

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS AUTOMATIZADOS
PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE VACAS
LEITEIRAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO**

SILVIA REGINA LUCAS DE SOUZA

CAMPINAS - SP

DEZEMBRO DE 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS AUTOMATIZADOS
PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE VACAS
LEITEIRAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO**

Tese submetida à banca examinadora
para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola na área de
Concentração em construções Rurais e
Ambiência.

Silvia Regina Lucas de Souza
Orientadora: Prof^a Dr^a Irenilza de Alencar Nääs
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Daniella Jorge de Moura

Campinas
Outubro, 2006



PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da Tese de Doutorado defendida por **SILVIA REGINA LUCAS DE SOUZA**, aprovada pela Comissão Julgadora em 19 de dezembro de 2006.

Campinas, 27 de fevereiro de 2007.


Prof.ª. Dr.ª. IRENILZA DE ALENCAR NÄÄS
Presidente

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

So89a	Souza, Silvia Regina Lucas de Desenvolvimento de métodos automatizados para avaliação do comportamento de vacas leiteiras em sistemas de confinamento / Silvia Regina Lucas de Souza .--Campinas, SP: [s.n.], 2006. Orientadores: Irenilza de Alencar Nääs, Daniella Jorge de Moura. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 1. Bovino de leite. 2. Confinamento (Animais). 3. Conforto térmico. 4. Processamento de imagens. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II. Moura, Daniella Jorge de III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.
-------	--

Título em Inglês: Development of automatic methods for evaluating dairy cows behavior in confinement system.

Palavras-chave em Inglês: Dairy cattle, Confinement (Animal), Thermal comfort e Image processing

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Evaldo Antonio Lencioni Titto, Antonio Mauro Saraiva, Irineu Arcaro Júnior e Soraia Vanessa Matarazzo

Data da defesa: 19/12/2006

DEDICATÓRIA

À minha mãe

Margareth (“in memorian”) por ter me ensinado a lutar por um ideal,
sempre com Deus no coração e esperança no amanhã

Ao meu pai Antonio por me ensinar o valor da honestidade,
minha eterna gratidão

Ao meu esposo e companheiro Valter, pelo incentivo,
dedicação e paciência

Aos meus amados filhos Caio, Eduarda
sempre participando de minhas conquistas

À minha sogra Conceição e Gilmar, por cuidar de meus filhos com amor e carinho,
para que eu pudesse realizar este trabalho.

Ao meu cunhado Dr. Waldir, pela dedicação
aos meus filhos na minha ausência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por tornar realidade o que era apenas um sonho.

À profª Dª Irenilza de Alencar Nääs, pela dedicação, incentivo, orientação segura e exemplo de profissionalismo a seguir, sem contar com a minha profunda admiração por ela como pessoa.

À minha co-orientadora e amiga, Profª Drª Daniella, pela dedicação e orientação.

Aos amigos do laboratório de ambiência Carol, Neidimila, Raquel, Marcos e Leandro.

E em especial aos amigos que me ajudaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho: Douglas pela ajuda com as análises estatística, Wagner pela ajuda com o software, Marta, Jami Maria, Adriana, Victor, Mário e Walmir pela amizade sincera e incentivo nos momentos mais difíceis.

À Karla companheira de defesa.

Aos professores Doutores, Titto, Saraiva, Irineu e Soraia, pelas sugestões neste trabalho.

Às estagiárias do Anglo Campinas Juliana e Mirella pela ajuda na coleta dos dados, sendo dedicadas.

À Fazenda Campestre, por permitir que o experimento se realizasse e colaboração dos funcionários.

Às funcionárias da secretaria da pós graduação, Marta e Aninha, pelas informações, dedicação e paciência para com os alunos.

À FAPESP pela concessão da bolsa, permitindo minha participação neste curso.

À FEAGRI pela oportunidade de cursar a pós-graduação.

AGRADEÇO

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	0
2	OBJETIVO.....	2
2.1	Objetivo geral.....	2
2.2	Objetivos secundários:	2
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3.1.	Influência do ambiente térmico na produção leiteira.....	3
3.2.	Etologia dos animais domésticos	7
3.3	Expressão dos Animais	8
3.4.	Zoosemiótica	9
3.5.	Influência do Homem no Comportamento de Vacas Leiteiras	10
3.6.	Bem-Estar Animal.....	16
3.6.1.	Medidas de Bem-Estar.....	17
3.6.2.	Bem-Estar de Vacas Leiteiras.....	17
3.7.	Descrição do Comportamento de Vacas Leiteiras	18
3.8.	Técnicas de Avaliação Comportamental de Animais	23
3.8.1.	Observação visual	23
3.8.2.	Técnicas Automatizadas	25
3.9.	Atuação do Processamento e Segmentação de Imagens.....	29
3.10.	Modelagem de Previsão de Conforto e Produção.....	31
3.11.	Análise Multivariada de Componentes Principais	31
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1.	Animais	34
4.2.	Mapeamento das Condições Termohigrométricas do Galpão.	36
4.2.1.	Processamento dos Dados.....	38
4.3.	Análise do Comportamento e Método de Obtenção das Imagens	38
4.3.1.	Processamento das Imagens.....	43
4.4.	Equalização do Nível de Iluminação do Galpão	45
4.5.	<i>Software</i> para gerenciamento dos dados do experimento.....	47
4.6.	Análise Estatística	48
4.7.	Metodologia da análise de comportamento.....	48
4.7.1.	Padrão de Comportamento.....	49
4.7.2.	Análise do Comportamento	50
4.7.3.	Modelos de Previsão.....	50
4.7.4.	Descrição da Análise Multivariada.....	51
4.7.5.	Validação do <i>Software</i>	51
4.8.	Dados de Produção.....	52
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1.	Análise Multivariada de Componentes Principais para associação entre as variáveis estudadas.....	53
5.2.	Resultados do Mapeamento da Área do Galpão	57
5.3.	Determinação do Padrão de Comportamento.....	65
5.3.1.	Comportamento a partir dos registros de métodos (VI e VC).	65
5.3.2.	Comportamento Utilizando o Processamento e Reconhecimento de Imagens.....	67
5.4.	Teste das Lentes	71

5.5. Análise de imagens.	75
5.6. Medidas de Intensidade Luminosa para Coleta de Imagens.	80
5.7. Modelo de Previsão de Comportamento	90
6. Recomendações de Estudos Futuros.....	92
7. CONCLUSÕES.....	93
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema dos efeitos do medo no comportamento animal de maneira geral.	12
Figura 2. Vista frontal do galpão de <i>freestall</i>	35
Figura 3. Esquema dos centros geométricos dos quadrantes e fixação de registradores eletrônicos de temperatura e umidade relativa.....	36
Figura 4. Imagem do <i>datalogger</i>	37
Figura 5. Disposição dos registradores no centro geométrico nos quadrantes.	37
Figura 6. Posição das micro-câmeras focalizadas para o comedouro.	40
Figura 7. Posição das micro-câmeras focalizadas para as camas.	41
Figura 8. Posição da micro-câmera focalizada para o bebedouro.	41
Figura 9. Esquema da localização das micro-câmeras no galpão de <i>freestall</i>	42
Figura 10. Placa de captura de imagem, modelo IVC- 120G.....	42
Figura 11. Vista frontal do escritório.	43
Figura 12. Computador instalado no escritório para armazenamento dos dados.	43
Figura 13 a e b. Fundo original do MATLAB (2002) e desenho simulando o fundo modificado.	44
Figura 14. Diagrama da implementação do sistema observacional eletrônico.....	45
Figura 15. Luxímetro digital portátil.	45
Figura 16. Imagem da luminária com lâmpada fluorescente instalada na linha do cocho.	46
Figura 17. Imagem da tela de sombreamento na área externa aos bebedouros.....	47
Figura 18 a e b. Equipamento de interface das câmeras com o computador.....	48
Figura 19. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo através da análise visual indireta espaçado.	54
Figura 20. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo utilizando os dados provenientes da visão computacional.	55
Figura 21. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo utilizando análise visual indireta instantâneo.	56
Figura 22. Mapeamento da espacialização da temperatura média dos quadrantes.	57
Figura 23. Mapeamento da espacialização das UR médias dos quadrantes.....	59
Figura 24. Mapeamento espacialização da velocidade média do ar.....	61
Figura 25. Mapeamento do ITU médio nos quadrantes	63
Figura 26. Imagens sequenciais testes no MATLAB (2002) e a subtração do fundo.	67
Figura 27. Diagrama do processamento e reconhecimento da imagem pelo algoritmo.....	68
Figura 28. Imagens sequenciais com fundo modificado.	69
Figura 29. Fluxograma e código fonte do programa computacional utilizando o MATLAB (2002).....	70
Figura 30. Testes das lentes compatíveis com as câmeras.	71
Figura 31. Resultado dos testes com as lentes de 120 graus.	72
Figura 32. Aquisição das imagens de topo para testes.	73
Figura 33. Aquisição das imagens de topo com câmera manual, utilizando uma escada.	73
Figura 34. Resultado da segmentação das imagens e o trajeto de um objeto.....	74
Figura 35. Imagens sequenciais das vacas no galpão.....	75
Figura 36. Ocorrência de oclusões entre as vacas e sombras dentro do <i>freestall</i>	76
Figura 37. Imagem dos comedouros sem iluminação artificial.....	77
Figura 38. Linha do cocho com iluminação artificial.....	77
Figura 39. Imagem das camas sem iluminação artificial.....	78

