). Para o *microchip* da TROVAN, nada havia sido testado.

Foram testados quatro locais de implante do *transponder*, ponta da orelha, face, base da orelha e dentro do brinco, o qual estava posicionado na ponta da orelha, para maior integração do equipamento com os animais. Foram seguidos dois critérios para a escolha do local de implante: distância máxima permitida pela antena para ler o sinal do *microchip* (15 cm) e praticidade de aplicação.

#### 4.6.1. Escolha do local de implante do identificador

O local adequado para o implante do *transponder* foi o de melhor aceitabilidade no suíno e o de maior adaptabilidade com o local onde foi colocado a antena painel. Serão descritos abaixo os testes do local de implante que foram feitos.

##### ✓ Teste do *Transponder* na orelha *versus* adaptabilidade do suíno

O objetivo do teste foi avaliar a posição do *transponder* em relação ao crescimento da orelha, nas diferentes fases de desenvolvimento do suíno. Esta avaliação constou de duas etapas: processo de introdução do *transponder* na orelha e análise estatística

##### • Processo de Introdução do *transponder* na orelha

Utilizou-se inicialmente 18 leitões, entre machos e fêmeas, com características homogêneas e com 1 hora de vida. Quanto mais novo o leitão, melhor, pois maior será a rastreabilidade no final do projeto.

Nessa etapa aplicou-se o *transponder* na parte subcutânea da orelha, posicionando para a sua extremidade. Foi colocado um *transponder* na orelha direita de cada animal, não utilizando nenhum tipo de esterelizante, visando sempre colocá-lo o mais próximo da extremidade (Figura 28).



Figura 28 - Introdução do *transponder* na orelha do suíno (A) e localização do *transponder* na orelha depois de introduzido (B).

Após a introdução dos *transponders*, os suínos foram deixados junto à mãe, que também foi identificada na orelha, durante uma semana para observação (Figura 29).

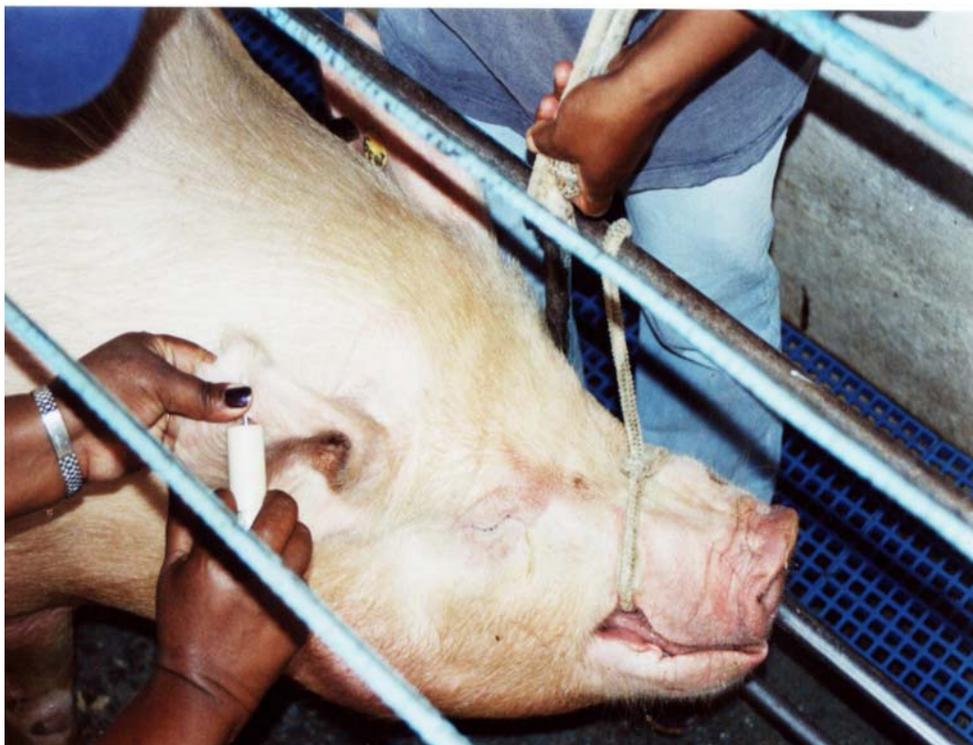


Figura 29 - Introdução do *transponder* na orelha da matriz de suíno.

Depois da primeira semana da instalação do *transponder* na orelha, observou-se que alguns *transponders* saíram da orelha dos leitões, devido à má cicatrização ou ao próprio processo de crescimento dos leitões. Na Figura 30A, pode-se observar o processo de rejeição da pele da orelha, ocasionando a expulsão do *transponder*. O sucesso da cicatrização dependeu também da desinfecção da orelha no momento da aplicação do *transponder*. Como pode ser observado na Figura 30B, ocorreu uma ótima cicatrização. É importante ressaltar que o *transponder* que foi inserido na porca adulta não foi expelido e não houve nenhuma rejeição, sendo utilizado o mesmo processo de implante.

Devido à grande perda dos *transponders* que foram inseridos na orelha dos leitões, foi feito novamente outro teste para poder detectar o problema.

Foram inseridos novamente *transponders* em outra leitegada (Figura 31), na qual foram desinfetadas todas as orelhas e a mão dos funcionários antes da inserção do *transponder*.



Figura 30 - Má cicatrização do *transponder* na orelha (A) e boa cicatrização da orelha (B)



Figura 31 - Lote de 10 leitões utilizado no teste antes de serem identificados

Para este teste foram utilizados 10 leitões, entre machos e fêmeas, da mesma mãe, onde os *transponders* foram colocados da mesma maneira do experimento anterior, sendo que nesse foi utilizado na orelha esquerda e direita do mesmo leitão, tendo assim maior número de repetições, totalizando 20 orelhas.

Observou-se que em 4 semanas foram expelidos 12 *transponders*, restando apenas 8 orelhas com *transponders* para serem analisadas. Assim sendo, verificou-se a ocorrência de migração do *transponder* na orelha, nesses restantes, durante o período de 4 semanas.

Para a análise estatística da migração do identificador (*transponder*) foram feitas medidas num período de 4 semanas, com frequência de 4 em 4 dias. Mediu-se com uma régua a localização do *transponder* na orelha, por coordenadas x e y, sendo a abcissa a medida do local do *chip* na extremidade da orelha longitudinalmente e na ordenada, verticalmente, conforme a Figura 32. Sendo o ponto de origem do *transponder* considerado como coordenadas (x, y), (0,0).

Os dados obtidos desta medição foram analisados pelo *software* Minitab®. As coordenadas finais (xf, yf) foram estimadas em função das coordenadas iniciais (xi, yi) = (0,0), a partir do modelo de distância, eq.1.

$$D = \sqrt{xf^2 + yf^2} \quad (1)$$

em que:

D = distância de migração do *transponder* em relação ao crescimento da orelha.

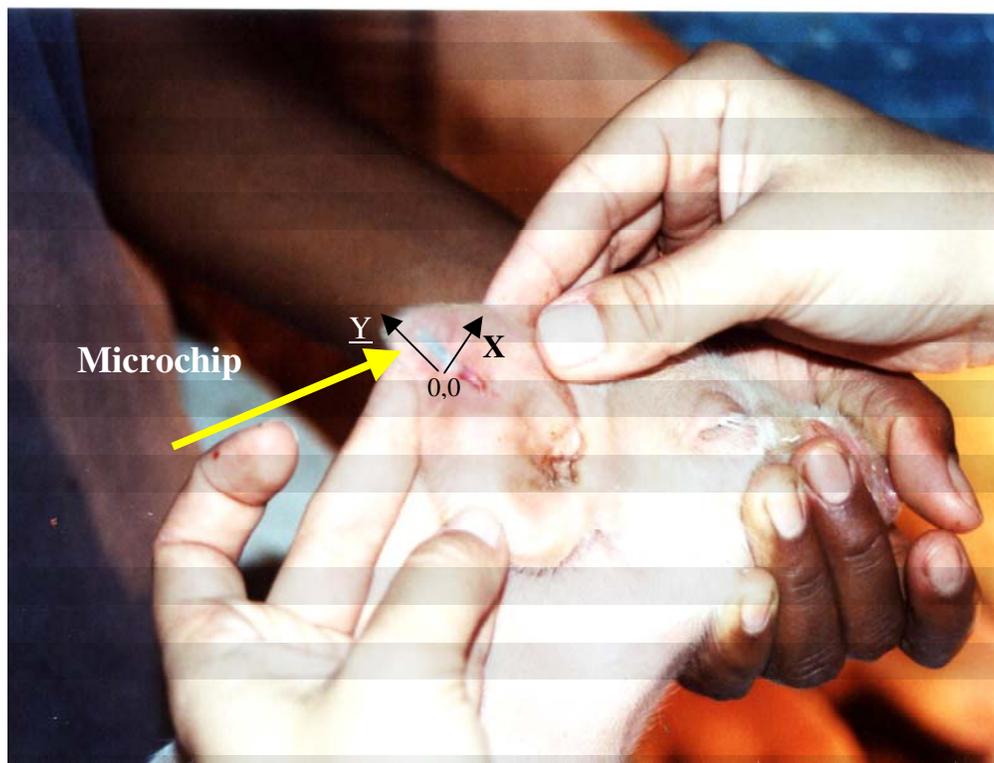


Figura 32 - Disposição das coordenadas cartesianas na orelha do leitão.

Para avaliar a forma da evolução da migração, foram utilizados 10 animais com 2 horas de vida (20 orelhas) para a inserção do *transponder*, cuja técnica de instalação foi padronizada, utilizando-se um sistema de coordenadas cartesianas para a descrição da migração do *transponder* na orelha destes animais, no qual o *transponder* recém instalado localizou-se na coordenada  $p_i = (0,0)$ .

As medidas foram feitas em um período de 18 dias, com frequência de 6 em 6 dias, sendo que a cada dia da coleta, incluindo o dia da instalação do *transponder*, as orelhas foram contornadas por uma caneta de tinta vermelha, sobre uma transparência de retroprojeter cortada de acordo com o tamanho da orelha. Este método de medição facilitou acompanhar a evolução do deslocamento do *transponder* na orelha (Figura 33).

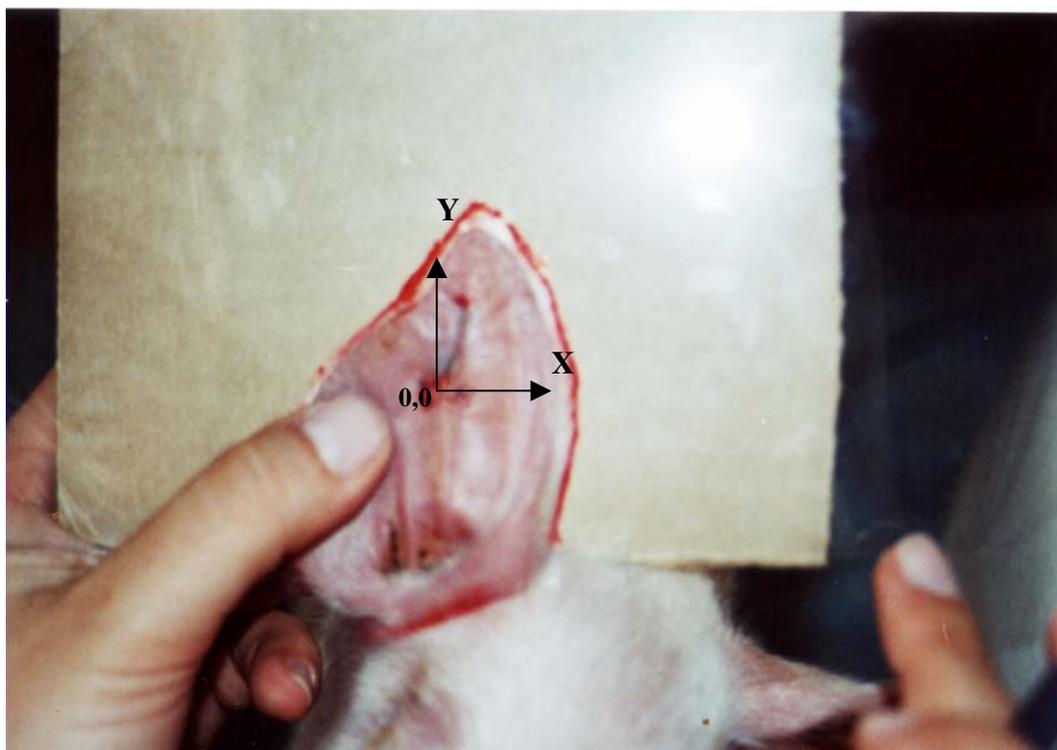


Figura 33 - Contorno da orelha feito com uma caneta vermelha, sobre uma transparência

De acordo com os testes realizados, pode-se verificar que a aplicação do *transponder* na parte subcutânea do suíno deve ser direcionado no sentido da cabeça, pois com o crescimento do suínos, não ocorre a expulsão do material.

Deve-se colocar o *transponder* uma hora logo após ao nascimento, assim possibilita um maior número de informações do animal. Diferente da opinião de LAMMERS et al. (1995), que considera muito difícil o implante em leitões com menos de quatro semanas,

devido ao maior risco de inflamação, principalmente na primeira semana de vida e dependendo do tamanho do *transponder*, observado por JANSSENS et al. (1996).

#### 4.7. Início do experimento na gestação de gaiolas

Após serem feitos os testes de instalação dos equipamentos (antena painel e rádio) nas fases de produção de suínos (gestação, maternidade, creche e crescimento) e sabendo-se qual o melhor local para o implante do *transponder* no suíno, iniciou-se o experimento na gestação de gaiolas. Abaixo serão descritos individualmente a instalação de cada equipamento utilizado no experimento.

##### 4.7.1. Instalações das antenas painéis LID650

Foram transferidas as quatro antenas painéis para a fase de gestação de gaiolas, refazendo-se as proteções de madeirite para as antenas painéis uma vez que a madeirite foi totalmente consumida pela porca no experimento anterior. A proteção foi feita novamente utilizando-se uma madeira resistente à mastigaç das porcas, podendo ser observada pela Figura 34.



Figura 34 -Leitores fixos instaladas dentro das caixas de madeirite, danificadas pelas porcas (A), caixas de madeira resistente instaladas (B).

#### 4.7.2. Instalação do sistema de aquisição de dados de temperaturas via cabo

O Data Logger foi instalado no galpão de gestação, acoplando-se os sensores de temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e globo negro. A comunicação entre o Data Logger e o microcomputador foi via cabo RS485, para melhor transferências dos dados de temperatura. Os sensores foram dispostos no galpão a 1 metro de altura para melhor representar o microclima do local.

#### 4.7.3. Implante do *transponder*

Foi implantado o *transponder* da marca TROVAN com 11,5 mm x 2,2 mm na base da orelha da porca, considerando como sendo o melhor local para o implante, resultados descritos anteriormente, (Figura 35).



Figura 35 - Implante do *transponder* na base da orelha da porca em gestação.

#### 4.8. Desenvolvimento do programa computacional

O programa foi desenvolvido concomitantemente com os testes das antenas painéis. Foram estudadas, as melhores maneiras para coletar os dados do manejo sem interferência manual, sendo realizado para as seguintes etapas: gestação, maternidade, creche e crescimento.

Estes dados do manejo coletados por intermédio da antena manual, foram acoplados ao programa computacional, junto aos programas de leituras das antenas, tornando-se um programa de controle geral da granja.

O projeto de rastreabilidade englobou duas frentes diferentes de trabalho: a primeira, captar dados para que seja feita a modelagem matemática relacionando fatores ambientais com alimentação dos animais; a segunda, desenvolver a tecnologia para a rastreabilidade da produção suinícola utilizando identificação eletrônica. Dessa maneira, durante este período tentou-se atender aos dois lados, pois pelo fato de serem independentes podem avançar simultaneamente.

Foram escolhidos os seguintes equipamentos para serem utilizados com o programa:

- a) *Transponders*: foram utilizados *transponders* (passivos) da marca TROVAN (11,5 mm ), modelo ID100, aplicados por meio de uma seringa na região subcutânea.
- b) Leitores manuais: foi utilizado uma leitora manual TROVAN, modelo LID500, para a identificação e registro dos animais e informações respectivamente.
- c) Antenas: foram utilizadas antenas fixas TROVAN, modelo LID604, posicionadas estrategicamente nas baias, captando o sinal dos *transponders* quando o animal estiver dentro da distância limite de alcance.