Figura 40. Imagem do bebedouro.....	79
Figura 41. Imagem da iluminação artificial na linha dos bebedouros.....	79
Figura 42. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens das vacas na cama.	81
Figura 43. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens no bebedouro.....	82
Figura 44. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens das vacas ocupando o bebedouro.	83
Figura 45. Tabelas de pixels selecionados.....	85
Figura 46. Visualização dos níveis de cores da imagem.	86
Figura 47. <i>Pixels</i> selecionados graficados no espaço reservado na tela.	87
Figura 48. Tela com tabela para registro de determinação do número de animais localizados pelo programa computacional.....	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Definições consideradas da avaliação comportamental.....	39
Tabela 2. Resumo das metodologias e suas aplicações.	52
Tabela 3 . Percentagem de vacas presentes nos locais de sua preferência através visualização indireta.....	65
Tabela 4. Percentagem de vacas presentes nos locais de sua preferência através do <i>software</i>	66
Tabela 5. Medidas médias de intensidade de luz dos quadrantes utilizando um luxímetro (lux).....	80

RESUMO

A tendência atual é que o segmento de produção de leite se torne uma atividade mais precisa e economicamente viável. Sabe-se que as diferenças do microclima promovem mudanças no comportamento animal, entretanto, as medidas convencionais, da forma como foram feitas hoje, são evasivas, podendo levar a eventuais erros na interpretação dos resultados. O presente experimento foi realizado em uma fazenda comercial em São Pedro- SP, onde vacas leiteiras são monitoradas através de seis microcâmeras coloridas com 420 linhas de resolução e lente de 120 graus para avaliar seu comportamento. Foram realizadas observações visuais indiretas paralelas às análises do *software* e também observações visuais indiretas instantâneas para analisar o comportamento. O galpão foi dividido em 18 quadrantes para o mapeamento das distribuições climáticas e os dados foram processados no programa computacional Surfer® 6.0 para analisar a sua homogeneidade. O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação comportamental de vacas leiteiras confinadas, em função do microclima de alojamento em galpão de *freestall*, utilizando análise de imagens. Os resultados obtidos da análise multivariada com os dados das observações visuais instantâneas, apontaram no gráfico de Componentes Principais, os comportamentos considerados importantes, por se obterem respostas visualmente expressivas quando afetadas pelo ambiente de alojamento, tais como; bebendo água, comendo e deitadas na cama. As distribuições climáticas dentro do galpão não foram homogêneas, quando os equipamentos de climatização não estavam ligados. Fez-se correlação com as preferências térmicas apresentados pelos animais através dos gráficos de Componentes Principais e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) das visualizações indiretas instantâneas, espaçadas e através da visão computacional. Concluiu-se que a metodologia de visão computacional desenvolvida para avaliação comportamental, apresentou algumas limitações, onde necessitam-se de ajustes nos algoritmos.

Palavras chaves: comportamento de vacas leiteiras, ocupação física de *freestall*, zootecnia de precisão.

ABSTRACT

The current tendency of the milk production sector is to become more precise and economically feasible. It is known that differences in microclimate cause changes in animal behavior; however, conventional measures taken nowadays are evasive and can produce misinterpretation of the results. The current experiment was carried out in a commercial farm in São Pedro- SP, where milking cows were monitored using a total of six color micro-cameras with spatial resolution of 420 horizontal lines and 120 degrees lenses for behavior analysis. Indirect visual observations were performed parallel to the software analysis, as well as instantaneous indirect visual observations. The barn was divided into 18 quadrants in order to perform the climatic distribution mapping. The data gathered were processed using the software Surfer[®] 6.0 to check for homogeneity. The primarily objective of this work was the development a milking cow's behavior evaluation methodology as a function of freestall housing micro-climate, using image analysis. The results obtained through the multivariate analysis of the data from instantaneous observations pointed through the graphic of main components, the behaviors considered important for obtaining visually expressive responses when affected by the housing environment, such as: drinking water, feeding and laying down. The climatic distributions within the barn were not homogeneous when the cooling systems were not on. Correlations with the preset thermal values presented by the animals through the main component charts and THI from indirect visual instantaneous observations were performed and was concluded that the methodology for computational vision has been developed with few limitations and pending adjustments on its algorithms.

Keywords: dairy cows behavior, physical freestall occupancy, precision animal production.

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, em todos os setores produtivos, tem-se em mente a busca da redução de perdas, de modo a atingir a qualidade total da produção, alcançando a economicidade dos processos envolvidos. Dentro do contexto geral da bovinocultura, a produção de leite por vacas especializadas, conta com um material biológico de alto valor genético, que deve ter todas as etapas produtivas criteriosamente bem manejadas e monitoradas.

O Brasil é o sexto maior produtor de leite e apresenta uma taxa de crescimento anual de 4%, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares, possuindo um mercado consumidor cada vez mais exigente quanto à qualidade e à garantia de procedência dos produtos que compra (VILELA, 2002). Em 2004, foram produzidos 23,4 bilhões de litros de leite. O país responde por 66 % do volume total de leite produzido nos países que compõem o Mercosul. O estado de São Paulo ocupa o terceiro lugar no país em produção de leite e tem hoje um rebanho de vacas ordenhadas de aproximadamente 1,7 milhões de cabeças e uma produtividade média de 10 mil L.vaca.ano⁻¹, enquanto que em 1992 a produtividade era de 8,8 mil L.vaca.ano⁻¹ (MILK POINT, 2004). Nas últimas três décadas, a produção agropecuária deixou de lado o modelo auto-sustentável de produção, que envolvia a criação de uma quantidade relativamente pequena de animais oriundos de várias espécies. Atualmente os animais são criados de forma intensiva, mantidos próximos das condições ideais de crescimento e produção dentro dos limites tecnológicos vigentes.

O monitoramento das etapas envolvidas no processo produtivo como um todo, (o arração dos animais, a reprodução, o ambiente em que os animais estão inseridos, a saúde dos mesmos, seu crescimento, até as etapas de comercialização, transporte e qualidade do produto final) é responsabilidade do produtor e, segundo FROST et al. (1997), esta responsabilidade não é apenas moral, mas sim, de satisfazer as exigências do mercado consumidor. As exigências dos consumidores vêm aumentando com o passar dos anos e se tornando cada vez mais bem definidas. Um exemplo seria a indústria do leite, que paga o produtor de acordo com a qualidade e composição do leite. A qualidade do produto final

depende quase que totalmente da habilidade do produtor em monitorar e controlar o processo produtivo.

O desenvolvimento de sensores permitiu que se chegasse a uma vasta gama de informações a respeito do processo produtivo. Entretanto, com o desenvolvimento desses sistemas, tornou-se imprescindível o desenvolvimento de tecnologias que venham a coletar, processar e utilizar essas informações. O produtor, desta forma, pode maximizar a eficiência do sistema produtivo monitorando tanto suas etapas críticas de produção, como seu objetivo alvo, observando se os mesmos estão próximos ao que se considera como ótimo.

A preocupação em atingir níveis de bem-estar para que a produção seja maximizada, vem, ao longo desses últimos anos, ganhando maior importância pela complexidade com que os fatores de produção estão correlacionados. Quando se busca qualidade do produto final, entende-se que fatores nutricionais, sanitários, de manejo, bem-estar e conforto devem estar bem equacionados (NÄÄS, 1994).

A produção animal nos dias de hoje necessita do emprego de tecnologias de informação automatizadas, para coleta de dados, entre outros, inerentes ao ambiente em que os animais estão inseridos, analisando a interferência dos mesmos na produção e no bem-estar. Há necessidade de envolvimento dos métodos avançados de controle e rastreabilidade, geralmente são utilizados sistemas de automação, visando principalmente reduzir ou evitar perdas localizadas, otimizando o sistema de produção (NÄÄS e CURTO, 2001). Com o desenvolvimento de novas tecnologias de monitoramento do comportamento animal, pode-se prever uma série de informações relevantes dos mesmos, tendo em vista a produção e sanidade dos animais (FROST et al., 1997). A análise de imagens é exemplo de tecnologia, que tem mostrado potencial na avaliação do ambiente ao qual os animais domésticos estão confinados, agilizando a investigação das relações entre o comportamento animal e o ambiente, de forma mais precisa.

Nesse cenário, o conhecimento da resposta de vacas leiteiras, em termos de uso do espaço físico ocupado dentro do *freestall*, pode servir de subsídio para identificar, com maiores detalhes, a interferência do ambiente de alojamento em sua preferência térmica e movimentação e o bem-estar. A hipótese do trabalho mostra que é possível a avaliação do comportamento das vacas dentro do *freestall*, através do uso da visão computacional.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação comportamental de vacas leiteiras confinadas, em função do microclima de alojamento em galpão tipo *freestall*, utilizando análise de imagens.

2.2 Objetivos secundários:

- Avaliar os padrões comportamentais previamente escolhidos (ingerindo água ou alimento e deitada na cama) de vacas em lactação confinadas em galpões tipo *freestall*, utilizando a análise de imagens;
- Mapear as condições termohigrométricas do galpão de confinamento e correlacioná-las com os padrões comportamentais apresentados pelos animais;
- Desenvolver um modelo de previsão de comportamento para vacas alojadas em sistema de confinamento, a partir da correlação entre os dados comportamentais e meteorológicos obtidos;
- Desenvolver um modelo de previsão de produção de leite, com base nos dados comportamentais e meteorológicos;

3 REVISÃO DA LITERATURA

3. 1. Influência do ambiente térmico na produção leiteira

A vaca leiteira é um animal homeotermo e sua temperatura corporal média interna varia entre 38,4 °C a 39 °C e é mantida através do acerto entre o calor produzido e a sua dissipação para o ambiente. As diferenças climáticas entre o país de origem e o Brasil impedem que as vacas expressem todo o seu potencial genético para a produção leiteira, em função do estresse térmico, especialmente durante o verão, onde observam-se altas temperaturas e umidades relativas do ar (DAMASCENO et al., 1997 e BARBOSA et al., 2004). O estresse pelo calor ocorre quando a carga calórica do animal é maior do que sua capacidade de dissipação de calor, que é influenciada pelas características termorregulatórias do próprio animal, assim como pelas características inerentes ao próprio ambiente, que é composto pela temperatura, umidade relativa e pelo movimento do ar, além da radiação solar (MACHADO, 1998). Sabe-se que parte desse calor é produzido em consequência da fermentação microbiana no retículo-rúmen. Algumas forragens que apresentam baixa qualidade geram mais calor de fermentação chegando a contribuir para uma maior carga calórica total.

PIRES et al. (2001) observaram que a evaporação pulmonar nas raças européias foi reduzida com umidade relativa na faixa de 30 a 90 % e temperaturas ambientes de 24 a 38 °C e sob alta umidade a evaporação cutânea tornou-se ineficiente quando a temperatura ambiente ultrapassou 24 °C. Quando um animal é exposto à temperatura fora da zona de conforto térmico, que é a faixa de temperatura ambiente na qual o animal não necessita do uso de seu sistema termorregulador, acaba entrando em estresse térmico seja por excesso de frio ou calor (ARCARO, 2000). Se a temperatura do ambiente estiver elevada, irá diminuir a capacidade do animal para irradiar o calor corporal, o equilíbrio do balanço térmico diminui, ocorrendo a perda de peso corporal além da queda na produção de leite. Sendo assim, verifica-se que, com o aumento da temperatura e da umidade relativa do ar, o conforto térmico das vacas em produção fica afetado.

A faixa de termoneutralidade para os bovinos, segundo BACCARI (1998), é dependente da raça, do nível de produção, estágio fisiológico e plano nutricional. Nesta faixa, o sistema termorregulador não é acionado seja para fazer termólise ou termogênese, assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva. A literatura apresenta grandes variações, no que diz respeito à delimitação da faixa de termoneutralidade inerentes a vacas em lactação. NÄÄS (1989) relata ser entre 13°C e 18°C a zona confortável para a maioria dos ruminantes, referindo-se às temperaturas entre 4°C e 24°C para vacas em lactação, podendo ser restringidas essas faixas aos limites de 7°C a 21°C, em função da umidade relativa e radiação solar. Já HUBER (1990) citou a faixa entre 4 e 26°C, como região de conforto para vacas em lactação.

HEAD (1989) citado por ARCARO et al. (2003), afirma que o estresse térmico provoca efeitos significativos sobre o metabolismo da glândula mamária e na composição do leite, em alguns casos chegam até a redução da síntese, absorção e mobilização dos metabólitos (glicose, ácidos graxos voláteis, lipídeos, aminoácidos, etc.) a partir do trato digestivo, do tecido adiposo, do fígado e de sua utilização pela glândula mamária.

NIENABER et al. (2003) investigaram o comportamento de rebanho bovino afetado pelo estresse calórico e afirmaram que, em ambientes quentes e úmidos, durante um período de três dias consecutivos, os animais encontravam-se em desconforto térmico, apresentando-se ofegantes e quase nenhum consumo de alimento foi observado. De acordo com HUBER (1990), a redução no consumo de alimentos ocorre numa tentativa de reduzir a produção de calor interno ou promover a perda de calor, a fim de manter a homeostase e, isto também ocorre, pelo aumento da ingestão de água e pelo ofego. Segundo CAMPOS et al. (2006) as perdas na produção de leite quando o animal se encontra em estresse térmico, podem atingir uma queda de 10 a 20%, quando comparada com produção de animais que estão condições ambientais de conforto térmico. Pesquisas realizadas por AGUIAR et al. (1999) demonstraram que, um estresse considerado brando, reduziu em 3,6 a 4,5 % a produção diária de vacas holandesas com produção média de 17kg, porém, após alguns dias em condições de termoneutralidade, as vacas recuperaram total ou parcialmente a produção, indicando que, cessando a exposição, o animal recupera sua condição normal.

Alguns índices foram desenvolvidos para medir o conforto ou o desconforto térmico dos animais, sendo o principal utilizado para vacas leiteiras, o Índice Temperatura e Umidade (ITU); uma das formas de expressar a equação do ITU é dada por:

$$ITU = t_s + 0,36 t_o + 41,5 \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

t_s = temperatura de bulbo seco (°C)

t_o = temperatura ponto de orvalho (°C)

O ITU é sensível à variação da umidade relativa (UR), revelando níveis de desconforto animal em altas temperaturas.

Segundo BUFFINGTON et al. (1981) o ITU engloba os efeitos combinados de temperatura de bulbo seco e umidade para mensuração do conforto e do desempenho animal.

Uma definição de ambiente ideal, segundo NÄÄS (2004), seria aquele com um equilíbrio entre: a tipologia, termodinâmica, velocidade do vento, qualidade do ar e ótimas condições para os trabalhadores. CARGILL e STEWART (1966) observaram que as mesmas variáveis psicrométricas causadoras do desconforto térmico em humanos, também causam certo desconforto em vacas leiteiras, o que pode acarretar decréscimos na produção de leite. Verificou-se que em valores de ITU de 76 ou 77, a produção de leite declina. Os autores sugerem que as instalações destinadas às vacas leiteiras, não devem atingir um ITU maior que 75.