O *software* recebeu estes dados via cabo (Data Logger) e rádio (antenas painéis) que foram transmitidos do galpão de gestação, e na seqüência, armazenou-se e analisou-se os dados.

#### 4.8.1. Controle da Produção

O programa computacional foi dividido em cinco etapas:

1. Base para o banco de dados: antes do início do desenvolvimento do controle da produção, formou-se uma base de banco de dados onde garantiu-se a integridade dos dados;
2. Gestação: controle das matrizes que entram para a cobertura e que ficam nestas baias até que a data prevista para o parto se aproxime;
3. Maternidade: baias destinadas aos partos; parte essencial ao programa, pois foi nesta fase o cadastramento dos novos animais;
4. Creche: primeiros meses de vida dos filhotes;
5. Crescimento: fase de engorda dos animais destinados ao abate.

Para a realização da primeira fase foi preciso criar um banco de dados (Microsoft Access 7.0) com dados sobre matrizes e também sobre reprodutores. Como a fase de Gestação foi desenvolvida antes das outras fases, estes dois tipos de cadastros, inicialmente manuais, foram necessários para se poder estabelecer rela es mantendo a segurança e unicidade dos dados.

Além do cadastro dos animais, criou-se uma base de dados de "vacina o de animais", pois também na fase da Gesta o existe a possibilidade de vacinar as matrizes. Podendo ser projetada para ser executada utilizando-se identifica o eletrônica, a princípio foi adotada a metodologia de que o leitor manual será utilizado para armazenar os ID's (número de identidade), dos animais vacinados, para posteriormente abastecer o programa e conseqüentemente o banco de dados.

Para o desenvolvimento da fase da Gesta o, são listadas as informa es que por enquanto deverão ser digitadas (entrada manual) e as que serão enviadas por equipamentos diretamente ao computador.

- Entrada do animal na gesta o
  - ✓ Data e horário de entrada;
  - ✓ Identifica o do animal: enviado ao programa pelo leitor manual, e que possibilitou o acesso às informa es inerentes ao animal: idade, raça, origem, bem como dados sobre coberturas anteriores;
- Manejo Sanitário:
  - a) Vacina o:
    - ✓ Data e horário da aplica o;
    - ✓ Tipo da vacina aplicada;
  - b) Alimenta o e água: cujos dados foram determinados na granja e servem para todos os animais que se encontram no mesmo tipo de baias.
- Insemina o Artificial:
  - ✓ Data e horário;
  - ✓ Identifica o do animal inseminado;
  - ✓ Tipo de sêmen;
  - ✓ Número de vezes de insemina o.

Foi encontrada uma grande dificuldade para que seja utilizada de forma coerente a identificação eletrônica pois os machos, que produzem o sêmen, não estão presentes para que o leitor manual possa ser utilizado e para que o número de sua identificação seja captado e é também inviável a idéia de dirigir-se ao macho, contido em outro bloco da granja, somente para isso. A solução mais viável, de forma a ainda garantir a integridade dos dados, foi a criação de um bloco de cartões que ficaria sempre junto a um responsável pela Gestação.

Como nesta granja somente 5 machos produzem sêmen destinado à reprodução, neste bloco estariam contidos 5 *transponders*, que relacionariam ficticiamente os machos ao sêmen utilizado na cobertura. No banco de dados seria gravado diretamente o ID do macho.

- Saída do animal: registrou-se a data de saída do animal na gestação, ou seja, a data em que o parto ocorreu, bem como seu ID pelo leitor manual.

#### 4.8.2. Formulário da Gestação

Este formulário tem como funções principais: cadastrar matrizes na fase de Gestação (informar a entrada de um animal nesta fase), e ainda armazenar dados sobre a cobertura desses animais. Assim, existem duas opções principais: inserção de matrizes na gestação e inserção de coberturas.

No primeiro caso, o programa lê momentaneamente (por meio da leitura instantânea da antena manual) o *transponder* no animal e o cadastra nesta fase, atualizando-se o número de coberturas feitas para “0” (zero).

Para a inserção de coberturas, a cada cobertura realizada, foi registrado o ID da matriz e o ID do macho, necessariamente nesta ordem. Seguindo a mesma idéia do módulo de vacinação, os dados devem ser armazenados no leitor, e posteriormente descarregados somente uma vez no programa. A cada par de *chips* lido pelo programa (matriz e macho), o número de coberturas para aquela matriz é incrementado de 1, para constar em relatórios de avaliação.

O ID que está armazenado pelo leitor como sendo do macho é um número fictício (armazenado em um cartão auxiliar para o operador), que o programa busca e relaciona diretamente com o número verdadeiro do macho.

Dessa maneira, o formulário da Gestação, fornece ao usuário, informações importantes sobre cada uma das matrizes que se encontram nesta fase: quais animais estão neste local da granja, quantas coberturas foram feitas e qual o reprodutor que doou o sêmen para as coberturas.

#### 4.8.3. *Software* desenvolvido para captação de sinais via rádio e via cabo

A utilização das antenas painéis para conseguir dados comportamentais dos animais apresentou-se como sendo a melhor metodologia. Porém, os meios que transportam estas informações coletadas têm se mostrado um grande problema, pois muitos dados são perdidos devido ao precário funcionamento dos equipamentos auxiliares.

Inicialmente, o sistema foi instalado na granja utilizando-se rádio-frequência para enviar os dados captados pela antena ao computador. As temperaturas coletadas pelo *data logger* eram enviadas via cabo. Porém, os rádios foram danificados por variáveis do ambiente (água, sujeira) e de quatro rádios inicialmente instalados, somente dois funcionaram.

Iniciou-se uma tentativa de instalar transmissão via cabo, a qual utilizar-se-ia um pequeno controlador que o identificaria, tal qual o rádio, qual das antenas, ou ainda, qual o *data logger* que está enviando dados, para que os mesmos pudessem ser registrados corretamente pelo computador. Neste sistema, todos os dados são enviados ao computador via cabo.

O programa para este novo sistema, porém, foi implementado de forma que o controlador para o envio dos dados era o computador. Os dados captados pela antena ou pelo *data logger* ficariam em seu *buffer* até que o computador os requisitasse:

O computador envia, para cada equipamento por vez, um sinal de *Enquire* (ENQ), requisitando os dados contidos no *buffer* deste. Este responderia com uma resposta Acknowledge (ACK) seguida dos dados. O computador processa estes dados, e como próximo passo, transmite ENQ ao próximo equipamento ativo. Evita-se assim que o cabo nunca entre em conflito, devido ao fato de dois equipamentos estarem enviando dados simultaneamente.

Este sistema, entretanto, apresentou falhas e para que tornasse viável a coleta de dados, encontrou-se um método intermediário, no qual dois rádios, que ainda funcionam, foram aliados ao cabo, que coletaria dados de outras duas antenas e ainda das temperaturas.

Dessa maneira tiveram-se dados provenientes de quatro antenas, número necessário de dados para ter feito uma avaliação estatística eficiente.

#### 4.9. Comparação entre sistemas de rastreabilidade (manual e eletrônico)

Para a comparação dos dois sistemas de rastreabilidade foi necessário primeiramente estabelecer cada um deles. O sistema manual foi utilizado o da própria granja e o sistema eletrônico, como não existia, foi desenvolvido uma metodologia para este fim.

##### 4.9.1. Sistema manual de rastreabilidade

###### a) Gestação

O sistema manual de rastreabilidade utilizado para o teste foi o da própria granja, onde os dados coletados das porcas são anotados manualmente em uma ficha de papel. Sendo eles: peso, data da inseminação, tipo de inseminação, raça do inseminador e vacinação.

Foram utilizadas para o teste uma ficha simulando a ficha da própria granja (Figura 36). Para cada manejo dentro da gestação há uma ficha cadastral diferente. Os dados registrados na ficha de papel são transferidos diariamente para um programa de computador, sendo estes digitados pelo funcionário.

<b>Ficha de Controle da Gestação</b>			
<b>Dados: Inseminação</b>			
<b>Número e cor do brinco</b>	<b>Data da inseminação</b>	<b>Número do reprodutor</b>	<b>Tipo de monta</b>
136 Y	1/09/2001	1	Artificial
1235 V	1/09/2001	3	Artificial

Figura 36 – Ficha de controle de dados de inseminação.

##### 4.9.2 Sistema eletrônico de rastreabilidade

###### a) Gestação

Foi desenvolvida para gestação uma metodologia para o rastreamento eletrônico, utilizando-se para isto um leitor manual (Leitor LID 500). Como o leitor manual só armazena

os números dos *transponders* e não o manejo, ou seja, não diferenciando uma atividade da outra, desenvolveu-se uma metodologia para que quando os dados do leitor manual fossem descarregados no computador o programa interpretaria, também, a atividade feita em cada uma das porcas identificadas. Para este fim, utilizaram-se cartões com o nome de cada atividade contendo um *transponder* no seu interior.

Ao iniciar qualquer atividade de manejo, antes de identificar com a antena qual será a porca, identificava-se primeiro a atividade. Assim a antena armazenou o número da atividade antes de armazenar o número das matrizes que passavam pela atividade. Quando estes dados foram descarregados no microcomputador o *software* interpretou que os números que vieram depois do número da atividade foram os das matrizes, ficando mais prático o rastreamento.

Para a gestação foram desenvolvidas quatro fichas confeccionadas de papel cartão com cores diferentes e plastificadas com papel "contact", contendo os seguintes nomes: cio (vermelho), inseminação (amarelo), peso (azul) e vacina (verde). Estas fichas foram presas na parede do galpão formando um painel. Abaixo de cada uma, dependurou-se por meio de uma argola cartões da mesma cor e modelo contendo um *transponder* dentro (por exemplo, abaixo do manejo "cio", havia um cartão de cor vermelha, contendo um *transponder*). O painel pode ser observado na Figura 37.



Figura 37 – Painel de controle da rastreabilidade eletrônica.

No momento do manejo o operário adquire o cartão correspondente ao da atividade desejada (cio), e por meio da antena faz-se a leitura do cartão e em seguida as porcas que entraram no cio. No término da atividade, passa-se novamente o mesmo cartão (cio) para “fechar” o lote de animais que foram sujeitos à atividade. Se no mesmo momento o operário resolver fazer outra atividade (inseminação), repete-se a mesma metodologia. No fim do dia descarregam-se os dados da antena no computador e o *software* encarrega-se de interpretar. Foi feito um avental com quatro bolsos e cores correspondentes a dos cartões para armazená-los no momento em que estiver sendo feito o manejo. O bolso vermelho para colocar o cartão vermelho (CIO), amarelo para o cartão amarelo (INSEMINAÇÃO), verde para o cartão verde (VACINA) e azul para o cartão azul (PESO), respectivamente, que deve-se ressaltar que o uso do avental facilita o manejo dos cartões, conforme a Figura 38 e 39.

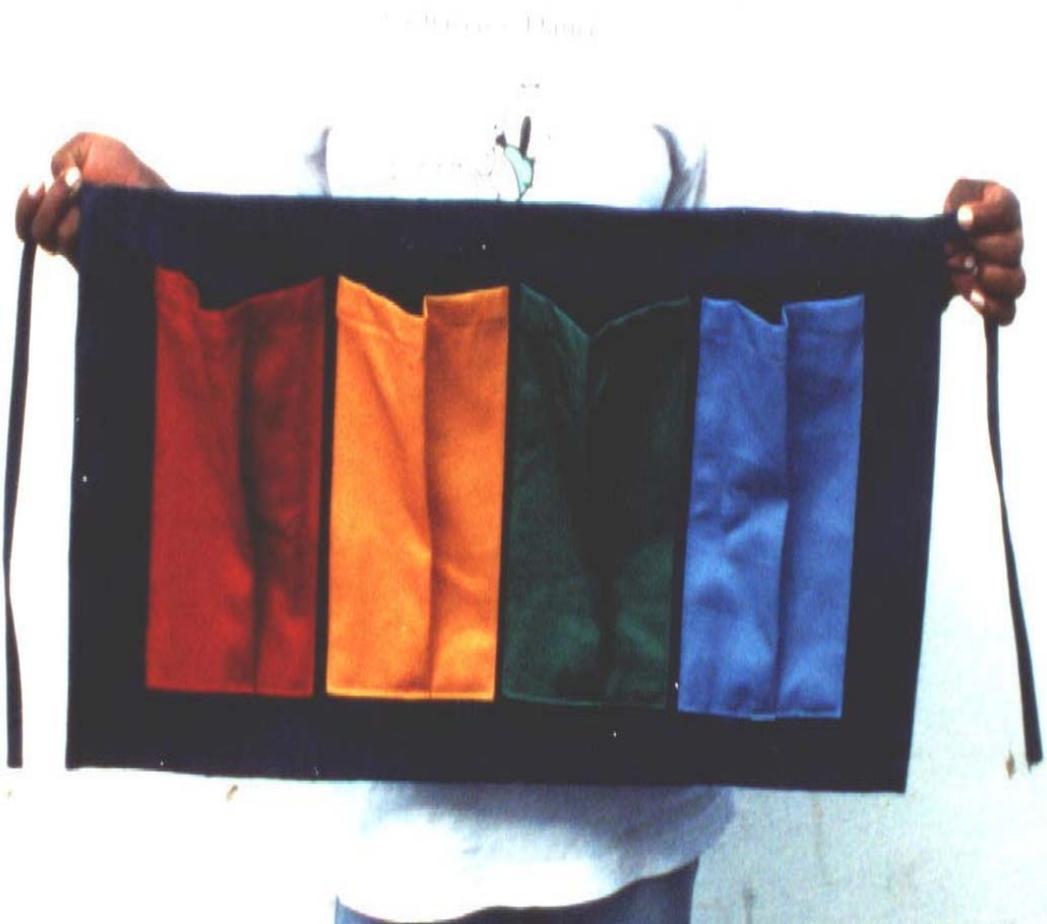


Figura 38 – Avental contendo os bolsos com a cor correspondente de cada cartão.



Figura 39 – O cartão verde sendo tirado do bolso verde do avental.

#### 4.9.3. Metodologia para comparação entre os dois sistemas

Devido à complexidade na comparação, entre o sistema manual de registro das atividades do manejo da granja com o sistema utilizando a identificação eletrônica, utilizaram-se dois métodos diferentes para a comparação.

a) Comparação entre os dois sistemas de rastreabilidade por intermédio da variável tempo e erro na gestação

Foram utilizadas para a comparação dos dois sistemas 40 porcas da raça característica da granja “F1”, com características parecidas, (mesma idade, tamanho, número de partos e data da inseminação). Onde 20 porcas receberam o *transponder*. O grupo foi teoricamente dividido em dois, chamando de "0" quando os dados eram anotados na manualmente e de "1" quando lidos com a leitora manual. A comparação entre os dois sistemas foi feita por intermédio da variável erro e tempo primeiramente.

Para um controle maior e verificação de erros posteriores, anotou-se o número dos brincos e *transponders* dos animais.

As medidas de tempo foram divididas em duas etapas:

*1ª etapa:* Estimativa do tempo gasto para fazer as anotações necessárias na identificação manual e o tempo gasto na leitura do *transponder* pela antena, de acordo com o seguinte procedimento: Primeiramente, sorteou-se a metodologia a ser utilizada “0” ou “1” posteriormente a ordem das ações para a coleta dos dados de tempo: pesagem, detecção do

cio, vacinação e inseminação. Foram feitas tabelas simulando-se as fichas de controle usadas na granja para medir o tempo de anotação.

Um indivíduo ficou responsável em anotar os números e as informações nas fichas e também fazer a leitura dos *transponders* implantados, por meio da antena manual. Outro indivíduo, ficou responsável em medir o tempo gasto com um cronômetro e sortear a metodologia utilizada e o manejo, em cada uma das 20 repetições de leitura eletrônica ou manual. Para facilitar, o tempo foi anotado nas próprias tabelas. As leituras dos *transponders* e as anotações foram feitas aleatoriamente de acordo com um sorteio.

Na identificação manual, começava-se a cronometrar a partir do momento em que o indivíduo estivesse em frente à gaiola para ver o número do brinco da porca e interrompia-se quando acabasse de escrever o número e de outra informação necessária.