SOUZA et al. (2004) analisaram o ambiente físico das instalações de bovinos de leite em sistema de *freestall* através do ITU, onde se verificou valor médio de 72 para o ITU pode ser considerado satisfatório para bovinos de leite.

A avaliação e o controle do ambiente na produção de animais confinados são baseados tradicionalmente na monitoração e análise da temperatura e umidade do ar, ou em índices que venham a combinar variáveis ambientais em um único valor. Esta avaliação tradicional do ambiente, não representa o ambiente como um todo, o que envolve outros fatores de igual importância como, por exemplo, a produção de gases e poeira na instalação, avaliação da tipologia de instalação, tipo de piso, localização de cochos e bebedouros, e avaliação do comportamento e bem-estar dos animais perante estas variáveis. Seguindo uma metodologia de

manejo adequado para o gado leiteiro o rebanho poderá ter melhor desempenho mantendo boa resposta em termos de produção de leite (SOUZA, 2002).

De acordo com WOUTERS et al. (1990), o conjunto dessas variáveis (temperatura e umidade ambiente) apresenta a verdadeira necessidade de conforto dos animais. Porém, é importante que se faça o registro de todos os fatores internos e externos que influenciam o processo produtivo, para que se possa chegar a um índice detalhado de conforto e para a avaliação e ao controle da produção.

Grandes diferenças foram observadas no declínio da produção de leite com uma temperatura ambiente de 32° C e UR variando de 20 a 45 %. Esse acréscimo de 25 % na umidade relativa inibe o efeito do resfriamento evaporativo nos bovinos, resultando na elevação da temperatura retal, causando diminuição no consumo de alimento e, finalmente a perda na produção (PIRES et al., 2001). Em trabalho realizado por CALEGARI et al. (2003), foi verificado um aumento de 3kg L.vaca.dia⁻¹ ao avaliar a eficácia do uso da climatização (ventiladores e nebulizadores), no sul da Itália. SOUZA (2002) registrou um aumento na produção de leite de 4,2kg de L.vaca.dia⁻¹, com o uso da climatização em galpões de *freestall* para vacas Holandesas. Com o monitoramento da temperatura de superfícies (termografia), sejam elas dos animais ou das instalações em que estão confinados, obtém-se elementos importantes para se compreender melhor o comportamento dos animais dentro das instalações (SOUZA et al., 2004).

Em estudos realizados com vacas Holandesas utilizando aspersão e ventilação BARBOSA et al. (2004), afirmaram ser benéfico a climatização para o bem-estar e conforto térmico das vacas, observaram uma produção de leite de 25,3kg L.vaca.dia⁻¹ com climatização contra 23,3kg L.vaca.dia⁻¹ para vacas mantidas apenas sob sombra.

De acordo com PALMER et al. (2003), o conforto térmico dos animais é um fator importante na produção e na saúde global do animal, podendo ser utilizado como indicador da preferência térmica de vacas leiteiras. A vaca leiteira, segundo BACCARI, (2001), busca seu bem-estar, sendo assim cabe ao homem auxiliar os animais, promovendo-lhes um ambiente de bem-estar, que seja ao mesmo tempo confortável e produtivo. Neste contexto, a avaliação do comportamento dos animais perante as condições térmicas vigentes nas instalações vem a refinar os estudos inerentes ao bem-estar dos mesmos, pois utilizam os próprios animais como biosensores do ambiente a que estão inseridos.

3. 2. Etologia dos animais domésticos

A etologia é o estudo científico do comportamento animal, sendo também uma combinação de estudos de laboratório e de campo, com forte caráter interdisciplinar, combinando conhecimentos de neuroanatomia, ecologia e evolução (SARIEGO, 2005).

De acordo com SNOWDON (1999) o comportamento é a ligação entre o organismo e o ambiente, e entre o sistema nervoso e o ecossistema, representando ainda a parte de um organismo através da qual ele interage com o ambiente. Ainda, segundo o mesmo autor, o estudo do comportamento animal não é um campo científico apenas por si próprio, mas por ter realizado importantes contribuições para outras disciplinas, com aplicações para o estudo do comportamento humano, para as neurociências, para o manejo do meio ambiente e de recursos naturais, para o estado do bem-estar animal, além da educação de futuras gerações de cientistas.

A utilização de animais em pesquisa e educação tem chamado a atenção com relação à ética por muitos anos, principalmente em estudos toxicológicos e biomédicos. Porém, recentemente, a preocupação com a ética em relação aos estudos de comportamento animal, tem tomado maior importância, de acordo com MENCH (2000). Esta afirmação sugere a necessidade da justificativa coerente do uso de animais no estudo do comportamento, assim como a garantia de que a pesquisa seja conduzida de acordo com as condições éticas aceitáveis (DRISCOLL e BATESON, 1988).

Para MANNING (1979) existem duas abordagens principais ao estudo do comportamento animal e que são essenciais e complementares: a fisiológica e a psicológica. Os fisiologistas se interessam pelos mecanismos e abordam fatores relacionados ao funcionamento do sistema nervoso. Já os psicólogos estão mais interessados no comportamento em si, estudando os fatores do ambiente e da história do animal que influenciam o desenvolvimento e o desempenho de determinado comportamento apresentado.

Mesmo diante do exposto, GRANDIN (2003) afirma existir certa percentagem de profissionais fisiologistas e veterinários que não reconhecem a importância dos estudos de comportamento animal, no tocante à avaliação de dor e estresse, associados a certos procedimentos.

3.3 Expressão dos Animais

O cientista CHARLES DARWIN, que trouxe ao mundo em 1859 a teoria da evolução das espécies pela seleção natural publicou em 1872 o livro “A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais” e apresentou a descrição de três princípios fundamentais das expressões: o princípio dos hábitos associados úteis, o princípio das antíteses e o princípio da ação direta do sistema nervoso. O primeiro princípio objetiva mostrar que certos movimentos eram originalmente executados com uma finalidade precisa, e que, em situações semelhantes, eles ainda são persistentemente executados, mesmo que inúteis, por força de hábito. No segundo princípio, quando algum tipo de ação se associa firmemente a alguma sensação ou emoção, parece natural que ações de natureza contrária, mesmo que inúteis, sejam inconscientemente executadas, mediante o hábito e a associação, quando uma sensação ou emoção oposta for sentida. E, o terceiro princípio é quando ocorre uma ação, no sistema nervoso, sob algum estímulo. Nos animais este princípio fica bastante evidenciado em situações extremas, por exemplo, de terror, provocando-se tremores no corpo, empalidecimento da pele, os pêlos se arrepiam, equanto a respiração e os batimentos cardíacos ficam acelerados (DARWIN, 2000).

Além disto, segundo o mesmo autor, em muitas espécies de animais os órgãos vocais são extremamente eficientes como meios de expressão. A vocalização dos animais é utilizada para diversas finalidades; muitos animais chamam incessantemente pelo sexo oposto no período de cio; enquanto outros, que vivem em sociedade, frequentemente chamam uns aos outros quando separados. O grito é também utilizado para intimidar possíveis agressores, associando o uso da voz à emoção da raiva. Também se verifica que, em situações de profunda dor, desconforto e fúria os animais se utilizam de gritos ruidosos, e que, o simples fato de gritar, já produz certo alívio. A utilização da vocalização dos animais não é apenas dependente dos órgãos respiratórios, pois sons produzidos por meios completamente diferentes, também exprimem emoções, que entretanto, não podem, nem devem ser interpretadas de maneira antropomórfica.

3.4. Zoosemiótica

Zoosemiótica é o estudo do comportamento dos animais que constitui um campo de pesquisa transdisciplinar, situado entre a biologia e a antropologia. A zoosemiótica estuda os meios da comunicação animal usando a teoria da informação, por exemplo, análise matemática dos sinais e a teoria de uma comunicação. Dentro da zoosemiótica a comunicação dos animais ocorre na socialização e cada espécie tem por objetivo o entendimento da comunicação. Esta comunicação nada mais é do que a emissão de sinais produzidos por indivíduos transmitindo informações a outros indivíduos como, por exemplo, o canto do pássaro, o mugido da vaca, entre outros (MARTINELLI, 2005)

As comunicações dos animais também apresentam funções importantes, tais como: rituais complexos, onde tanto os machos quanto as fêmeas adotam posturas comportamentais com o objetivo de chamar a atenção um do outro, como no caso do acasalamento. Outra função é quando os animais se distanciam dos outros, como forma de estabelecer limites territoriais e posições na hierarquia. As hierarquias são determinadas mediante a agressão e submissão, por exemplo, em uma matilha de lobos um indicativo de submissão é agachar o lombo, colocar as orelhas para trás e o rabo entre as pernas. Na defesa contra o ataque de rivais ou predadores, os mamíferos emitem rugidos ou gritos fortes (graves) quando se sentem ameaçados. Por exemplo, os coelhos fazem sinais com o rabo com o objetivo de avisar ao resto do grupo da existência de um perigo eminente, já as aves usam gritos de alarme (GARZA, 2005). Segundo a mesma autora, os sinais de comunicação possuem diferentes formas, que dependem do que se quer transmitir e a distância que o sinal tem que percorrer. Esses sinais podem ser:

- Químicos: dependem de dois órgãos do sentido, o olfato e em algumas ocasiões do paladar. Estes sinais podem percorrer grandes distâncias quando são transportadas pelas correntes de ar e somente são percebidos quando o vento está a favor. Estas substâncias químicas são os ferormônios, como ocorrem em colônias de abelhas. A rainha produz ferormônios que impede o desenvolvimento do ovário das abelhas operárias.
- Acústicos: podem variar de intensidade com rapidez. Servem para transmitir uma grande gama de informação. Estes sinais viajam em todas as direções e o receptor os localiza com facilidade, como, por exemplo, os macacos uivadores, algumas aves, rãs e sapos

que possuem sacos vocais que aumentam os sons que emitem. Os pintinhos emitem sons de diferentes intensidades para avisar a galinha de diferentes situações, quando estão com fome ou frio.

- Visuais: diferentes animais usam sinais que podem ocorrer em instantes, mas de forma geral são úteis em determinadas horas do dia. Como por exemplo, as cores das asas das mariposas e dos machos de muitas aves que atraem a suas companheiras.

- Tato: este tipo de sinais é muito importante para os primatas, como indicativo de amizade e para tranquilizar. O fato de que um indivíduo cuide do outro, por exemplo, eliminando parasitas indesejáveis é forma de demonstrar laços familiares.

- Vibrações: atuam somente em distâncias muito curtas para indicar a presença de fêmeas, os machos das aranhas fazem vibrar suas membranas de um modo característico. Durante a época da reprodução as fêmeas dos mosquitos movem suas asas emitindo uma vibração perceptível aos machos.

- Elétricas: alguns peixes que vivem nos rios cheios de lama da América do Sul e da África usam estes sinais capazes de atravessar corpos sólidos. Este tipo de sinal é usado para a agressão, o cortejo e para orientação.

Dessa forma, a observação da ocupação física pelos animais, de determinados espaços, também pode ser entendida como um sinal positivo ou negativo, de equilíbrio com o ambiente, e conseqüente bem-estar.

3.5. Influência do Homem no Comportamento de Vacas Leiteiras

As modernas tecnologias empregadas na produção animal, especialmente na produção de leite, reduziram substancialmente a oportunidade de contato entre o animal e o homem. Principalmente aquelas atividades que levam a uma relação positiva entre animal-homem, como, por exemplo, o arraçãoamento que foi parcialmente mecanizado. Por outro lado, as atividades de aspecto negativo, como vacinação, curativos, administração de medicamentos e transporte, ainda exigem muita intervenção humana. Desta forma, pesquisadores como

RUSHEN et al. (1999) relatam a temeridade que, a intervenção intensiva dos tratadores¹, reforce a reação agonística dos animais, o que pode vir a afetar negativamente o bem-estar e a produtividade animal.

Segundo LEWIS e HURNIK (1998), a natureza das interações homem–animal depende do próprio animal, do homem e de fatores ambientais. A idade, a fase de produção, a raça e a genética dos animais, também são fatores importantes nos efeitos dessa interação. As habilidades cognitivas, de aprendizado e motoras dos animais, assim como seu grau de excitabilidade, seus hábitos e o estágio atual de motivação, da mesma maneira, interferem na interação homem-animal. Nos estudos investigativos da interação homem-animal, é aplicado métodos similares àqueles utilizados em estudos de bem-estar.

As interações entre os indivíduos são necessárias para iniciar e manter um relacionamento entre ambos. Com isso, a interação leva a que dois indivíduos são afetados um pelo outro (BOKKERS, 2006). Desta maneira, o comportamento dos animais, na presença do tratador ou outras pessoas, pode prover informações sobre a qualidade dessas relações para o animal, sendo estas positivas ou negativas (HEMSWORTH et al., 1998). Por outro lado, interações positivas entre seres humanos e vacas podem diminuir o estresse causado por procedimentos veterinários de rotina, como palpação retal e inseminação artificial (WAIBLINGER et al., 2004).

As atividades de rotinas possibilitam várias maneiras de interagir com as vacas algumas delas proporcionam vários momentos designados de relacionamento de maior ou menos intimidade. A avaliação dessa situação é medida pelas respostas comportamentais do animal frente ao tratador como, por exemplo, durante o aleitamento artificial, o fornecimento de ração, observação de cio, a inseminação artificial e a ordenha permitem um estreito relacionamento das partes, que, através de ações positivas, irão refletir em uma condição de confiança mútua (ROSA et al., 2002).

Diferentes mensurações foram desenvolvidas para avaliar as reações de animais a pessoas conhecidas e desconhecidas. O esquema mostrando os efeitos da reatividade no comportamento animal encontra-se na Figura 1.

As variáveis que são frequentemente utilizadas para a avaliação dos efeitos da interação homem–animal são: aproximação ou não do ser humano, batimentos cardíacos,

¹ Denomina-se tratador o profissional que trata dos animais durante o período de seu trabalho.

níveis sanguíneos de corticosteróide, morbidez e produtividade (HESWORTH e COLEMAN, 1998).

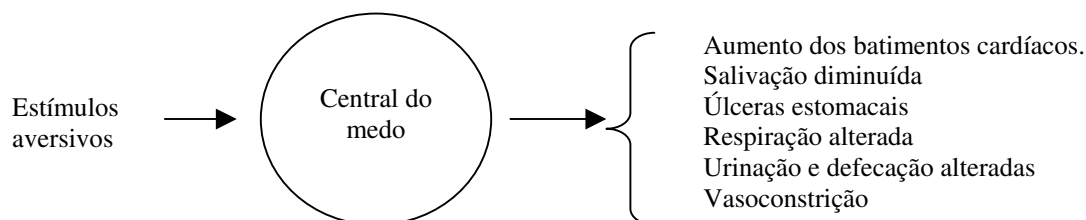


Figura 1. Esquema dos efeitos do medo no comportamento animal de maneira geral.

O efeito do medo, muitas vezes prejudicial aos animais, afeta tanto o seu desempenho quanto a saúde. O medo é uma reação universal motivando os animais a evitar os predadores. O nível de cortisol aumenta quando o animal sente medo, levando-o ao estresse. RUSHEN et al. (1999), mediram o grau de perturbação do animal submetido a uma determinada situação de manejo e determinaram escores de temperamentos de acordo com suas reações (intensidade e frequência de movimentos, respiração, vocalização, defecação, etc.).

Em pesquisas realizadas por HEMSWORTH (2001) e RUSHEN et al. (1999), foram estudadas as interações entre o tratador e os animais sob sua responsabilidade, comprovando que os animais podem limitar sua produtividade e bem-estar, quando essa interação é positiva. BREUER et al. (2000), examinaram o relacionamento entre a atitude do tratador e o comportamento das vacas leiteiras em 31 fazendas leiteiras comerciais e observaram que as vacas reduziram sua produção em até 19%, quando manejadas na ordenha por pessoas estranhas, afetando negativamente a qualidade do leite produzido, em termos de concentração de proteína e gordura. Os resultados ainda sugeriram que, nas fazendas onde a produção leiteira era menor, as vacas mostraram menor aproximação a pessoas estranhas do que em fazendas onde a produção média de leite era mais elevada.