Na eletrônica, o tempo, igualmente, começava a ser contado quando o indivíduo estivesse em frente à gaiola já com a antena na mão e interrompido quando a antena emitisse um sinal sonoro indicando que o *transponder* foi lido. Porém, nesta etapa contou-se também o tempo de leitura do cartão correspondente à ação, apenas para a metodologia da rastreabilidade eletrônica, quando sorteada, a partir do momento em que se retira o cartão do bolso do avental.

*2ª etapa:* Estimativa do tempo gasto para digitar as informações das fichas no programa computacional de controle da granja (1) e do tempo gasto para a antena descarregar os dados no computador (2):

(1) Os dados foram digitados pela funcionária responsável por este serviço na granja. O tempo foi contado a partir do momento em que ela iniciou a digitação das informações das vinte porcas, inseminadas naquele dia, no *software* de gerenciamento da granja e interrompido quando terminada a digitação.

(2) O cronômetro foi acionado a partir do momento em que se conectou a leitora ao computador, já com o *software* da antena pronto para ser utilizado, e interrompido quando os números das vinte porcas e cartão de entrada (apenas de uma das ações) foram transferidos para o computador.

#### 4.10. Procedimento de instalação do sistema eletrônico na Maternidade

Na fase da maternidade o procedimento de implantação do sistema eletrônico e de coleta de dados foi um pouco diferente em relação ao procedimento adotado na gestação, pois o manejo é mais detalhado e as informações nas fichas de controle da granja são mais específicas, contendo também dados da leitegada.

Como nesta fase tem-se o nascimento dos leitões, faz sentido comparar também a identificação e a rastreabilidade em grupos, em alguns casos, explicitados mais adiante.

As informações que os funcionários da granja registram e que devem ser levadas em conta na implantação do novo sistema são:

- Matriz: brinco, cor, moosa, data de nascimento, raça e origem.
- Rendimento da matriz: n° de coberturas, n° de partos, repetições de cio, n° total de leitões, n° de vivos, n° de partos por ano e n° de dias de gestação.
- Parto: cobertura, dia provável do parto, reprodutor, dia real do parto, n° de leitões nascidos, n° de leitões nascidos morto, mumificados e o peso médio da leitegada.

As ações realizadas pelos funcionários nesta fase são:

- Medição da temperatura interna do leitão logo após o parto;
- Vacinação com ferro e corte dos dentes dos leitões;
- Corte da cauda.

Quando há a morte de um leitão, anota-se: n° da mãe, n° da leitegada, causa da morte, nome do funcionário responsável e sexo do leitão.

Há também o controle do parto, registrando a duração de cada um e se foi necessária ou não a intervenção.

Muitas das informações para controle da granja são de origem quantitativa (Quanto pesa?). É interessante e necessário estar informado sobre: peso, conversão alimentar, ganho de peso médio diário, proporção de todos leitões nascidos mortos e de todos que morreram. Portanto, é importante saber se uma amostra representa o grupo na coleta e a validade destas informações quantitativas. Se for representativa, o tempo e o investimento financeiro para esta coleta, seria muito menor. Este experimento está descrito no item 3.7.

A metodologia da rastreabilidade utilizando-se a identificação eletrônica, a qual foi descrita anteriormente, aplica-se também na maternidade e nas outras fases de produção do suíno, da mesma maneira, incorporando apenas os manejos de cada fase.

Deve-se ressaltar que as informações quantitativas devem ser anotadas, pois a antena manual não consegue, por exemplo, detectar o peso da porca.

#### 4.11. Comparação entre as metodologias de rastreabilidade utilizando o programa AHP

O método do AHP foi utilizado neste estudo para se determinar qual o melhor sistema de rastreamento, sistema manual de controle ou o sistema utilizando a identificação eletrônica, que atenda aos critérios de segurança (confiabilidade), praticidade (do uso) e rapidez, levando-se em consideração as opiniões do gerente da granja de suínos e as pessoas que participaram do trabalho.

##### ✓ Metodologia utilizada para uso do AHP

1. Definição do problema: importância, dificuldade, retorno, recursos, etc.
2. Análise do problema: dados e informações – identificação, coleta e análise.
3. Geração de potenciais soluções: estabelecimento de critérios e levantamento das alternativas possíveis e viáveis.
4. Solução: seleção da melhor alternativa baseada no objetivo a ser alcançado.

Esta última metodologia de comparação AHP foi utilizada para problemas onde não se pode ou não se tem condições de validar resultados, fazendo medições com instrumentos, o processo de comparação par a par é uma ferramenta muito útil. Embora, o número de pares de comparações necessários em problemas reais, freqüentemente, torna-se muito alto.

As comparações paritárias em combinação com a estrutura hierárquica são úteis para a dedução de medidas, isto é, os pares de comparação são usados para estimar a escala fundamental unidimensional, na qual os elementos de cada nível são medidos.

A proposta do AHP é fornecer um vetor de pesos para expressar a importância relativa dos diversos elementos. O primeiro passo é medir o grau de importância do elemento de um determinado nível, sobre aqueles de um nível inferior, pelo processo de comparação par

a par feito pelo decisor. A quantificação dos julgamentos é feita utilizando-se uma escala de valores que varia de 1 a 9 (igual, fraco, forte, muito forte, absoluta e, valores intermediários).

Na quantificação dos julgamentos é feita uma classificação em termos relativos. O decisor quantifica os seus julgamentos de acordo com a Tabela 2.

Passo 1: Primeiramente faz-se a comparação aos pares apenas para os critérios, montando uma matriz:

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério n
Critério 1	1	$V_{1,2}$	$V_{1,3}$	$V_{1,n}$
Critério 2	$V_{2,1}$	1	$V_{2,3}$	$V_{2,n}$
Critério 3	$V_{3,1}$	$V_{3,2}$	1	$V_{3,n}$
Critério n	$V_{n,1}$	$V_{n,2}$	$V_{n,3}$	1

em que:

$V_{i,j}$  = intensidade de importância.

$V_{i,j}$  = quanto o critério i é mais importante que o critério j.

Pela qual determina-se o valor da consistência, mediante a eq. 2:

$$V_{j,i} = \frac{1}{V_{i,j}} \quad (2)$$

Para obter um “ranking”, deve-se, para cada coluna, dividir cada valor pela soma de todos os valores da coluna obtendo-se assim uma matriz normalizada. Em seguida calcular o peso de cada critério pela média da linha da matriz normalizada, obtendo-se assim um vetor.

Passo 2: Identificar características de cada alternativa, considerando as alternativas separadamente para cada critério, montando uma matriz individualmente:

Tabela 2 - Matriz para o critério n

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa n
Alternativa 1	1	$V_{1,2}$	$V_{1,3}$	$V_{1,n}$
Alternativa 2	$V_{2,1}$	1	$V_{2,3}$	$V_{2,n}$
Alternativa 3	$V_{3,1}$	$V_{3,2}$	1	$V_{3,n}$
Alternativa n	$V_{n,1}$	$V_{n,2}$	$V_{n,3}$	1

em que:

$V_{i,j}$  = intensidade de importância, e

$V_{i,j}$  = quanto a alternativa  $i$  é mais importante que a alternativa  $j$ .

Tabela 3 – Quantificação dos julgamentos classificados em termos relativos.

<b>Intensidade de importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
<b>1</b>	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
<b>3</b>	Fraca importância de uma sobre a outra	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade e relação à outra
<b>5</b>	Essencial ou forte importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
<b>7</b>	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática
<b>9</b>	Absoluta importância	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é a mais alta ordem de afirmação
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermediários entre dois julgamentos sucessivos	Quando se deseja um maior compromisso
<b>Recíprocos dos valores acima</b>	Se uma atividade $i$ tem um dos valores não zero acima quando comparado com a atividade $j$ , então $j$ tem um valor recíproco quando comparado com $i$ .	
<b>Racionais</b>	Razões surgidas da escala	Se a consistência foi forçada para obtenção de $n$ valores numéricos para cobrir a matriz

Pela qual determina-se o valor da consistência, mediante a eq. 3:

$$V_{j,i} = \frac{1}{V_{i,j}} \quad (3)$$

Em seguida fazer as mesmas operações do Passo 1, para cada critério, a fim de obter a classificação de alternativas para cada critério.

Passo 3 : Preferência, solução ou prioridade

Montar uma matriz Alternativas *versus* Critérios com os resultados do Passo 2 e multiplicar pelo vetor a classificação de critérios, obtendo-se assim a solução (vetor solução T) com a melhor alternativa.

Passo 4: Cálculo da consistência de cada matriz, indicando se as intensidades de importância estão logicamente relacionadas.

A estimativa é feita pela seguinte relação (eq. 4):

$$\lambda_{\text{máx.}} = T \cdot w \quad (4)$$

na qual, o elemento w é calculado pela soma da coluna da matriz de preferências e T é o vetor de solução encontrado no Passo 3.

O índice de consistência (C.I.) é dado pela eq. 5:

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n - 1)} \quad (5)$$

onde, n é o número de critérios.

Compara-se C.I. com os índices Randômicos (R.I.): (SAATY, 1977)

Tabela 4 - índices Randômicos (R.I.).

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Se as comparações forem perfeitas, C.I. = 0 e  $\lambda_{\text{máx}} = n$ .

Ocorre inconsistência se o fator de consistência (C.I. / R.I.)  $\geq 0,1$ . Neste caso deve-se refazer os cálculos e/ou repetir as comparações.

#### 4.12. Eficiência da rastreabilidade em grupo quando comparada com a rastreabilidade individual.

Sabendo-se da importância do controle dos dados do manejo de uma granja para um melhor gerenciamento e também do custo de implantação de sistemas de identificação por brinco ou identificação eletrônica, este experimento avalia a qualidade da representatividade dos dados obtidos de manejo identificando todos os suínos individualmente, comparando com os dados obtidos de manejo, identificando um grupo representativo.

Nesse experimento, compara-se o peso dos animais (quantitativo), individual e em grupo.

Foram utilizadas a variável peso e a conversão alimentar no processo de comparação, por serem quantitativas.

Utilizaram-se 50 suínos na fase de pré-creche, com 25 dias de idade, escolhidos aleatoriamente assim que saíram da maternidade. Primeiramente os 50 suínos foram pesados individualmente, anotando-se o peso. Posteriormente, de maneira aleatória tomou-se deste grupo de 50 suínos, uma amostra de 15 animais, pesando-os e anotando-se os pesos. Depois de 20 dias repetiu-se a pesagem do grupo dos mesmos 50 animais e a amostra dos mesmos 15 animais, obtendo-se a conversão alimentar dos dois grupos.

#### 4.13. Avaliação do comportamento da preferência térmica dos suínos em função do microclima interno da instalação utilizando a identificação eletrônica na fase de gestação de gaiola.

Para este experimento foram utilizadas quatro porcas, com as características descritas no anexo 2.

Inicialmente foram implantados os *transponders*, da marca TROVAN (11,5 mm x 2,2 mm), na base da orelha da porca, logo em seguida as porcas foram pesadas e retornaram às gaiolas. As antenas painéis foram instaladas conforme a descrição do item 4.3.1. O sistema de transmissão de dados utilizados foi o via cabo RS485, conforme descrito no item 4.4. Os sensores de temperatura foram instalados conforme descrito no item 4.5 Com o sistema de transmissão de dados funcionando corretamente, sem nenhuma falha, iniciou-se a coleta dos

dados sem interrupção, durante o período de permanência da porca na gestação de gaiolas. Após este período as porcas foram pesadas novamente, analisando posteriormente os dados.

#### 4.14. Estudo para a Modelagem Matemática

A modelagem matemática utilizou dados referentes ao consumo de água e alimentos pelo animal de acordo com a temperatura e umidade do ar. Na granja onde foi realizada a pesquisa, os animais foram alimentados somente uma vez por dia, em um horário rigidamente seguido. Dessa maneira, os fatores ambientais devem ter efeitos visíveis somente por meio do consumo de água pelo animal.

Portanto, o desenvolvimento do programa computacional é importante para receber o sinal enviado pelas antenas, às quais recebem de um *transponder* implantado no animal, que significa a proximidade deste em relação à antena, posicionada estrategicamente próxima ao local reservado para a água. Foram registrados, a cada captação, o número de identificação do animal, data e hora, e ainda a temperatura do local, registrada pelo *data logger*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Migração do *transponder* na ponta da orelha

Para a avaliação da migração do *transponder* na orelha, foi utilizado o teste de hipóteses, onde obteve-se um resultado altamente significativo, verificando a migração do *transponder* na orelha a níveis de significância  $\alpha < 0,01$  %. A tabela 5 mostra um resumo estatístico.

Tabela 5 - Migração do *transponder* nas orelhas dos leitões, de acordo com as coordenadas cartesianas X e Y.

ID número	Xf	Yf	Distância (cm)
D7C3	0,4	0,0	0,40
10CF	0,5	0,6	0,78
5460	0,8	0,3	0,85
6DF4	0,0	0,0	0,00
10A2	0,8	0,2	0,82
2E6C	0,8	0,7	1,06
BC1E	0,3	0,4	0,50
O629	0,3	0,8	0,85

*Xf* = eixo das abscissas; *Yf* = eixo das coordenadas.

De acordo com a análise estatística, verificou-se que houve migração do *transponder* na orelha, com 99% de confiança. Observando a Tabela 2, acima, verifica-se uma variação dos eixos de X e Y, representando que houve uma movimentação do *transponder*, assim como ocorreu no experimento de CAJA (2001). Foi notada também uma difícil cicatrização pois, em alguns leitões, houve rejeição, infeccionando o local de implante, semelhante aos resultados encontrados por JANSSENS et al., (1996) em que 10% dos seus animais apresentaram edema do tecido no local de implante, diferente dos resultados apresentados por CAJA (2001), onde houve uma fácil recuperação do local de implante.

A Figura 40 mostra o resumo da análise estatística da migração do *transponder* na orelha.

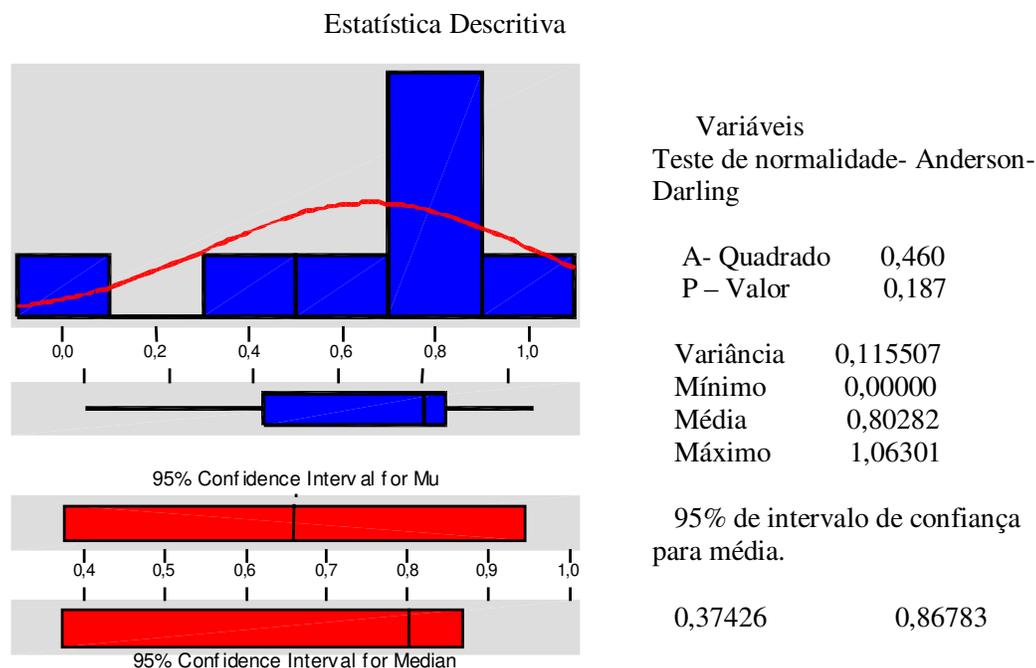


Figura 40 - Análise estatística descritiva, representando a migração do *transponder* na orelha.

Após a verificação da ocorrência de uma migração do *transponder* na orelha, foi feito um outro experimento para verificar o comportamento desta migração.

✓ A forma da evolução da migração

Por meio da medida da migração, observada em um período de 18 dias (Tabela 6), obteve-se, por meio do ajuste do modelo matemático, pelo método de mínimos quadrados, uma função polinomial do segundo grau (eq. 6), onde determinou-se o dia em que ocorreu a maior movimentação do *transponder* em relação a seu crescimento. Pela qual, o coeficiente de ajuste foi de 0,997 o qual mostra um ajuste razoável, conforme mostra a Figura 41.