Testes para verificar principalmente as reações de medo em animais têm sido estudados. A exemplo disto, testes da distância de fuga, que é considerada como a menor distância que o animal permite que alguém se aproxime sem reagir a esta aproximação, tem sido realizados. Essas distâncias variam de acordo com a espécie, o indivíduo e as condições

ambientais (FRASER, 1980). Em vacas leiteiras a distância de fuga fica geralmente entre 0 -7 m, segundo GRANDIN (1993), ou entre 0- 5 m de acordo com (YUNES, 2001).

Para MUNKSGAARD et al. (2001), tratadores com atitudes aversivas durante o manejo das vacas, provocam o distanciamento dos animais demonstrando medo. Além de aprenderem rapidamente a evitar estes tratadores, para os tratadores que apresentavam atitudes positivas, a distância de fuga diminuiu. LENSINK et al. (2000), afirmam que os contatos físicos quantificados como positivos (tocar com cuidado, acariciar, entre outros) reduzem a tendência dos animais evitarem o homem. Já HEMSWORTH (1995) comparando 14 fazendas leiteiras na Austrália, testando o grau de medo apresentado pelas vacas, de acordo com a distância que se encontravam do observador, encontrou uma correlação altamente negativa, em relação à média de produção de leite apresentada pelas vacas. Foram observadas variações de 30 a 50% na produção de leite das fazendas, em função do nível de medo apresentado pelas vacas, em relação ao homem.

WAIBLINGER et al. (1999) afirmam que, em propriedades onde as atitudes dos tratadores são agressivas para com as vacas durante a ordenha, o rendimento do leite cai consideravelmente. De acordo com ROSA et al. (2004), o comportamento da vaca na ordenha é influenciado pela qualidade da interação retireiro-vaca leiteira, durante acomodação das vacas na sala de ordenha e, segundo o mesmo autor, há um ganho de 0,7g de leite por vaca por ordenha, com as ações positivas de, “conversar” e “tatear”. Os autores relataram que o comportamento positivo do tratador, tanto tátil quanto acústico, observados durante a ordenha, trouxe benefícios para a produção de leite das vacas.

A qualidade da interação tratador-vaca é influenciada por diversos fatores, dentre os quais, as atitudes e o comportamento dos tratadores. Em estudos realizados por MADUREIRA et al. (2004) foi avaliada a satisfação com o emprego e sua influência na interação tratador-vaca, indicando uma predominância de boa interação entre ambos. Para estas avaliações os autores utilizaram um questionário com combinações de respostas referentes as perguntas realizadas durante o estudo com relação à qualidade da interação tratador-vaca, sendo estas classificados como boa, média e ruim. Como a maioria interagiu com boa satisfação ao emprego, houve a resposta positiva na relação animal-tratador. A influência do comportamento do tratador na ruminação da vaca, logo após o início da ordenha, foi avaliada através de observações diretas, contínuas e focais. As ações positivas, tais como: “conversar”,

“tatear” e “nomear” foram registradas com maiores ocorrências de ruminção na sala de ordenha, quando comparadas com as ações negativas, como por exemplo: “gritar”, “empurrar” e “torcer a cauda” (OLIVEIRA et al., 2003; SILVA et al., 2004; PEREIRA et al., 2004).

A observação visual apenas coleta fragmentos de informações a respeito do comportamento animal. O fato da produção animal ter um caráter dinâmico exige monitoramento e controle contínuos a fim de manter condições ótimas de crescimento, saúde, bem-estar e produtividade. Segundo FROST et al. (1997), visitas esporádicas aos animais podem interferir no seu comportamento, retirando-os do seu ritmo comportamental típico.

De acordo com PARANHOS DA COSTA e ROSA (2003), há muito para ser feito com relação ao conhecimento de como se dão as reações emocionais dos animais domésticos e quais seus efeitos sobre o sistema produtivo, porém, já se tem uma indicação de que se pode modificar a intensidade de reações dos animais, através da seleção e manejo adequado, levando-se em consideração os processos de habituação e aprendizado condicionado. Segundo os mesmos autores, os bovinos são animais que se adaptam à rotina e que, ao que tudo indica, têm boa memória. Embora os bovinos generalizem as experiências vividas com uma pessoa para seres humanos em geral (RUSHEN et al., 1998), por outro lado discriminam os tratadores através de associação com experiências gentis ou aversivas que já experimentaram (RUSHEN et al., 1999; PINHEIRO MACHADO FILHO et al., 2001; MUNKSGAARD et al., 2001; HÖTZEL et al., 2005). Também bezerros aprendem a discriminar pessoas baseados em suas experiências prévias (DE PASSILLÉ et al., 1996). As vacas reconhecem os locais onde ocorreram os manejos aversivos, mostrando-se agitadas quando retornam àquele ambiente (RUSHEN et al., 1998). As vacas parecem diferenciar, aparentemente, as pessoas através das diferentes formas do corpo (RYBARCZYK et al., 2001).

Para RUSHEN et al. (1999), não é surpresa que o medo que os animais demonstraram ao ser humano tem um efeito negativo direto na produtividade, mostrando evidências de distúrbio de estresse associado à reatividade, especialmente aumentando a atividade hipotalâmica – pituitária, assim como a atividade do sistema nervoso simpático, incrementando os níveis de cortisol, batimentos cardíacos e secreção de catecolamina. Entretanto, essa ligação entre as respostas ao estresse e bem-estar, não são tão simples de serem esclarecidas (RUSHEN, 1991 e RUSHEN et al., 1999), existindo poucos estudos que expliquem este fenômeno. HEMSWORTH et al. (1989) observaram que, incentivando os bons

tratos às vacas leiteiras, leva-se a uma redução na movimentação dos animais, associada ao declínio nos níveis de cortisol. Estes resultados sugerem que deve haver uma complexa relação entre a movimentação e o nível de reatividade sentido pelos animais. Ainda segundo HEMSWORTH (1995), o entendimento da influência humana na produção animal cresceu consideravelmente ao longo da última década, porém existe ainda muito a ser pesquisado, para o perfeito entendimento dessa interação.

PARANHOS DA COSTA et al. (2003) consideram os bovinos bastante modestos em suas necessidades, pois, quando são manejados, conduzindo para os currais ou ordenhas, promove-se uma desorganização em suas atividades sociais, dificultando a manutenção do espaço individual e provocando a quebra do equilíbrio na hierarquia de dominância, sendo difícil minimizar esses efeitos devido aos equipamentos e às estratégias usadas rotineiramente. Os bovinos observam atentamente as pessoas que os cercam, pois possuem um ângulo de visão muito amplo, mas também possuem alguns pontos cegos. O manejo de condução do gado será facilitado ao se considerar esta característica, caso contrário será dificultado, por exemplo: se um bovino perde de vista a pessoa que o maneja, (por adentrar na zona cega, que ocupa aproximadamente um ângulo 14 graus na parte traseira do animal), ele provavelmente irá parar para olhar para trás, tentando manter a pessoa no seu campo visual, atrasando todo o deslocamento (GRANDIN, 2002).

Situações que levam o tratador ao desconforto e frustração têm também um impacto negativo no conforto da vaca, e, conseqüentemente, na sua capacidade de produção (PIRES et al., 2001). Estudos realizados por LENSINK et al. (2000), demonstraram que o manejo realizado por mulheres levaram a um resultado mais positivo com os animais do que o realizado pelos homens, tendo mais crenças positivas em relação a importância deste contato com os animais, além de mais descrições positivas sobre seu próprio comportamento.

MADUREIRA et al., 2004, analisaram o nível da influência da satisfação no trabalho com a qualidade da interação tratador-vaca. O estudo avaliou os profissionais através de questionários a partir da combinação das respostas referentes a estas questões, a qualidade da interação retireiro-vaca foi classificada em boa, média e ruim. Para os autores, dentre os funcionários que não se sentiam satisfeitos com o seu emprego, a maioria interagiu com os animais com a mesma qualidade daqueles que estavam satisfeitos. ROSA, et al., 2004, afirmaram que a qualidade desta interação geralmente é determinada pela motivação do

trabalhador. Segundo os mesmos autores, a motivação do trabalhador tende a ser prejudicada nos finais de semana, talvez pelo fato destes dias serem nacionalmente considerados como de descanso.