Tabela 6 – Dados dos dezoito dias do experimento, divididos em quatro blocos de seis em seis dias.

<i>Chip</i>	X	Y	Mod (1-1)	X	y	Mod (1-2)	X	Y	Mod (2-3)	X	Y	Mod (3-4)
D7C3	0,00	0,00	0,00	0,6000	0,2000	0,63250	1,3000	0,3000	1,3342	0,8000	0,2000	0,8246
10CF	0,00	0,00	0,00	0,3000	0,5000	0,58310	0,8000	0,2000	0,8246	0,8000	0,7000	1,0630
6DF4	0,00	0,00	0,00	0,0500	0,2000	0,53850	0,7000	0,5000	0,8602	0,2000	0,3000	0,3606
BC1E	0,00	0,00	0,00	0,0400	0,5000	0,64030	0,9000	0,0000	0,9000	0,6000	0,3000	0,6708
C460	0,00	0,00	0,00	2,2000	0,4000	0,2,2361	0,7000	0,6000	0,9220	0,7000	0,4000	0,8062
629	0,00	0,00	0,00	0,5000	0,2000	0,53850	0,7000	0,2000	0,7280	0,8000	0,3000	0,8544
2E6C	0,00	0,00	0,00	0,4000	0,2000	0,44720	1,2000	0,1000	1,2042	0,3000	0,3000	0,4243
10A2	0,00	0,00	0,00	0,7000	0,4000	0,80620	0,8000	0,7000	1,0630	0,5000	0,5000	0,7071
			0,00			0,8028			0,9795			0,7139

$$Y = -0,0074X^2 + 0,1722X + 0,0092 \quad (6)$$

em que:

Y = representa o deslocamento do *transponder* no eixo vertical

X = representa o deslocamento do *transponder* no eixo horizontal

Tabela 7 – Médias da evolução da migração

<b>Tempo(dias)</b>	<b>Migração média</b>
0	0,0000
6	0,8028
12	0,9795
18	0,7139

Por meio de derivação da equação obteve-se o dia correspondente ao ponto de migração máxima sendo o dia 11,63, estando entre os dias 11 e 12 de vida do leitão. Significando que o comportamento máximo da migração ocorreu na idade do leitão de 12 dias e foi diminuiu a variação da migração a medida que o leitão foi crescendo até aos 18 dias de idade. Pode ser observado este comportamento na Figura 41.

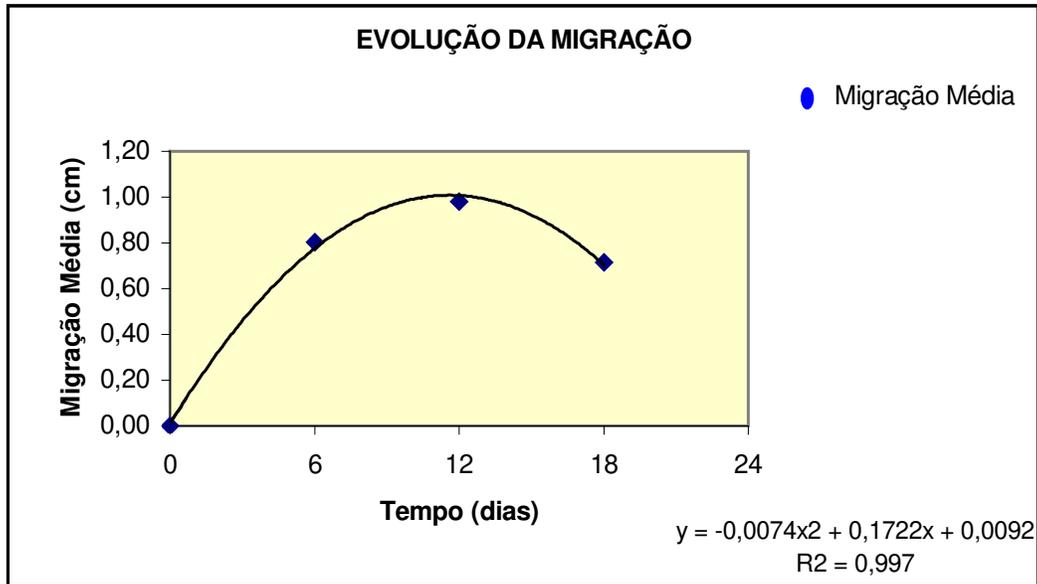


Figura 41 - Evolução da migração média do *transponder* na orelha com o tempo.

- a) Teste do implante do *transponder* acoplado ao brinco na orelha *versus* adaptabilidade do suíno.

Devido a problemas encontrados de instalação do *transponder* e rejeições na ponta da orelha e sabendo ser um local adequado para o experimento por ficar mais próximo da antena, foi testado colocar o *transponder* no interior de um brinco e colocá-lo na ponta da orelha,

Figura 42.



Figura 42 - *Transponder* introduzido no brinco.

O brinco foi adaptado para o leitão, cortando-o para melhor adaptabilidade, no qual, o *transponder* foi fixado com cola de silicone e Super Bonder<sup>®</sup> (que foi a que apresentou melhor resultado).

Este experimento também foi feito com 10 leitões da mesma mãe entre machos e fêmeas com uma hora de vida, num período de 20 dias.

O teste com o brinco foi significativo, pois em 10 leitões identificados com uma hora de vida não ocorreu nenhuma perda, durante um período de 20 dias. Diferente de resultados obtidos por STÄRK et al. (1998), ocorrendo uma perda de 3,7 % dos brincos.

O brinco nas orelhas tem a desvantagem do aumento do custo para o produtor, pois aumenta o valor do brinco além do *transponder*, e tem a vantagem, para o experimento, de ficar na orelha sem nenhuma rejeição. De acordo com experimentos, CLARK, (1996), apresenta a mesma opinião. Diante da análise feita, por STÄRK et al. (1998), concluiu-se que a identificação por brincos apresenta vantagens por ser mais fácil de usar e mais flexível, pois possibilita também a identificação não eletrônica e a reciclagem após o uso para redução de custos.

#### b) Teste de aplicação do *Transponder* na base da orelha *versus* adaptabilidade do suíno

Este teste também foi feito com 10 leitões da mesma mãe entre machos e fêmeas com uma hora de vida, num período de 20 dias.

A instalação do *transponder* na base da orelha foi muito prática e rápida (Figura 43). A instalação foi sempre feita no sentido da cabeça do suíno, pois com o crescimento do animal, o *transponder* não é expelido.

Após os 20 dias com o *transponder* instalado na base da orelha, não ocorreu nenhuma expulsão do *transponder*, assim como aconteceu no experimento de STARK, (1998). Já CAJA (2001) encontrou uma perda de 19,12 %.

A desvantagem da instalação do *transponder* na base da orelha é a maior distância da antena painel. Por este detalhe foi feito outro teste para verificar a eficiência de leitura da antena do *transponder* localizado na base da orelha.



Figura 43 - Implantação do *transponder* na base da orelha.

c) Teste de aplicação do *transponder* na frente *versus* adaptabilidade do suíno

A instalação do *transponder* na frente foi um pouco mais difícil do que o da base da orelha, mas em uma região importante pois fica próximo da antena painel (Figura 44).



Figura 44 - Implantação do *transponder* na frente.

O local onde foram inseridos os *transponders* foram vedados com cola Super Bonder<sup>®</sup> para aumentar a permanência no local de destino (Figura 45).



Figura 45 - Super Bonder<sup>®</sup> no local de inserção do *transponder*.

A perda dos *transponders* foi devido às grades que separam a matriz dos leitões e no instante da mamada o leitão friccionava a frente na grade.

Foram necessárias de duas pessoas para uma melhor instalação do *transponder*, não sendo muito prático para as pessoas que fizeram essa inserção. Dos 20 leitões que foram inseridos os *transponders*, 50 % foram expelidos para fora do local de implante, diferente de CAJA (2001), que obteve 0 % de perdas. McKEAN (2001), testou com o *transponder* da AVID várias posições de implantação no suíno, o qual observou uma fácil aplicação na base do pé.

Sabendo-se das vantagens e desvantagens de cada tipo de aplicação, ainda foi preciso saber qual das posições a antena painel, instalada no local do experimento, consegue captar melhor o sinal do *transponder*. Para saber esta resposta foi feito um outro experimento onde foram testadas as diferentes posições do *transponder* em relação ao sinal da antena painel.

b).Local de Implante do Identificador comparado com a maior frequência de leituras da antena painel

Para a determinação do melhor local de implante do *transponder*, utilizando-se a antena painel, foram utilizados no experimento 12 suínos da raça Landrace com 7 horas de

vida e 12 *transponders* (*transponders*) da marca TROVAN, que contendo um código exclusivo e inalterável, gravado a laser e encapsulado em vidro cirúrgico microrevestido em capa de polipropileno biocompatível medindo 11,5 mm x 2,2 mm. Por ser pequeno, sua implantação no animal é feita com uma seringa, pouco mais grossa que as utilizadas para aplicar vacinas ordinárias e antena do tipo painel 40 cm x 40 cm da TROVAN, tendo um rádio acoplado ao seu sistema de informação. O rádio passará as informações coletadas da antena para o microcomputador.

O experimento foi desenvolvido durante um período de 31 dias, utilizando-se duas instalações diferentes, 20 dias na maternidade e 11 dias na creche. Primeiramente foram selecionados aleatoriamente 12 suínos da raça Landrace com sete horas de vida, entre machos e fêmeas. Implantou-se os *transponders* em três locais diferentes, sendo 4 animais implantados na extremidade superior da orelha, 4 na base da orelha e 4 na frente. A antena foi posicionada na maternidade dentro do escamoteador e na creche no comedouro. Os dados dos *transponders* lidos pelas antenas painéis foram transferidos para o computador por intermédio de rádio frequência, e recebidos por um *software* específico. Durante 31 dias foram coletados os sinais dos *transponders* e armazenados no computador e analisados pela distribuição de frequências.

Pelos resultados obtidos, em relação ao local de implante, observou-se uma maior frequência de leituras quando o *transponder* foi inserido na ponta e base da orelha, principalmente quando os animais encontravam-se na maternidade. Ainda nesta fase, o implante realizado na frente apresentou uma pequena alteração comportamental em relação ao implante na ponta da orelha. Antes da transferência dos animais para a creche, observou-se uma redução nas leituras, causada por perda dos *transponders*, ocasionada provavelmente devido às atividades diárias do animal (amamentação), Figura 46A.

Na creche, foi notória uma redução significativa do implante do *transponder* na frente, devido à perda na fase anterior. Nesse sentido, a baixa frequência de leitura foi devida à dificuldade de captação do sinal pela antena.

Com relação às outras duas posições, observou-se que o local de implante na ponta da orelha apresentou uma perda maior dos *transponders* em relação à base da orelha na fase da creche. Portanto, observa-se que na fase da creche a posição que manteve o maior número de animais com *transponders* implantados foi justamente aqueles localizados na base da orelha,

cabendo ressaltar também que a maior frequência de leituras nessa fase foi para o implante localizado na ponta da orelha (Figura 46B). As Tabelas 8 e 9, apresentam os valores das frequências de leitura captadas pelas antenas A (maternidade) e C (creche).

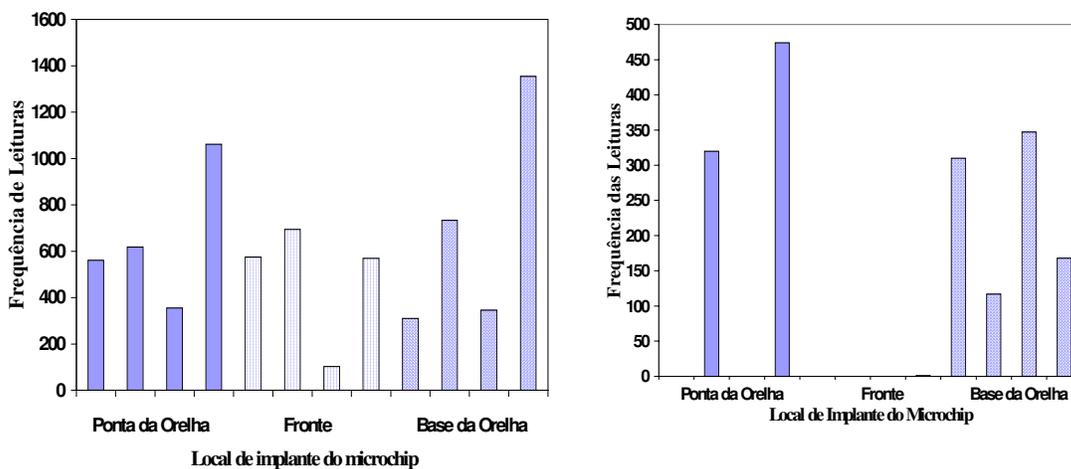


Figura 46 - Representação esquemática da frequência de leituras dos *transponders* em relação ao local de implante e nas fases de maternidade (A) e creche (B)

Tabela 8 - Análise de frequência para a variável “localização do *transponder*” captada pela antena A.

Localização do implante do <i>transponder</i>	$n_i$	$f_i$	$f_{ac}$
Ponta da orelha	2.596	0,36	0,36
Fronte	1.939	0,26	0,62
Base da orelha	2.744	0,38	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>7.279</b>	<b>1</b>	

Tabela 9 – Análise de frequência para a variável “localização do *transponder* captada pela antena C

Localização do implante do <i>transponder</i>	$n_i$	$f_i$	$f_{ac}$
Ponta da orelha	794	0,56	0,56
Fronte	0	0	0
Base da orelha	632	0,44	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>1.426</b>	<b>1</b>	

$n_i$  = número de observações;  $f_i$  = frequência individual e  $f_{ac}$  = frequência acumulada

De acordo com as observações e os testes de frequência, realizados, concluiu-se que para o experimento, o melhor local de implante do *transponder* foi a base da orelha, pois foi um local que apresentou maior praticidade de implantação, não houve rejeição pelo suíno e observou frequência nas leituras.

## 5.2. Programa Computacional

No primeiro período do projeto iniciou-se a estruturação do programa de controle da produção, para isso foi criado o Banco de Dados em Microsoft Access 7.0.

O Banco de Dados possui algumas tabelas que conferiram ao programa grande confiabilidade aos dados; posteriormente, foi necessário que as tabelas fossem atualizadas (devido a problemas que aconteceram durante a implementação do que foi planejado) e ainda a criação de novas tabelas.

Ao mesmo tempo, iniciou-se o teste do programa de leitura dos sinais enviados pelas antenas. A emissão dos sinais por rádio frequência, foi muito influenciada por interferências externas. O mesmo aconteceu com o experimento de SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. (1999), interferências vindas de ondas eletromagnéticas externas e do material em torno do sistema causou erros de até 2,4% em um sistema de "RFID".

Com relação as interferências presentes no sinal transmitido pelos rádios, encontrou-se uma solução consideravelmente viável, na qual, os rádios foram substituídos por cabos de modem que fizeram a conexão com o computador, assegurando dessa maneira os dados.

A Figura 47 mostra o formulário do programa que captou e interpretou tais sinais recebidos.

O primeiro caractere se refere a qual antena que está enviando sinal; dessa maneira, distinguiu-se a localização exata do *transponder* captado. Foram quatro antenas trabalhando simultaneamente, podendo ser A, B, C ou D. Outro parâmetro obtido foi a temperatura, a cada *transponder* gravado.

O programa recebeu o sinal por uma porta de comunicação (COM1 e COM2), cuja opção deve ser selecionada no início da execução do programa. Um botão de comando "Abrir Porta" envia o sinal à antena ou ao *data logger* para obter a resposta dos mesmos. O sinal enviado e recebido recebeu um tratamento de verificação. Data e hora, *transponder* e

temperaturas estão todos concatenados. Feita uma análise dos dados recebidos, foi feita uma separação das informações, posicionando-as corretamente no formulário.

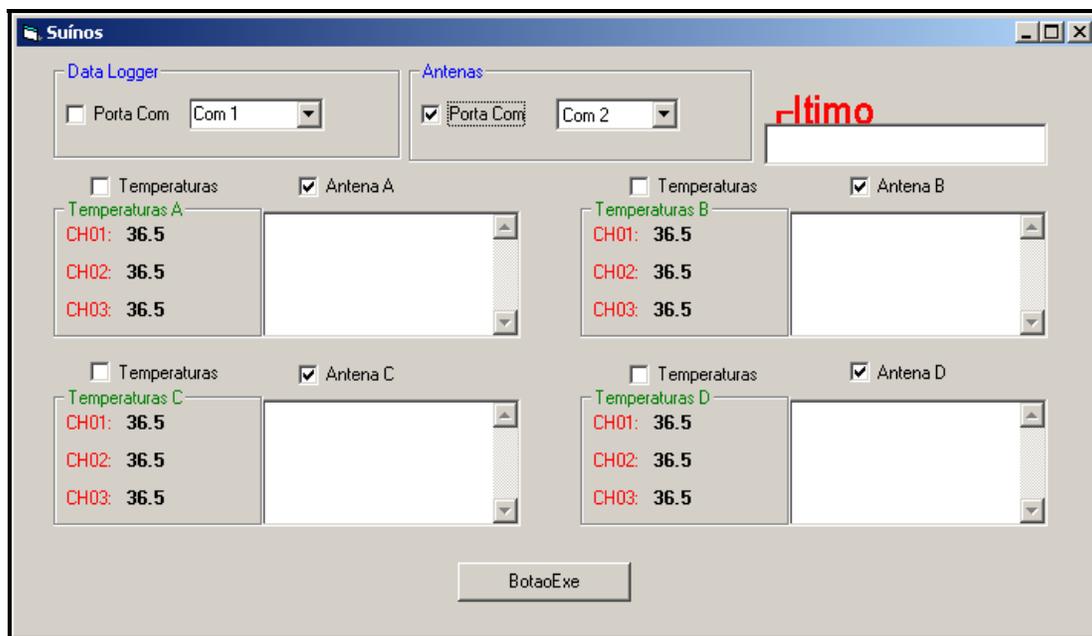


Figura 47 – Programa de Captação de Sinais das Antenas A, B, C ou D, juntamente com a temperatura.

Ao mesmo tempo em que são dispostos na tela, os dados foram armazenados em forma de arquivos textos, já definidos com o nome de “antenaX.txt”, sendo que X pode ser A, B, C ou D, já que foram consideradas quatro antenas em operação. Esta tecnologia de sinais foi testada também por ARTMAN, (1999).

Com relação ao programa de controle da produção, os resultados foram divididos nas seguintes etapas a seguir.

### 5.3.1. Criação do Cadastro de Matrizes

Para dar suporte às próximas etapas, foi criado um formulário que permitiu o acesso a informações sobre matrizes (Figura 48). Para acessar um registro, o usuário pode percorrer todo o arquivo, pelas setas de posicionamento, ou então realizar uma busca por ID, que trará como resultado o animal procurado e todas as suas características particulares.

Figura 48 – Formulário de Cadastro de Matrizes que mostra todos os dados de cada animal, podendo percorrer o arquivo pelas setas de movimentação ou pela Busca, disponível no Menu.

### 5.3.2. Programa de instalação do Leitor Manual

O *software* que acompanha o leitor manual foi desenvolvido em GWBasic e ao compreender como foi feita a comunicação da porta COMM com o leitor, tal recurso foi utilizado no próprio programa desenvolvido, facilitando assim o trabalho do usuário. Este, a princípio, teria que acessar a cada vez o *software* do leitor para criar um arquivo de dados, e a partir desses dados o programa atualizaria o banco de dados. Esta forma direta evita muitos erros que poderiam ocorrer, bem como mantém a idoneidade do programa.

- Formulário da vacinação

Foi o primeiro formulário a ser desenvolvido e que utilizou o conceito de identificação eletrônica. Supondo que vários animais serão vacinados por um mesmo lote de vacinas numa mesma data, o programa foi idealizado de forma que o trabalho do funcionário da granja fosse reduzido. Ao iniciar a vacinação, o funcionário capta o ID de todos os animais vacinados pelo leitor manual. Posteriormente, o usuário do programa “descarrega” no

computador os dados contidos no leitor, e estes já vão sendo inseridos um a um no banco de dados, registrados como Animais Vacinados (Figura 49).

The image shows a software window titled "Vacinação de Animais". It features a form with the following fields and buttons:

- Vacina aplicada:** Text box containing "ABC". Below it is a button labeled "Mudar Vacina".
- Descrição:** Text box containing "Vacina contra Fôliva".
- Data:** Text box containing "20/2/2002".
- ID do Animal:** Text box containing "1111111".
- Buttons on the right:** "Abre Comunicação", "Inserir Animais Vacinados", and "Fechar".
- Buttons at the bottom:** "<<", "<", ">", ">>", "Inserir", and "Excluir".

Figura 49 – Formulário de Vacinação, módulo que já contém conceitos de identificação eletrônica.

- Formulário da inseminação

Seguiu-se o planejamento descrito em “Material e Métodos”, com relação aos machos que produzirão o sêmen utilizado. Para o correto funcionamento do programa, a cada cobertura realizada, foi registrado o ID da matriz e o ID do macho, necessariamente nesta ordem. Seguindo a mesma idéia do módulo de vacinação, os dados foram armazenados no leitor, e posteriormente descarregados somente uma vez no programa. Assim, os dados foram inseridos individualmente, ou seja, a cada par de ID’s de fêmea e macho (necessariamente nesta ordem) é inserida uma cobertura. O número de coberturas totais da fêmea é sempre atualizado, para constar em relatórios de avaliação. E, lembrando, o ID que está armazenado pelo leitor como sendo do macho é um número fictício, que o programa busca e relaciona diretamente com o número verdadeiro do macho (mais detalhes em “Material e Métodos”). No arquivo de Gestação são armazenados os ID’s dos machos que foram utilizados.

Com a mesma filosofia foi desenvolvido um *software* utilizando a identificação eletrônica para aves podendo controlar o comportamento das aves de acordo com as variáveis ambientais, (NÄÄS, 2001).

#### 5.4. Resultado da comparação entre as metodologias de rastreabilidade.

A comparação dessas metodologias de rastreabilidade foram feitas de duas maneiras:

- A metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica foi comparada com a metodologia de rastreabilidade manual por meio da variável “tempo”, e “erro” utilizando para esta análise, o “*Teste T*” de comparação de médias de duas populações, e analisados por meio de um *software* estatístico "Minitab" onde forneceu o gráfico “*Boxplot*”. Este teste foi feito para o manejo de pesagem, detecção do cio, vacinação, inseminação e o tempo gasto de transferência destes dados para o computador.
- Por meio de uma metodologia estatística AHP foi comparada a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual e uma outra metodologia de rastreabilidade onde se une as duas chamada de mista.
- ✓ Aplicação da metodologia do AHP para a comparação dos sistemas (Manual, eletrônico e Manual e eletrônico)

Para comparar três sistemas (alternativas) de identificação e rastreamento de acordo com critérios qualitativos, foi necessário utilizar o método do AHP.

Os sistemas (alternativas) são: sistema eletrônico (utilizando *transponder* e leitora manual), sistema manual (utilizado na granja, usando fichas de controle) e o sistema eletrônico misto (manual e eletrônico) (as informações quantitativas como o peso, seriam anotadas em fichas de controle). Para que um sistema seja considerado bom, ele deve atender a critérios que, tanto o mercado, o gerente, o dono de uma granja de suinocultura, os pesquisadores e os operários, considerem de fundamental importância na decisão de implantá-lo.

Os critérios considerados são: segurança e confiabilidade nas informações de todo o manejo da granja, praticidade na utilização do sistema e rapidez na coleta e armazenamento dos dados adquiridos no manejo da granja.

Como o gerente da granja tem acompanhado todo o estudo e a metodologia de implantação do sistema eletrônico e mais do que ninguém conhece o sistema utilizado na granja (sistema manual), foi submetido ao questionário de comparações paritárias.

Para se ter uma maior confiabilidade, as duas pesquisadoras envolvidas no projeto, também foram submetidas ao questionário.

Por se tratar de opiniões pessoais e incondicionalmente subjetivas, encontrou-se uma certa dificuldade na realização das comparações e no momento de se determinar a intensidade de importância para cada critério e alternativa. Portanto o método teve de ser repetido várias vezes para que a resposta obtida estivesse logicamente relacionada e com o fator de consistência das matrizes menor que 10%.

As matrizes e as operações matemáticas foram feitas utilizando a planilha eletrônica *Excel. 7.0* Para exemplificar, os cálculos estão abaixo um exemplo de cálculo completo:

Exemplo de cálculo utilizando o questionário feito com uma das pesquisadoras interligada ao experimento.

Tabela 10 - Matriz de critérios (intensidade de importância)

	Segurança	Praticidade	Rapidez
Segurança	1	5	8
Praticidade	1/5	1	3
Rapidez	1/8	1/4	1
Soma da coluna	1,325	6,25	12

Tabela 11 - Matriz normalizada de critérios

	Segurança	Praticidade	Rapidez
Segurança	0,754717	0,8	0,666667
Praticidade	0,150943	0,16	0,25
Rapidez	0,09434	0,04	0,083333

A classificação (vetor) de critérios, média aritmética de cada linha da matriz normalizada:

Segurança	0,740461
Praticidade	0,186981
Rapidez	0,072558

Tabela 12 - Matriz de alternativas para o critério Segurança

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	1	8	4
Manual	1/8	1	1/3
Eletrônico e Manual	1/4	3	1
soma	1,392857	12	5,333333

Tabela 13 - Matriz normalizada de Segurança:

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	0,717949	0,666667	0,75
Manual	0,102564	0,083333	0,0625
Eletrônico e Manual	0,179487	0,25	0,1875

“Ranking” (vetor) de alternativas para o critério Segurança, média aritmética de cada linha da matriz normalizada:

Eletrônico	0,711538
Manual	0,082799
Eletrônico e Manual	0,205662

Tabela 14 - Matriz de alternativas para o critério Praticidade

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	1	5	3
Manual	1/5	1	1/2
Eletrônico e Manual	1/3	2	1
soma	1,533333	8	4,5

Tabela 15 - Matriz normalizada de Praticidade

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	0,652174	0,625	0,666667
Manual	0,130435	0,125	0,111111
Eletrônico e Manual	0,217391	0,25	0,222222

“Ranking” (vetor) de alternativas para o critério Praticidade, média aritmética de cada linha da matriz normalizada:

Eletrônico	0,647947
Manual	0,122182
Eletrônico e Manual	0,229871

Tabela 16 - Matriz de alternativas para o critério Rapidez

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	1	9	4
Manual	1/9	1	1/4
Eletrônico e Manual	1/4	4	1
Soma	1,361111	14	5,25

Tabela 17 - Matriz normalizada de Rapidez

	Eletrônico	Manual	Eletrônico e Manual
Eletrônico	0,734694	0,642857	0,761905
Manual	0,081633	0,071429	0,047619
Eletrônico e Manual	0,183673	0,285714	0,190476

A classificação (vetor) de alternativas para o critério Rapidez, média aritmética de cada linha da matriz normalizada:

Eletrônico	0,713152
Manual	0,066893
Eletrônico e Manual	0,219955

Tabela 18 - Matriz alternativas x Critérios

	Segurança	Praticidade	Rapidez
Eletrônico	0,711538	0,647947	0,713152
Manual	0,082799	0,122182	0,066893
Eletrônico e Manual	0,205662	0,229871	0,219955

Solução (resultado da multiplicação da matriz alternativas x critérios pelo vetor do “ranking de critérios):

Eletrônico	0,699765 (primeiro)
Manual	0,089009 (terceiro)
Eletrônico e Manual	0,211226 (segundo)

Os resultados dos questionários foram analisados e discutidos posteriormente.

5.4.1. Resultado da comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo do “Peso”, por meio da variável “Tempo”.

Por meio da análise estatística, utilizando o “*Teste T*” para a comparação das médias de duas populações, Tabela 19, e aplicando este resultado a um *software* estatístico

"Minitab<sup>®</sup>", onde esse forneceu os resultados representado no gráfico "*Boxplot*" (Figura 52), verificou-se que a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica foi mais rápida do que metodologia de rastreabilidade manual, para o manejo de pesagem. Podendo-se observar detalhadamente estas diferenças, logo abaixo.

A Tabela 19 mostra o número de dados (N), a média em segundos, o desvio padrão (D.p) e o desvio padrão da média (D.p.m) da comparação das duas metodologias (manual e eletrônica) para a pesagem. Podendo-se observar uma grande diferença na média do tempo gasto para anotar os dados do manejo na ficha de papel e o tempo gasto para registrar o manejo na antena manual.

Tabela 19: Dados estatísticos para a ação "pesagem".

	N	Média / seg.	D.p	D.p m
Manual	20	19,5	16,4	3,8
Eletrônica	20	6,75	5,49	1,2

Os Sistemas foram avaliados por meio do *Teste T* de comparação de médias de duas populações, obtendo-se o P-valor igual a 0,0042.

Ao nível de significância de 0,05, rejeita-se a hipótese de que os tempos médios entre os sistemas são iguais, em outras palavras, há diferença em tempo entre os dois sistemas pode-se afirmar com 95% de segurança. O gráfico *Boxplot*, fornecido pelo *software* estatístico "Minitab", que comparou as duas metodologias está representado na Figura 50.

Os dados acima que representam o tratamento "eletrônico", de comparação entre as duas metodologias citadas, comprovam que para a metodologia de rastreabilidade manual, a maioria dos dados estão concentrados dentro da "caixa", variando entre 10 a 20 segundos, sendo que a média dos dados representado no gráfico pelo ponto, em cor vermelha, representou 20 segundos, apresentou muitos dados fora da "caixa", ocorrendo o deslocamento de média para um valor mais alto (20 s), devido à assimetria da curva normal. Mesmo assim, observando no gráfico a "caixa", dos dados da metodologia eletrônica verifica-se que a maioria dos dados estão concentrados entre 4 a 9 segundos, e podendo representar a média dos dados em torno de 6 segundos.

Boxplots comparativo para os sistemas (pesagem)

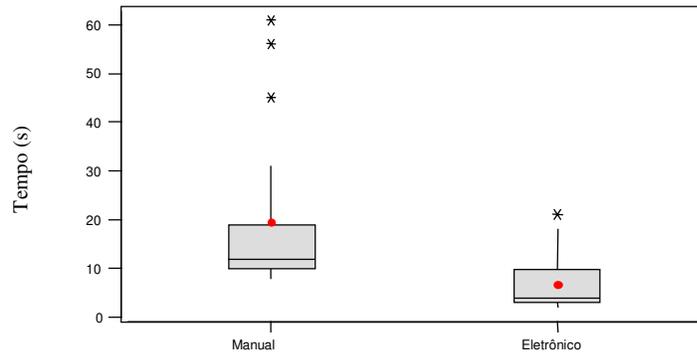


Figura 50 - Gráfico *Boxplot* comparativo para a ação “peso”.

5.4.2. Resultados da Comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo do “Vacinação”, por meio da variável “Tempo”.

Por meio da análise estatística, utilizando o “*Teste T*” para a comparação das médias de duas populações (Tabela 20) e aplicando esse resultado ao *software* “Minitab”, onde esse forneceu os resultados representados no gráfico “*Boxplot*”, verificou-se que a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica foi mais rápida do que metodologia de rastreabilidade manual, para o manejo de vacinação. Podendo-se observar detalhadamente estas diferenças, logo abaixo.

A Tabela 20, mostra o número de dados (N), a média em segundos, o desvio padrão (D.p) e o desvio padrão da média (D.p.m) da comparação das duas metodologias (manual e eletrônica) para a vacinação. Podendo-se observar uma pequena diferença na média do tempo gasto para anotar os dados do manejo na ficha de papel e o tempo gasto para registrar o manejo na antena manual, porém ocorreu um maior variação entre os dados representado pelo D.p.m.

Tabela 20: Dados estatísticos para a ação “vacinação”.

	N	M	D.p	D.p da média
Manual	<b>20</b>	<b>15,6</b>	<b>12,9</b>	<b>2,9</b>
Eletrônica	<b>20</b>	<b>16,6</b>	<b>20,2</b>	<b>4,5</b>

Os sistemas foram avaliados por meio do *Teste T* de comparação de médias de duas populações, obtendo-se o P-valor igual a 0,84.

Ao nível de significância de 0,05, rejeita-se a hipótese de que os tempos médios entre os sistemas são iguais, em outras palavras, há diferença em tempo entre os dois sistemas podendo afirmar com 95% de segurança. O gráfico *Boxplot* está representado na Figura 51.