3.6. Bem-Estar Animal

HUGLES (1976) definiu o bem-estar dos animais como sendo um estado de saúde mental e físico, onde o animal está em harmonia com seu ambiente, não necessitando apenas de exigências físicas e fisiológicas, mas também atendendo a exigências comportamentais. Uma definição de bem-estar bastante utilizada foi estabelecida pela FAWC (*Farm Animal Welfare Council*) (citado por CHEVILLON, 2000), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais:

- A liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede),
- A liberdade ambiental (edificações e espaços adaptados),
- A liberdade sanitária (ausência de doenças e de lesões),
- A liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos típicos de sua espécie),
- A liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

Normalmente encontram-se os conceitos de bem-estar divididos em três aspectos: o legal, o público e o técnico (SWANSON, 1995). O aspecto legal leva em consideração as leis e normas propostas; o público relaciona-se com as demandas do consumidor, que está mais exigente; e o técnico procura as informações científicas adequadas relacionando-as com as normas e leis propostas.

3.6.1. Medidas de Bem-Estar

Existem outras características para avaliar o bem-estar animal. Algumas enfatizam os atributos físicos (crescimento e saúde), mentais (prazer ou sofrimento) e a 'naturalidade' (que reflete a proximidade ou a distância do ambiente natural), segundo (APPLEBY e WEARY, 2000) sendo que todos os critérios estão baseados na demonstração de alguma evidência de mudança. Para BARNETT e HEMSWORTH (1990), na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais. As medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido usadas baseadas no fato que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os indicadores comportamentais levam em conta especialmente a ocorrência de comportamentos anormais, e de comportamentos que se afastam daqueles apresentados no ambiente natural a que está exposto o animal.

De acordo com BROOM (1996), o nível de bem-estar reduzido provoca danos corporais e doenças, função imune danificada, patologias comportamentais e aumento da aversidade² comportamental. Assim, vê-se que os interesses não são somente os estados fisiológicos, mas também à forma de como alcançá-los utilizando comportamentos específicos. Segundo o mesmo autor, as medidas de produção são usadas para analisar o bem-estar dos bovinos. Toda diminuição da produção de leite pode ser um indicador de falta de bem-estar, porém, a produtividade máxima não é um indicador de um nível máximo de bem-estar, sendo recomendado que esta análise deva ser feita individualmente, e não em grupo.

3.6.2. Bem-Estar de Vacas Leiteiras

O bem-estar de vacas leiteiras é um componente importante do nível produtivo e sanitário do rebanho. Para a todos os animais o objetivo primário é o de se alimentarem, assim, os conceitos básicos de alimentação associados ao comportamento animal, devem ser utilizados para melhorar o bem-estar e a produtividade (GRANT e ALBRIGHT, 1995).

² Ligada à aversão

Quando as vacas encontram-se em processo de ruminação, deitadas ou em pé, ficam quietas e relaxadas com a cabeça baixa e pálpebras semi-cerradas expressando o bem-estar (ALBRIGHT, 1993). Há outras situações que precisam ser consideradas e analisadas, segundo PARANHOS DA COSTA et al. (2003). A observação de vários recursos e estímulos é necessária para que os bovinos se encontrem em boas condições de bem-estar, como: o espaço físico, permitindo que os animais mantenham suas atividades em um contexto social equilibrado; os abrigos, para que possam se proteger dos rigores do clima e os alimentos, incluindo as forragens, a água e os suplementos. Também existem particularidades que definem o grau de necessidade e preferência de cada um desses recursos, dependendo das características genéticas e ambientais, como por exemplo, a necessidade por sombra depende da capacidade de adaptação do animal ao calor. Outros fatores, que resultem em estresse ou traumatismo, devem ser evitados, como piso escorregadios, áreas de contenção quentes e abafadas, alta densidade de animais, ruído excessivo, períodos extensos longe da água e alimento, equipamentos com pontos que possam causar traumatismos ou outras obstruções (PIRES et al., 2001).

Portanto, segundo (PARANHOS DA COSTA et al., 2003), os maiores riscos para diminuição do bem-estar de animais não são somente aplicados para aqueles mantidos extensivamente em pasto, mas também para os confinados, resultando no aumento da competição entre os animais, com prejuízos óbvios para os submissos.

3.7. Descrição do Comportamento de Vacas Leiteiras

O comportamento das vacas dentro de um sistema de confinamento, no que diz respeito às diferentes atividades que os animais desenvolvem, pode ser usado como um indicativo da preferência dos animais, e essa preferência, pode ser interpretados como uma referência de bem-estar e conforto. As técnicas empregadas para análise do comportamento e predição do indicativo de preferência dos animais podem ser: observações visuais, técnicas automatizadas, para que não haja a interferência do homem no comportamento natural do animal e modelos matemáticos para estimativa do comportamento através da produção.

Desta forma, obtém-se um maior entendimento do comportamento animal, permitindo a otimização em favor do bem-estar dos animais, contribuindo positivamente à produção de leite, ao desempenho reprodutivo e ao sucesso da atividade leiteira (PALMER e WAGNER-STORCH, 2003). Segundo COSTA e BROOM (2001), os animais na sua rotina diária encontram situações de escolha, ou seja, quando os animais estão escolhendo alguma característica ambiental, estão considerando que aquela situação atende às suas necessidades no contexto ambiental vigente.

Os animais exibem seus padrões de comportamento ciclicamente, uma vez que ocorrem respostas aos desafios externos e internos em ciclos regulares (PIRES et al., 1998). Os bovinos, por exemplo, quando criados no pasto respondem ao ciclo natural claro-escuro, pastejando, bebendo, ruminando e descansando, nos mesmos horários, a cada dia (CURTIS, 1987).

Várias modificações comportamentais foram observadas em resposta a condições térmicas estressantes para o gado leiteiro. Em galpões do tipo *freestall* com acesso a pasto, as vacas permanecem no seu interior durante as horas mais quentes do dia, a fim de obter proteção da intensa radiação solar externa, enquanto que, durante a noite, as vacas tendem a sair do abrigo (ARAVE e ALBRIGHT, 1981). Em períodos muito quentes do dia, as vacas geralmente preferem deitar em corredores molhados a estar em camas (FRAZZI e CALAMARI, 1993), provavelmente para se beneficiarem do resfriamento evaporativo.

SCHNEIDER (1988) observou que vacas, sob condições de estresse térmico, reduzem o consumo de matéria seca e decrescem a frequência de ingestão de alimentos durante o dia, aumentando estas atividades durante a noite e pela manhã, quando as temperaturas geralmente são mais amenas. Vários estudos têm evidenciado o efeito das condições ambientais sobre o comportamento alimentar quando, animais submetidos ao estresse térmico, reduziram: o número de refeições diárias, a duração da refeição além da taxa de consumo de matéria seca por refeições (GRANT e ALBRIGHT, 1995). A consequência disto, é a redução no consumo diário de matéria seca, queda na produção de leite e também na eficiência de utilização do alimento consumido (EMPEL et al., 1993; GRANT e ALBRIGHT, 1995).

Segundo PIRES et al. (2001), pesquisas realizadas pela Embrapa Gado de Leite em fazendas particulares, mostraram que, independentemente do sistema de criação, as vacas em

lactação, confinadas ou em pastejo, permanecem mais tempo em ócio no período do verão, do que no inverno, uma vez que substituíram as atividades relacionadas com o comportamento alimentar pelo ócio, numa provável tentativa de reduzir a produção de calor metabólico.

Quanto à postura corporal, quando expostos a ambientes quentes, com altas taxas de radiação solar, os bovinos buscam lugares sombreados e tendem a assumir uma postura de relaxamento, além de minimizar as atividades físicas. Também poderão apresentar manifestações anormais no comportamento sexual das fêmeas, onde o calor poderá reduzir a intensidade do cio e a probabilidade de manter a gestação (PIRES et al., 1998).