Nesse caso, segundo a análise estatística, os tempos gastos nos dois sistemas foram considerados iguais. Mas, analisando os dados do sistema eletrônico, verificou-se que apresenta muitos valores de tempo com poucas chances de ocorrer, o que ocasionou o deslocamento da média para um valor bem mais alto. Contudo nota-se, no gráfico do *Boxplot* que a "caixa" desse sistema situa-se abaixo da "caixa" do sistema manual. Portanto, considera-se que esses dados foram muito variáveis para efeito de comparação.

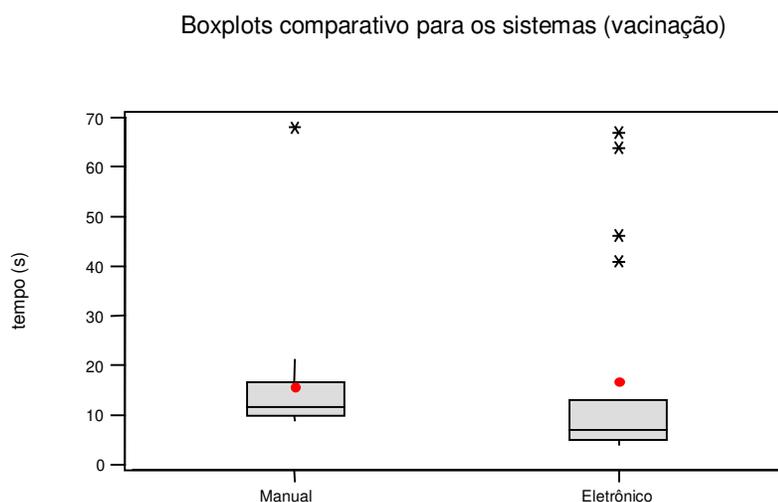


Figura 51 - Gráfico *Boxplot* comparativo para a ação “vacinação”

5.4.3. Resultado da comparação entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual para o manejo da “Inseminação”, por meio da variável “Tempo”.

Por meio da análise estatística, utilizando o “*Teste T*” para a comparação das médias de duas populações, Tabela 21, e aplicando este resultado ao "Minitab", onde este forneceu os resultados representado no gráfico “*Boxplot*”, verificou-se que a metodologia de

rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica foi mais rápida do que metodologia de rastreabilidade manual, para o manejo da Inseminação. Podendo-se observar detalhadamente estas diferenças, logo abaixo.

A Tabela 21 mostra o número de dados (N), a média em segundos, o desvio padrão (D.p) e o desvio padrão da média (D.pm) da comparação das duas metodologias (manual e eletrônica) para a inseminação. Podendo-se observar uma enorme diferença na média do tempo gasto para anotar os dados do manejo na ficha de papel e o tempo gasto para registrar o manejo na antena manual.

Tabela 21 - Dados estatísticos para a ação “inseminação”.

	N	M	D.p	D.p da média
Manual	20	18,4	3,47	0,78
Eletrônica	20	5,6	2,33	0,52

Os sistemas foram comparados por meio do teste T para duas populações, obtendo-se o P-valor igual a 0,0000.

Ao nível de significância de 0,05, rejeita-se a hipótese de que os tempos médios entre os sistemas são iguais, em outras palavras, a diferença em tempo entre os dois sistemas é significativa ao nível de 5% de significância (Figura 52).

O tempo gasto para a leitura no sistema eletrônico foi muito menor. Pelo gráfico *Boxplot* percebe-se que não houve dados discrepantes, o que validou ainda mais essa análise.

Na coleta dos dados, a posição das porcas nas gaiolas influenciou muito, em ambos os sistemas. Quando o animal estava deitado com o brinco ou o *transponder* virado para baixo, o tempo foi muito maior, pois era necessário fazer com que ele se levantasse para efetuar a leitura. Porém se for levado em conta o tempo gasto apenas para anotar o número do brinco, este é maior que o tempo gasto pela antena manual ler o *transponder*, que é de aproximadamente 2 s.

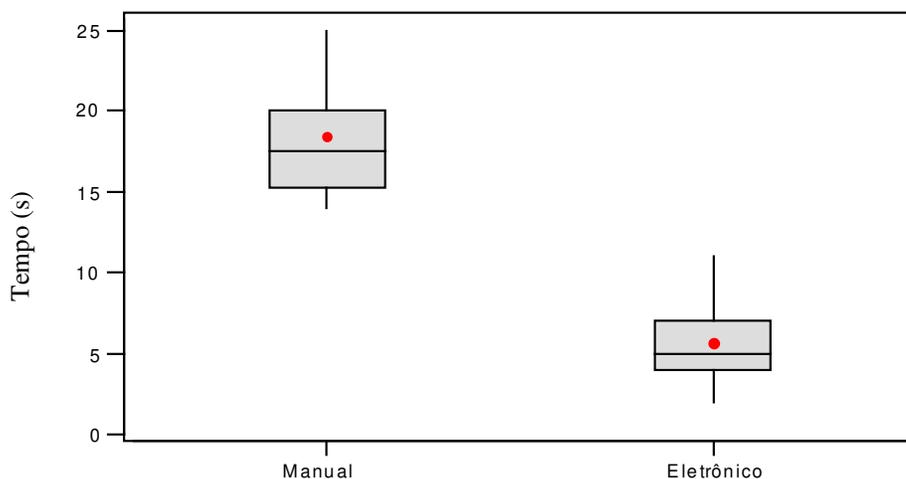


Figura 52 - Gráfico *Boxplot* comparativo para a ação “inseminação”

Nesse estudo não foi considerado o tempo de aplicação do brinco nem do *transponder*, mas segundo FERREIRA & MEIRELLES (2002), o brinco é de aplicação mais rápida em bovinos, considerando que os animais já estejam contidos no tronco, facilitando o trabalho da equipe.

Se for considerada a facilidade de leitura, a eletrônica é mais fácil e prática, pois alguns brincos podem estar sujos ou com números com difícil leitura. Entretanto, pode-se usar os dois sistemas ao mesmo tempo, pois, de acordo com STÄRK et al. (1998), o brinco com o *transponder* acoplado possibilita as duas formas de identificação, diminuindo a chance de erros na leitura.

As atividades quantitativas, como peso, conversão alimentar, quantidade de leitões nascidos mortos e outros, precisam ser anotadas uma vez que a antena manual só armazena o número do chip.

O sistema utilizando a identificação eletrônica funciona para atividades qualitativas. (Quais porcas foram vacinadas?, Quais porcas entraram no cio?, Quais porcas foram inseminadas?).

Os dois sistemas precisam ser misturados no decorrer das atividades de manejo, sendo criada uma nova metodologia de rastreabilidade (mista).

5.4.4. Resultado da comparação entre os tempos de transferência dos dados para o computador entre a metodologia de rastreabilidade utilizando a identificação eletrônica com a metodologia de rastreabilidade manual.

O tempo que a funcionária da granja gastou para digitar os dados das vinte porcas no computador foi de 3 minutos e o tempo gasto para a antena descarregar os dados foi de apenas 13 segundos, ou seja, muito menor.

5.5. Resultado da comparação entre as três metodologias de rastreabilidade (manual, eletrônica e mista) pelo AHP.

Comparando as três metodologias por meio do AHP, verificou-se pelos cálculos do fator de consistência (C.I. / R.I.), explicado anteriormente, que os valores de todas as matrizes estão logicamente relacionados, indicando que o sistema eletrônico é o melhor dos três sistemas, já que apresenta um valor muito maior, em segundo lugar ficou o sistema eletrônico concomitantemente com o sistema manual (misto) e em último, o sistema manual.

Esse modelo não levou em conta o custo de cada sistema, esse critério poderia alterar a solução final, porém deve ser considerado antes de implantar um dos sistemas.

A solução do modelo foi a seguinte: Solução (resultado da multiplicação da matriz alternativas x critérios pelo vetor do “ranking de critérios):

Eletrônico	0,661258 (primeiro)
Manual	0,079025 (terceiro)
Eletrônico e Manual	0,259717 (segundo)

A solução encontrada foi aproximadamente a mesma da anterior, apenas com algumas diferenças nos valores de intensidade, neste caso, o sistema eletrônico concomitantemente com o manual, obteve um resultado um pouco melhor.

Por meio da análise dos dois testes utilizados para comparar as metodologias de rastreabilidade, resultou de uma maneira geral que a metodologia de rastreabilidade que obteve melhor resultado foi a que misturou os dois sistemas. Sendo que só com a utilização da identificação eletrônica não foi suficiente para registrar todos os dados de manejo, mas aumentou significativamente a agilidade e praticidade e segurança, na metodologia manual. Concluiu-se que ambos os sistemas possuem problemas técnicos, mas o de identificação

eletrônica ainda se sobressai, pelo fato de poder automatizar a produção e a coleta de dados dos animais facilitando assim no gerenciamento da fazenda, desde o nascimento do animal até o abate passando pela prevenção de doenças.

5.6. Eficiência da rastreabilidade do grupo quando comparada com a rastreabilidade individual.

Para a escolha do número correto da amostra foi necessário escolher a precisão da estimativa desejada. Neste caso foi escolhido um número que representasse o menor erro possível para melhor estimativa. Quanto maior o número da amostragem menor será o erro embutido, e quanto menor o número de amostragem, maior será o erro incorporado. Sendo assim foi escolhido um erro aceitável de 0,34 acrescido ou subtraído na média dos pesos da amostra. Podendo ser observado abaixo.

$$\bar{P} \pm Erro \text{ ou } (\bar{P} - Erro < \bar{P}_{populacional} < \bar{P} + Erro) = IC = 95\%$$

Onde:

$\bar{P}$  = Média dos pesos da amostra;

Erro = Erro de amostragem escolhido, 0,34 para mais ou para menos;

IC = Intervalo de confiança desejado.

Foi escolhido o intervalo de confiança de 95 % para a garantia de que a amostra representasse o grupo, e com 5 % de probabilidade da amostra não representar o grupo.

Após a escolha do melhor valor para o erro, foi feita uma amostra piloto utilizando-se 5 animais, onde foi extraído desta, a variância estimada e , por consequência, o desvio padrão amostral (dp).

Por meio da eq. 7, utilizando o erro escolhido, e o desvio padrão da amostra piloto, calculou-se o número da amostra que melhor representou o grupo.

(7)

$$n = \left( \frac{1,96 \ dp}{Erro} \right)^2$$

em que:

n = número da amostra;

dp = desvio padrão estimado pela amostra piloto; e

Erro arbitrário = escolhido pelo proprietário.

Para saber “quais” os animais que receberam determinadas ações para ter um maior controle do plantel e precisão na tomada de decisões é necessário que cada animal seja identificado eletronicamente.

Quando se trata de “quantos” animais, a amostragem do grupo pode ser uma saída para facilitar o trabalho e obter informações tão seguras quanto se todo o grupo fosse submetido à verificação. Uma vez que estes dados terão que ser anotados.

O cálculo do número correto de amostragem foi feito utilizando eq.8:

$$n = \left( \frac{1,96 \cdot 0,669}{0,34} \right)^2 \quad n = 15 \quad (8)$$

em que:

n = Número da amostra;

dp = Desvio padrão estimado pela amostra piloto (0,669); e

Erro = Escolhido pelo proprietário (0,34).

A amostra que melhor representou o grupo com 95% de garantia e com um erro de 0,34 , foi a de 15 animais.

Caso o proprietário decida aumentar o valor do erro para 0,5 utilizando o mesmo desvio padrão, terá uma amostragem de 7 animais. Aumentando o erro para 1 terá uma amostragem de 4 animais. Assim o proprietário pode escolher o número da amostra de acordo com a precisão que deseja, diminuindo ou aumentando o número de animais.

Para validar o número da amostra escolhida, foram feitos vários testes de comparação. Como pode ser observado na Tabela 22, a comparação da atividade quantitativa "peso" em grupo e em amostragem não houve diferença significativa pelo teste T.

Tabela 22 - Resultado das médias feitas pelo teste T.

Média peso Grupo		Média peso amostra	
Peso inicial	5,304	Peso inicial	5,626667
dp	0,791011	dp	0,669186
cv	0,625698	cv	0,44781

Como as diferenças das médias foram menores que o teste T (Tabela 23), não há diferença estatística entre os dados, ou seja, a amostra de 15 animais representa o grupo de 50 animais, quando a atividade é quantitativa.

Tabela 23- Resultado do teste de T

Teste T	Diferença das médias
0,617504	0,322667

Pode observar pela Figura 53, o comportamento dos pesos dos animais em grupo e na amostra. Os dados tiveram um comportamento parecido na média assim, a amostra representou o grupo.

Após 20 dias foram feitos os testes novamente com o peso final dos leitões, obtendo-se o mesmo resultado pelo teste T (Tabela 24).

Tabela 24 - Resultado das médias dos pesos finais, utilizando o teste T.

Média peso Grupo		Média peso amostra	
Peso final	7,154	Peso final	6,72
dp	1,399739	dp	0,672097
cv	1,959269	cv	0,451714

Como as diferenças das médias foram menores que o teste T (Tabela 25), não há diferença estatística entre os dados, ou seja, a amostra de 15 animais representa o grupo com 50 animais quando a atividade é quantitativa.

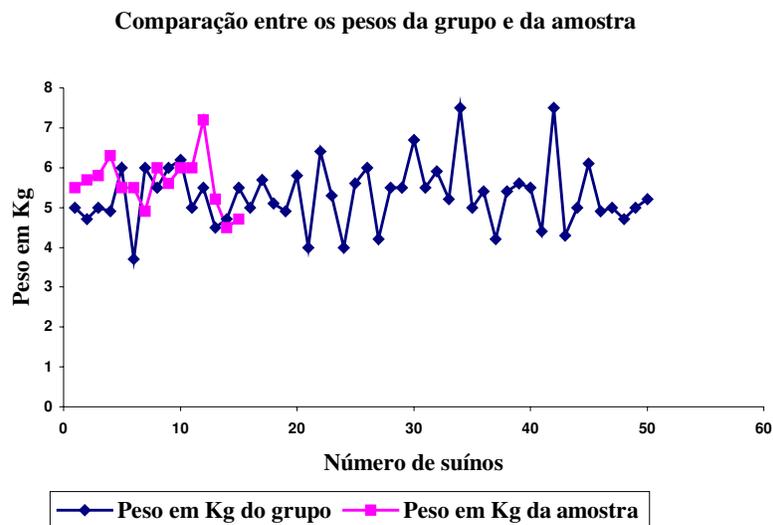


Figura 53 - Gráfico mostrando o comportamento dos dados de pesos em grupo comparado com a amostra.

Tabela 25 - Resultado do testeT

TesteT	Diferença das médias
0,789745	0,434

Foram feitas as conversões alimentares para o grupo e para a amostra, comparando assim os resultados (Tabela 26).

Tabela 26 - Resultado das conversões alimentares do grupo e da amostra.

Grupo		Amostra	
Diferença do peso (final e inicial)	1,85	Diferença do peso (final e inicial)	1,094
Ração consumida dia por kg de carne	3,027027	Ração consumida dia por kg de carne	5,11883
Conversão alimentar kg de ração / kg de carne	2,8 kg / 0,925Kg	Conversão alimentar kg de ração / kg de carne	2,8 kg / 0,54kg

Nesse caso o produtor poderá optar pela identificação eletrônica dos animais em grupo ou individual. Escolhendo a identificação em grupo terá a possibilidade de escolher o tamanho do erro que estará embutido na sua amostragem. É claro que a identificação individual é mais

precisa. A escolha vai depender do poder aquisitivo do produtor ou da precisão dos dados que ele precisa.

Ciente da importância do assunto DISNEY (2001), verificou que a identificação individual de animais é uma consideração importante para muitos países para melhorar sistemas de rastreamento animal. A análise apresentada pelo autor fornece um conceito da relação benefício-custo para avaliar a utilidade econômica de sistemas de identificação de animais melhorados, projetada para reduzir as conseqüências de doenças de animais estrangeiros. Em contraste, os resultados de estudos feitos por AMMENDRUP, 2001 e FRANCO, 2002 semelhantes em suínos mostram que os benefícios econômicos não são suficientes justificar melhorias em sistemas de identificação animais.

4.1.Resultado do comportamento da porca na fase de gestação de gaiolas *Versus* variáveis climáticas utilizando a identificação eletrônica.

Como os dados coletados representavam o comportamento das porcas, durante o período de gestação de gaiola, não deveriam ocorrer interrupções na coleta, pois dessa forma, perder-se-iam informações valiosas. Assim, nesse período necessitou-se iniciar o experimento várias vezes, devido a problemas relacionados principalmente com as freqüentes quedas da energia na granja.

Apesar de ter sido utilizado um "no-break", interligado ao sistema elétrico, também ocorreu a perda de dois equipamentos mediante interrupção no funcionamento, o que de certa forma, interrompeu a condução do experimento.

A interrupção do funcionamento do *data logger* pode ser devido às constantes interrupções no fornecimento de energia, as quais provocaram avarias no mesmo, tendo que novamente interromper a condução do experimento para manutenção dos equipamentos. Assim sendo, como o sistema não funcionava na ausência do *data logger*, o experimento ficou interrompido por alguns dias até concluir a manutenção dos equipamentos.

O computador mesmo sendo acoplado a um filtro de linha, estabilizador e "nobreak", também apresentou problema, tendo que ser trocado por um outro, o que de certa forma interrompeu o experimento para efetuar a troca do equipamento.

Em relação ao sistema RS485, devido à constante poeira e umidade dentro do galpão, houve uma grande dificuldade em se isolar as pequenas placas de circuito impresso, onde fica

programado o sistema. Por esse motivo, até encontrar a melhor maneira de isolamento desses componentes, o experimento também teve que ser interrompido algumas vezes, pois diga-se de passagem, só depois de iniciado a implantação do sistema é que pode-se observar as falhas. Foram várias as vezes que se interrompeu o experimento devido a ocorrência de problemas inesperados e que provocaram o atraso na coleta dos dados.

Utilizou-se para desenvolver a equação, o método estatístico do modelo de regressão saturado, onde forneceu o comportamento da porca de acordo com as variáveis climáticas. Como a matriz, na fase de gestação de gaiola, alimenta-se todos os dias no mesmo horário, a frequência de ida ao comedouro é 100% no horário em que é fornecida a alimentação. Período que inicia-se às 07:00 da manhã e finaliza às 08:00 da manhã. Sendo assim, este modelo representa somente a frequência de ida ao bebedouro de acordo com as variáveis climáticas.

O modelo forneceu a frequência de ida ao bebedouro nas diferentes fases do dia. Forneceu também a frequência média ocorrida na zona de termoneutralidade, da porca nesta fase. (eq. 9).

$$C = 932 - 1,44.Tbs.TG - 1,02TG.UR + 0,0427.Tbs.TG.UR \quad (9)$$

em que:

C = frequência média de ida ao bebedouro;

Tbs = temperatura de bulbo seco em °C;

UR = umidade relativa; e

TG = temperatura de globo negro em °C.

O teste para cada parâmetro abaixo (Tabela 27), mostra que cada um é altamente significativo (inclusive para um nível de significância bem rigoroso de 0,01).

A análise apresentou um desvio padrão para o modelo de 23,97 e um coeficiente de ajuste ( $r-sq = 81,8\%$ ), que mede o quão bem ajustado está o modelo, sendo que o valor máximo é de 100%. Foi feito a análise de variância, obtendo-se os dados da Tabela 28.

Tabela 27 - Parâmetros fornecidos pelo teste de regressão, utilizado no modelo

Predictor	Coef	SE Coef	T	P-valor
Constante	931,9	105,9	8,80	0,000
Tbs*tg	-1,4366	0,1930	-7,44	0,000
Tg*ur	-1,0168	0,1356	-7,50	0,000
tbs*tg*u	0,042688	0,005642	7,57	0,000

Tabela 28 - Resultados da análise de variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P-valor
<b>Regressão</b>	3	134694	44898	19,53	<b>0,000</b>
Residual Error	13	29884	<b>2299</b>		
Total	16	164578			

O p-valor desse teste mostra que o modelo tem pelo menos um parâmetro significativo, conforme visto anteriormente que, na verdade, todos os parâmetros neste modelo presente são altamente significativos (a um nível de significância de 0,01). O modelo é válido, usando-se as variáveis climáticas da região, para porcas em gestação de gaiolas, tem-se a frequência de ida ao bebedouro.

As pressuposições do modelo estatístico de regressão foram todas verificadas por meio das análises de resíduos: homocedasticidades a variância (variância constante – estabilizada), normalidade independência dos resíduos.

Foi feito um teste de validação do modelo onde foram inseridos os dados médios dos valores dos períodos utilizados de tg, ur e tbs onde pôde ser observado o comportamento da porca na zona de termoneutralidade e fora da zona de termoneutralidade, (vide eq.8).

Observando as médias diárias dos dados coletados no experimento, verificou-se que somente dois dias apresentaram valores de temperatura e umidade dentro da zona de termoneutralidade. O restante dos dias ficaram na zona crítica, considerando que a zona de termoneutralidade ótima para porca, está entre 12°C a 20 °C com umidades entre 50% a 70% de acordo com, ESMAY (1982), HAHN (1987), POMAR et al. (1991), NIENABER et al. (1996). Observa-se no anexo 3, que somente os dias 15 e 14 do experimento ficaram com temperaturas e umidades dentro dessa faixa. Aplicou-se os dados na equação e

obteve-se o comportamento, “ frequência média diária” das porcas, podendo ser observado também com detalhes no anexo 3.

O gráfico *Boxplot* obtido pelo *software* estatístico "Minitab", fornece o comportamento das porcas dentro da zona de termoneutralidade e fora da zona de termoneutralidade, como pode ser observado na Figura 54.

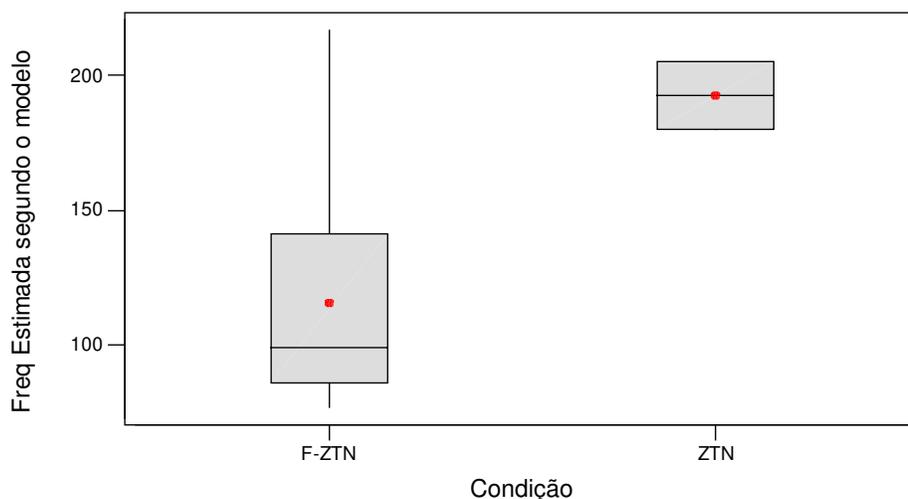


Figura 54 - Padrão comportamental através da frequência estimada do modelo para as condições ambientais: na Zona de Termo-neutralidade (ZTN) e fora desta (F ZTN).

Pode-se observar pelo gráfico que a "caixa" que está representando os dois dados da zona de termoneutralidade está bem acima da outra "caixa" que está representando os dados fora da zona de termoneutralidade. Observa-se que a frequência de ida ao bebedouro na Zona de termoneutralidade foi maior quando comparado com os dados fora da zona de termoneutralidade. Como a alimentação da matriz é fornecida no mesmo local onde distribui a água, mas em horários diferentes, não pode afirmar que a matriz foi ao bebedouro para tomar água. Só pode afirmar que ela estava no bebedouro.

Com este modelo pode-se obter as frequências médias diárias de ida ao bebedouro de acordo com as variáveis climáticas. Utilizando-se a identificação eletrônica como uma ferramenta indispensável. Vários autores vem trabalhando em obter a resposta do animal em relação a variação do ambiente e muitos utilizam de sistemas automáticos para obter esta informação. Foi feito um estudo parecido por SCHWARTZKOPF & GENSWEIN et al.

(1999) onde validaram um sistema de identificação por rádio frequência para monitoramento dos modos de alimentação do gado nas baias, baseado na frequência de idas ao comedouro.

## 6.CONCLUSÕES

O trabalho permitiu avaliar a interação entre o comportamento de matrizes de suínos em função dos dados de ambiente utilizando a identificação eletrônica.

a) Os resultados permitiram concluir que os melhores locais de implante do *microchip* são a ponta e a base da orelha, devido ao maior número de leituras obtidas no experimento. Portanto, é indicado o implante na base da orelha por se tratar de um local de fácil implantação e de difícil contato com os outros animais, o que foi comprovado pela manutenção dos *transponders* nos animais. Já na ponta da orelha, houve um maior número de perdas devido aos desgastes ocasionados pelas atividades dos animais.

b) O programa compatível desenvolvido para este experimento gerenciou todas as informações necessárias para a granja.

c) O melhor sistema de rastreabilidade a ser utilizado em uma granja de suínos vai depender das prioridades do gerente da granja, sendo que o que apresentou maior rapidez, praticidade e segurança na obtenção dos dados, foi o sistema misto, em que utilizou a identificação eletrônica, para obtenção de dados qualitativos, juntamente com as anotações em fichas de papel, para obtenção de dados quantitativos.

d) Para maior facilidade e rapidez de aquisição dos dados de manejo quantitativos, pode-se utilizar uma amostra para representar o grupo. Esta amostra vai depender da disponibilidade financeira do produtor. Quanto maior o número da amostra menor será o erro incorporado e vice-versa.

e) O uso da identificação eletrônica em conjunto com um sistema de aquisição dos dados de comportamento, para estudar o comportamento da preferência térmica e espacial do suíno foi importante devido a não necessidade da presença de uma pessoa para medir esses dados, e conseqüentemente, os dados foram adquiridos com maior precisão sem interferência no comportamento do suíno. Em trabalhos futuros serão utilizadas câmeras, para maior conhecimento dos dados.

## **ANEXO I**

Tabela 1 - Características gerais do plantel da granja Querência, no período de Julho a Dezembro de 2000

<b>Características</b>	<b>PGQ</b>	<b>DPL</b>	<b>DP</b>	<b>DMAT</b>
Matrizes	1000			
Reprodutores	13			
Marrãs	0			
Descartados	40			
Leitões / maternidade	1.276			
Leitões / engorda	5.827			
Total geral	9.807			
Leitões transferidos		9.741		
Idade média em dias		53		
Peso médio em (kg)		15		
Ganho de peso diário (kg)		0,288		
Morte/ engorda (total)		172		
Mortalidade média (%)		1,7		
Leitões acabados (total)		8.998		
Dif. Acabados – vendidos		413		
Idade de venda (dias)			150,63	
Peso de venda (kg)			93,57	
Ganho de peso diário (kg)			0,621	
Leitão vendido porca ano			22	
Consumo total de ração (ton)			2.932,46	
Conversão alimentar rebanho			2,27	
Número de partos			1.083	
Média de nascidos				11
Média de nascidos vivos				10
Nascidos mortos (%)				4,65
Mumifica-dos (%)				1,51
Mortalidade média (%)				7,28
Peso médio de desmame (kg)				5,68
Ganho peso diário (kg)				0,295
Média de desmamados por porca				9
Morte total na creche (%)				1,61
Desmamados por porca ano				23
Partos por porca ano				2,45
Intervalo entre partos(dias				149,2
Idade média de desmame (dias)				19
Nascidos vivos/porca/ano				25

## **ANEXO II**

Tabela 1 - Características das porcas utilizadas no experimento feito na gestação de gaiolas.

<b>Características</b>	<b>Porca 1</b>	<b>Porca 2</b>	<b>Porca 3</b>	<b>Porca 4</b>
Brinco	2945	2819	2905	2820
Raça	F1000	F1000	F1000	F1000
Nascimento	25/10/2001	10/10/2001	25/10/2001	10/10/2001
Nº Coberturas	3	3	3	3
Nº Partos	2	2	2	2
Data Inseminação	01/04	¼	01/04	01/04
Repetição de cio	0	0	0	0
Data do Parto	24/07	24/07	24/07	24/07
Nascidos vivos	7,5	13	8,5	13
Nascidos mortos	9	0	8	0
Período de gestação	113,5	115	114	115
Macho 1	Agroceres AGPIG 225	Agroceres AGPIG 225	Agroceres AGPIG 225	Agroceres AGPIG 225
Macho2	Pernalan - P 76	Landrace São Paulo	Pernalan - P 76	Landrace São Paulo
Macho 3	Pernalan - P 76	Landrace São Paulo	Pernalan - P 76	Landrace São Paulo
Peso inicial	194 Kg	206 Kg	205 Kg	198 Kg
Peso final				

OBS: F1000 - Raça característica da granja

## **ANEXOIII**

Tabela 1– Representação do resultado das frequências médias diárias, resultado do modelo.

<b>Dia</b>	<b>Freq</b>	<b>Tbs_M</b>	<b>Tg_M</b>	<b>UR_M</b>	<b>tbs*tg</b>	<b>tg*ur</b>	<b>tbs*tg*ur</b>	<b>Frequência Média</b>
16	364	14,142	14,537	76,264	205,58	1108,65	15678,53	174,61
<b>15</b>	<b>445</b>	<b>14,649</b>	<b>15,283</b>	<b>67,032</b>	<b>223,88</b>	<b>1024,45</b>	<b>15007,17</b>	<b>205,48</b>
11	212	16,573	16,918	73,218	280,38	1238,70	20529,01	141,36
10	212	16,615	17,019	80,778	282,77	1374,76	22841,65	97,89
<b>14</b>	<b>391</b>	<b>17,328</b>	<b>17,764</b>	<b>62,038</b>	<b>307,81</b>	<b>1102,04</b>	<b>19096,20</b>	<b>180,07</b>
17	206	19,403	19,851	70,101	385,17	1391,57	27000,73	110,88
12	264	19,812	19,875	82,688	393,76	1643,42	32559,52	78,98
13	128	21,584	21,899	81,016	472,67	1774,17	38293,67	76,85
9	201	22,855	23,022	88,666	526,17	2041,27	46653,20	84,32
1	199	23,349	23,907	71,43	558,20	1707,68	39872,55	88,91
3	226	23,438	23,776	70,805	557,26	1683,46	39456,93	97,22
7	186	23,919	24,226	95,029	579,46	2302,17	55065,67	100,66
2	158	25,352	25,854	68,64	655,45	1774,62	44990,13	99,12
6	387	25,921	26,191	92,045	678,90	2410,75	62489,07	163,71
8	201	26,174	26,236	67,531	686,70	1771,74	46373,61	116,13
5	442	28,475	28,669	81,961	816,35	2349,74	66908,84	216,73
4	237	28,871	28,992	58,208	837,03	1687,57	48721,73	85,78
					224	1024	15007	205,76

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCZ. Mercado internacional vai comprar somente bovinos de origem conhecida. Informativo ABCZ. In: [www.abcz.org.br](http://www.abcz.org.br), n.147. julho/agosto. 1999.
- AJIMASTRO JR., C.; PAZ, M. E. Identificação Eletrônica. In: 3º. Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas – A Integração da Cadeia Produtiva. **Anais...** Uberaba, MG. ABCZ, p.167-9. 1998.
- ALTMANN, S. A., ALTMANN, J. On the Analysis of Rates of Behaviour. *Animal Behaviour*. v. 25 p. 364-372, 1977.
- AMMENDRUP, S.; FUSSEL, A.E. Legislative requirements for the identification and traceability of farm animals within the European Union. **Revue Scientifique et Technique de L Office International des Epizooties**, v.20, n.2, p.437-444, 2001.
- ARTMAN, R. Electronic identification systems: state of art and their further development. *Computers and Electronic in Agriculture*. v.24. p.5-26. 1999.
- BACKSTROM, L.; CURTIS, S.E. Housing and environmental influences on production. In: LEMAN, A.A., GLOC, R.D., MENGELING, W.L., PENNY, R.H.C., SCHOOL, E., STRAW, B., eds. **Disease of swine**. 5 ed. Ames, The Iowa State University, p.729-750. 1981.
- BALDWIN, B.A. Operant studies on the behavior of pigs and shepps in relation to the physical environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n.4, p.1125-1134, 1979.
- BELLAVER, C. **Segurança alimentar e controle de qualidade no uso de ingredientes para alimentação dos suínos. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína.** <[http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2\\_bellaver\\_pt.pdf](http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2_bellaver_pt.pdf)>,01 Dez. 2001.
- BANDEIRA, F.J.J. Sistema de interconecção de equipamentos eletro/eletrônicos para zootecnia de precisão. Campinas, 2003. 85 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação - FEC, Universidade Estadual de Campinas.
- BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; KACHMAN, S. D. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs, *Livestock Production Science*, v.71, 2-3, p. 253-260. 2001.
- BRUCE, J.M.; CLARK, J.J. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. **Animal Production**, Edingburgh. v. 28, p.353-369. 1979.
- CAJA, G.; CONILL, C.; NEHRING, R.; RIBÓ, O. Development of a ceramic bolus for the permanent electronic identification of sheep, Goat and Cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, 24, p. 45-63, 1999.

- CAJA, G.; CONILL, C.; GARIN, D.; La Identificación eletrônica aplicada a la trazabilidad del ganado porcino. **I Simposium PIG sobre la Cadena de la Carne Porcina**, n. 209, p. 58-87, 2001.
- CAPORALE, V.; GIOVANNINI, A.; Di FRANCESCO, C.; CALISTRÌ, P. Importance of the traceability of animals and animal products in epidemiology. **Revue Scientifique et Technique de L Office International des Epizooties**, v.20, n.2, p.372-378, 2001.
- CARDOSO & FERREIRA (2002) Catálogos e material técnico referentes a produtos da marca TROVAN, <<http://www.trovan.com>>, 12 de dezembro de 2002.
- CERUTTI, M. Implantação de Programa de Rastreabilidade da Industria Avícola <<http://www.avisite.com.br/cet/4/04/index2.shtml>>, 31 de março de 2003.
- CIGR. Climatization of Animal houses 2nd Report of Working Group. Comission Internationale du Génie Rural. 1994. 119p.
- CLARK, J.J. Livestock recording systems incorporating electronic identification methods. In: International Conference on Computers in Agriculture, 6, Cancun. Anais... Cancun: ASAE, p.428-33. 1996.
- CURTIS, S.E. The environment in swine housing. Pullman, Washington State University, Cooperative Extension Works. Pork Industry Handbook, EM-4157. 4p. 1978.
- CURTO, F. P. F., MAROCCO, R., BEHRENS, F. H. Sistemas de Identificação Eletrônica, **Revista do Instituto de Informática da PUCCAMP**, v. 5, n.1, 1997.
- DISNEY, W.T.; GREEN, J.W.; FORSYTHE, K.W.; WIEMERS, J.F.; WEBER, S. Benefit-cost analysis of animal identification for disease prevention and control. **Revue Scientifique et Technique de L Office International des Epizooties**, v.20, n.2, p.385-405, 2001.
- DONÁT, P. Measuring Behaviour: The Tools and the Strategies. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 15, p. 447-454, 1991.
- DUNCAN, I. J. H. & MENCH, J. A. Behaviour as an Indicator of Welfare in Various Systems. **Basic Biology and Welfare – Alternative Housing Systems**. p. 69-76. 1993.
- DUSENBERY, D. B. Using a Microcomputer and Video Camera to Simultaneously Track 25 Animals. **Computational Biological Medicine Veterinary**. v. 15, n. 4, p. 169-175, 1984.
- ERADUS, W.J., ROSSING, W. Animal identification, key to farm automation. **Proceedings of the 5th International Conference**. Orlando, FL, USA. p.189-93. 1994.
- ERADUS, W.J.; JANSEN, M.B. Animal identification and monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.24, n.1-2, p.91-98, 1999.

- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport, Avi Publishing Company Inc, 1982. 325p.
- FERREIRA, L. C. L.; MEIRELLES, M. B. Avaliação da eficiência de quatro métodos para identificação de bovinos. <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/tese/identificacao>>, 01 Dez. 2002.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Micro ajuda a vender gado de corte, Jornal Folha de São Paulo, Caderno Folha Infoshop, p. 01, 20 de Janeiro, 1997.
- FORTES, M. J. G. Exame de Dna minimiza margem de erro e evita fraude. **DBO rural**, ano 20, n. 255, Fev. 2002.
- FRANCO, M. Rastreabilidade. **DBO Rural**, São Paulo, n.223, maio. p.80-92. 1999.
- FRANCO, M. Rastreabilidade. **DBO Rural**. ano 20, n 255 – Fev. 2002.
- GEERS, R.; PUERS, B.; GOEDSELLS, V.; WOUTERS, P. **Electronic identification and tracking in animals**. CAB Int., Oxon. UK., 1997.
- GELY, C. T. L'. Identification des chevaux par les transpondeurs eletroniques. **Equ'ideeBulletin d'Information sur les Equides**. n. 13, p.74-75, 1994.
- GODFREY, K. R. The Identifiability of Parameters of Models Used in Biomedicine. **Mathematical Modelling**. v. 7, p. 1195-1214, 1986.
- HAHN, G.L., NIENABER, J.A., DESHAZER, J.A Air Temperature Influences on Swine Performance and Behavior. St. Joseph, MI : **Applied Engineering in Agriculture ASAE**. v.3, n.2, p. 295-302. 1987.
- HAMRITA, T. K.; VAN WICKLEN, G.; CZARICK, M.; LACY, M. monitoring Poultry Deep Body Temperature Using Biotelemetry. **Applied Engineering in Agriculture ASAE**. v. 14. n.3, p. 327-331. 1998.
- HAZEN, T.E., MANGOLD, D.W. Functional and basic requirements of swine housing. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 41, n.9, p. 585-590. 1960.
- HELBING, D. A Mathematical Model for the Behaviour of Individuals in a Social Field. **Journal of Mathematical Sociology**. v. 19, n.3, p. 189-219. 1994.
- HINSHAW, E. R. et al. Implantable electronic identification and update of global field trials and its application in animal disease control and eradication programs. **Proceedings of Anual Meeting of the United States Animal Health Association**, 95, p. 283-286. 1991.
- JANSSENS, S.; ROCHA, L.A.; BOSSCHAERS, L.; BARBOSA, M.A.; PUERS, R.; VILLÉ, H.; GEERS, R. Implant recovery and tissue reaction in growing pigs following

- implantation of packaging materials for injectable electronic identification and monitoring devices. **Prev. Vet. Med.** v.25, p. 249-258. 1996.
- JUNGHANS; É. Excesso de oferta provoca crise na suinocultura. **O Estado de São Paulo, Setoriais**, São Paulo, 18 de set. 2002.
- KETTLEWELL, P. J. M. A. MITCHELL AND I. R. MEEKS. An implantable radio-telemetry system for remote monitoring of heart rate and deep body temperature in poultry. **Computers and Electronics in Agriculture.** v. 17, n. 2, p. 161-175. 1997.
- KORTHALS, R. L.; McDONALD, T. P.; EIGENBERG, R. A. Experiences with *Transponders* for Monitoring Bioenergetic Responses. ASAE Meeting Presentation. Paper number 923010. Charlotte: North Carolina. June 21-24, 1992.
- KOSA, J. Management Means of Technological Processes for Dairy Farms, State Science for Cattle Breeding Mechanisation, 1996.
- LACEY, B., HAMRITA, T.K., LACY, M., VAN WICKLEN, G., CZARICK, M. Monitoring deep body temperature responses of broilers using biotelemetry. **Applied Poultry Science.** 1999.
- LAMBOY, E.; MEAKS, J.W.M.; Technique and injection place of electronic identification numbers in pigs. Zeist. 335 p. (IVO.B-Report 335). 1989.
- LAMMERS, G.H.; LANGEVELD, N.G.; LAMBOOIJ, E.; GRUYS, E. Effects of Injecting Electronic *Transponders* into the Auricle of Pigs. **Vet. Rec.** n. 136. p. 606-609. 1995.
- LAUDON, K. C. L.; PRICE, J. **Sistemas de Informação.** 4 ed, LTC. Rio de Janeiro, 1999.
- LEITE, D. M. G. **Software para Gerenciamento de Granjas Suinícolas.** Congresso e Mostra de AgroInformática – InfoAgro2000, 2000.
- LOPES, M.A. **Informática Aplicada à Bovinocultura.** Jaboticabal, FUNEP. 82 p. 1997.
- MACHADO, J.G. Identificação Eletrônica e Rastreabilidade de Informações no Pagamento da Carne Bovina pela Qualidade, **Congresso e Mostra de AgroInformática – InfoAgro2000,** 2000.
- McQUITTY, J.B., FEEDS, J.J.R. An on-going programme in environmental control research in animal housing. **Agricultural & forestry Bulletin**, Alberta, v. 4, n.2, p. 31-5. 1981.
- McKEAN, J.D. The importance of traceability for public health and consumer protection. **Revue Scientifique et Technique de L Office International des Epizooties**, v.20, n.2, p.363-371, 2001.

- MADEC, F.; GEERS, R.; VESSEUR, P.; KJELDSEN, N.; BLAHA, T. Traceability in the pig production chain. **Revue Scientifique et Technique de L Office International des Epizooties**, v.20, n.2, p.523-537. 2001.
- MAGOSSI, E.; SALVADOR, F. Carne bovina tem aumento nas exportações. **O Estado de São Paulo. Setoriais**. 18 de set. 2002.
- MALUCELLI, A. Sistema Informatizado para Controle de Suínos, **Congresso e Mostra de AgroInformática – InfoAgro2000**, 2000.
- MAYRINK, J. M. Criador quer discutir mais a rastreabilidade. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 08 de Mai. 2002. p. 6.
- MORRISON, S.R., HEITMAN, H., BOND, T.E., FINN-KELLEY, P. The influence of humidity on growth rate and feed utilization for swine. **International Journal of Biometerology**. 1966.
- MOUNT, L.E. Aspectos del desarrollo de la fisiologia, ecologia del cerdo. In: MORGAN, J.T. **Nutrition de aves y cerdos**. Zaragoza, Acribia. p.38-97. 1964.
- NÄÄS, I.A.;CURTO, F.P.F.; PEREIRA, D.F.; AMENDOLA, M.A. *Transponders For Determining Breeder Behavior Versus Environmental Temperature*. **VI Livestock Enviroment**, v. 06, p. 626-631, 2001.
- NIENABER, J.A., HAHN, L.G., YEN,J.T. Thermal Environment Effects on Growing-Finishing Swine, Part I-Growth, Feed Intake and Heat Production. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.30, n.6, p. 1772-1775. 1987.
- O ESTADO DE SÃO PAULO. *Microchip* identifica animais em qualquer lugar do mundo, **Jornal O Estado de São Paulo**, Caderno de Informática G - 10, 04 de Março, 1996.
- ONDEI, V. Mineiros entram na onda da cadeia mercadológica. **DBO Rural**, São Paulo, n.225, julho. p.210-216. 1999.
- PACHECO, F. E o boi entra na era dos *chips*. **A Granja**, Porto Alegre, março. p.42-3. 1995.
- PANDORFI, H. Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagens e identificação eletrônica. Piracicaba, 2002. 88 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: Avaliação de diferentes locais de implante de microchip para identificação eletrônica de leitões. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 31, Salvador, 2002. Anais: SBEA, p. 180-183.
- PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; CURTO, F.P.F.; MURAYAMA, M. Avaliação do local de implante de microchip utilizado para identificação eletrônica em matrizes pesadas. **Revista**

- Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n.1, p. 53. 2001. (Suplemento 3). Apresentado à Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícola, Campinas, 2001 - Resumo:
- POINTER, C.G. The pigs requirements. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 27, n. 3, p. 78-81. 1978.
- POMAR, C.; HARRIS, D.L.; SAVOIE, P.; MINVIELLE, F. Computer Simulation Model of Swine Production Systems. **Journal of Animal Science**. v. 69, p. 2822-2836. 1991.
- QUEIROZ, L. R. S. Mercado de carnes finas ganha força no Brasil. **O Estado de São Paulo. Suplemento Agrícola**, São Paulo, 24 de Jul. 2002. p. 6.
- ROCHA, H.J. Rastreabilidade, a nova chave para ganhos de Credibilidade junto aos mercados consumidores, [www.agronegocios-e.com.br](http://www.agronegocios-e.com.br), (17 Nov, 2001).
- ROLLER, W.J., STOMBAUGH, D.P. The influence of environment factors on reproduction of livestock. In: SIDOWSKI, J.B. **Behavioral Methods**. Gainesville, University of Florida. p.31-47. 1974.
- ROMA JÚNIOR, L.C.; SEVEGNANI, K.B.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J.; PANDORFI, H.; CARO, I.W. Zootecnia de precisão: migração de transponders injetáveis implantados em frangos de corte. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 31, Salvador, 2002. Anais: SBEA, p. 204-207.
- SAATKAMP, H. W.; DIJKHUIZEN, A.A.; GEERS, R.; HUIRNE, R.B.M.; NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; GOEDSELLS, V. Simulation Studies on the Epidemiological Impact of National Identification and Recording Systems on the Control of Classical Swine Fever in Belgium. **Prev. Vet. Med.** 26, p. 119-132, 1996.
- SAATY, T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **J. Math. Psychol.** v. 15, p. 234-281. 1977.
- SAATY, T.L. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York. 1980.
- SCALCO, A.R. Cadeia de produção agroindustrial do leite e derivados: gestão da qualidade e qualidade do produto. São Carlos, UFSCar, 3p. (Seminário apresentado ao PPGE, DEP, UFSCar, junho). 2000.
- SCHMIDT, M. RAUN, K. The effect of regumate on the synchronization of the estrous cycle in micropigs. **Theriogenology**, v. 43, n.1, January, p.316. 1995.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; C. HUISMA AND T. A. MCALLISTER. Validation of a radio frequency identification system for monitoring the feeding patterns of feedlot cattle. **Livestock Production Science**, v. 60, n.1, p. 27-31. 1999.

- SILVA, C.A.B., BATALHA, M.O. Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil. Relatório de Pesquisa UFV / UFSCar, novembro. 1999.
- SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B; PANDORFI, H.; CARO, I.W.; Rastreabilidade animal. In: **Curso de rastreabilidade na produção animal**, 2. Piracicaba. CD-Rom. 78 p. 2002a
- SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D. Determinação do local de implante de microchip em suínos utilizando antena painel. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 31, Salvador, 2002b. Anais: SBEA, p. 108-111.
- SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D. The ID microchip migration in piglets. In: **Congress of the International Pig Veterinary Society**, 17, Iowa, 2002, Proceedings. Iowa. ISU, 2002c, p. 439.
- SORENSEN, P.H. Influencia del ambiente climatico en la production del cerdo. In: MORGAN, J.T. Nutricion de aves y cerdos. Zaragoza Acribia. p.97-116. 1964.
- SPAHR, S. L. & SURBER, R. S. – Pratical Experiences with Automated Electronic Animal Identification Using Injected Indentification *Transponders*, **Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking**. Wageningen, Holanda, p. 546-551. 1992.
- STÄRK, K.D.C.; MORRIS, R.S.; PFEIFFER, D.U. Comparison of electronic and visual identification systems in pigs. **Livestock Production Science**, v.53, n.2, p.143-152, 1998.
- TAVARES, Thea, Embrapa avalia métodos e equipamentos para identificação de bovinos, [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br) , na área de publicações (26 Set 2000).
- TOLEDO, L.R. Pecuária: Caminho próprio. Revista Globo Rural. <[www.globoruralon.com.br](http://www.globoruralon.com.br)>, n.168, outubro. 1999.
- TOLEDO, J.C., BATALHA, M.O., Amaral, D.C. Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas. **RAE-Revista da Administração de Empresas**, São Paulo, v.40, n.2, p.90-101. 2000.
- VIDAL, R.M. A rastreabilidade no mundo-Alemanha. <[http://www.agrolink.com.br/agrolinkcolunistas/d\\_coluna.asp?co75&cc8](http://www.agrolink.com.br/agrolinkcolunistas/d_coluna.asp?co75&cc8)>, 09 de Abr. 2002.
- WADE, J. R.; MAYHAL, J. A. Straight talk about *microchip* identification. **AVID Identification Systems Inc.** 1994.
- XIN, H.; SHAO, J. Real time assessment of suine thermal confort by computer vision. In: **Proceedings of the World Congress of Computers**. In: Agriculture and Natural Resources. 2. Foz do Iguaçu, Brasil, 2002. Proceedings, Foz do Iguaçu: ASAE, 2002. p.362-365.

ZERT, P. **Vademecum del productor de cerdos**. Zaragoza Acribia, 423 p. 1969.