Uma das características do comportamento alimentar dos bovinos criados extensivamente, é o seu padrão diurno, com a distribuição dos períodos de pastejo relacionados com o ciclo dia-noite. Apresentam maior atividade do comportamento ingestivo nas horas próximas ao amanhecer e ao entardecer e, no restante do dia, o acesso ao pasto é intermitente, onde os animais descansam ou ruminam. Existem alguns fatores que podem influenciar e prejudicar a ruminação, tais como, pânico, raiva, ansiedade (que são chamados de reatividades), doença ou até mesmo alterações climáticas (FRASER e BROOM, 1990). A ruminação para animais estabulados dura em torno de oito horas por dia segundo os autores WILSON e FYNN (1979); METZ (1985); CAMARGO (1988); BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1989). A ruminação tem como característica permitir o descanso fisiológico e recuperação física do animal. As vacas preferem ruminar deitadas, em situação de termoneutralidade, com o peito junto ao solo e, em temperaturas mais elevadas, ruminam mais tempo em pé, devido ao estresse pelo calor (ALBRIGHT e STRICKLIN, 1989). A atividade de ócio, que não inclui alimentação nem ruminação, consome cerca de dez horas diárias. As vacas procuram à sombra e diminuem as atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitadas na área de descanso (BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994).

DAMASCENO et al. (1999), utilizaram em seu experimento 24 vacas em regime de criação confinada em estábulos de *freestall* para analisar o comportamento ingestivo de alimento e determinaram que, o padrão de idas ao comedouro é bem caracterizado em dois momentos: no início da manhã e no final de tarde.

PIRES et al. (2001) observaram que, durante o verão, animais criados extensivamente, reduzem o pastejo diurno a menos de duas horas, enquanto o noturno aumenta para aproximadamente 60% do tempo total de alimentação, por ser um período mais

fresco. De acordo com os mesmos autores, as vacas confinadas apresentam 10 a 12 períodos de alimentação, com aproximadamente 68 % deles ocorrendo entre 06h:00 min e 18h:00 min, passando em torno de cinco horas comendo. Entretanto, caso o concentrado da dieta seja aumentado, esse tempo poderá ser reduzido. A alimentação sincronizada com o horário de ordenha pode ser observada tanto no pasto quanto no confinamento e também em qualquer estação do ano. Usualmente, a maioria das vacas alimenta-se após o retorno da sala de ordenha de manhã e à tarde.

A distribuição das vacas na instalação e o uso de portas com sentido único na entrada das instalações de confinamento, podem afetar o tempo gasto na área de descanso e de alimentação, por permanecerem mais tempo executando estas atividades que outras como: contato social, beber água, ruminar, entre outros (LAUWERE et al., 2000). A baixa densidade de energia na dieta alimentar poderá também afetar o tempo que a vaca gasta comendo, que nesse caso, passa mais tempo comendo do que na área de descanso (NIELSEN et al., 2000). Os fatores externos, o estado de sanidade e a idade do animal, também podem afetar o período de consumo de alimento (NIELSEN et al., 2000; CHAPLIN e MUNKSGAARD, 2001).

A frequência de ingestão de água para vacas está em torno de cinco vezes ao dia, variando de uma a seis vezes. A qualidade da água é essencial para a produção, a saúde e o bem-estar animal além disso, deve-se pensar na qualidade e no tipo de bebedouros. Em estudos realizados por MACHADO FILHO et al. (2004), foram comparadas as preferências das vacas leiteiras por bebedouros de diferentes dimensões e profundidade, sendo demonstrando que essa preferência pode afetar (piorar ou melhorar) o consumo de água. Nesse estudo, a maioria das vacas preferiu bebedouros maiores. TEIXEIRA e HÖTZEL (2005) observaram em seu experimento, que as vacas preferem ficar 84% do tempo bebendo água em bebedouros com áreas de superfícies maiores e 16 % em áreas de superfícies menores, portanto a área superficial do bebedouro é importante no planejamento das instalações.

A atividade do consumo de água pelas vacas leiteiras é essencial, principalmente quando a vaca encontra-se em fase de produção. Segundo os autores (HEDLUND e ROLLS, 1977; MONTY JUNIOR e GARBARENO, 1978; DAMASCENO et al., 1999), o consumo de água ocorre principalmente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde, porém a condição ambiental pode exercer importante influência nesse comportamento.

Em estudos realizados por RAY e ROUBICEK (1971); HOFFMAN e SELF (1973) e CAMARGO (1988), citados por DAMACENO et al. (1999), em ambientes termoneutro a vaca passa a consumir água somente durante o dia, porém, quando em estresse térmico pelo calor, há um aumento da ingestão de água no final da tarde e início da manhã e visitas ao bebedouro durante à noite.

MARTELLO et al. (2003), estudaram o comportamento de vacas lactantes em instalações com diferentes formas de climatização e observaram que na instalação com aspersão de água e ventilação forçada, o número de animais deitados no sol foi maior que nas outras instalações estudadas, divergindo do conhecimento corrente. Assumindo que o temperamento (dentro do comportamento animal) é uma característica individual, proporcionando a oportunidade para a comparação entre indivíduos, à análise do comportamento grupal torna-se mais complexa, tendo sido essa a explicação dos autores para os resultados dos encontrados.

Na prática, os animais são avaliados de maneira independente, em função da tendência de o animal ser ou não mais reativo. Isto é caracterizado quando o bovino começa a apresentar determinados comportamentos de forma repetitiva, com certa intensidade, como, por exemplo, ser muito ou pouco agressivo (PARANHOS DA COSTA e ROSA, 2003). A análise do comportamento animal pode contribuir para a otimização do sistema de produção, uma vez que a sua reação para o suposto medo ou ansiedade, interferem tanto na produção como no seu bem-estar. Os conhecimentos gerados a partir do comportamento animal tornam-se importantes para a estruturação e o acompanhamento dos sistemas de produção como um todo, incluindo atividades individuais e seus ambientes sociais e físicos, sendo possível uma melhor compreensão das causas que norteiam as ações dos animais (STRICKLIN e KAUTZ-SCANAVY, 1984).

Dentro dos padrões fixos de comportamento, o de deitar-se é considerado importante para as vacas leiteiras, pois a privação do descanso pode induzir a manifestação de frustração por comportamentos estereotipados, além de lesões traumáticas e outros danos físicos resultando em baixa produtividade e problemas sanitários. O tempo de permanência na posição deitada, em um período total de 24 horas ocorre geralmente, em torno de 08h 00 min. às 14h 00 min. (KROHN e MUNKSGAARD, 1993).

3.8. Técnicas de Avaliação Comportamental de Animais

Avaliar o comportamento do animal torna-se uma maneira de se avaliar também, indiretamente, o seu bem-estar. Através das técnicas empregadas atualmente para avaliação do comportamento pode-se registrar uma série de informações, que antes não era possível, conforme descrito a seguir.

3.8.1. Observação visual

O método mais simples para obtenção de informações sobre o comportamento animal é a observação visual, que é realizada de uma forma discreta no ambiente natural do animal estudado, podendo descrever o estado mais puro e bruto de seu comportamento, e não sendo limitado, como pode acontecer em laboratórios (SARIEGO, 2005).

Para PUMA et al. (2001) a avaliação do comportamento de alimentar-se e saciar a sede são fundamentais e, de certa maneira, pré-requisito para os estudos de base fisiológica no controle da alimentação e da ingestão de água pelos animais, bem como para a avaliação da eficácia e especificação dos agentes ou fatores que estimulam ou inibem essas atividades.

DEL-CLARO (2004) define que o comportamento animal descreve tudo que um animal é capaz de fazer, podendo exibir comportamentos nos quais deixam de realizar atividades que envolvem movimentações ou deslocamentos. Para MANNING (1979), o comportamento é definido como sendo uma característica que abrange todos os processos, através dos quais um animal percebe o mundo externo e o estado interno de seu corpo, e respondendo às mudanças percebidas. Entretanto, muitos desses processos ocorrem no interior do sistema nervoso e poderão não ser diretamente observáveis. O que o animal faz pode envolver níveis distintos de atividade, como atividade violenta ou ainda completa inatividade e, nos dois casos, trata-se de comportamento.

CARTHY (1980) descreve o comportamento como aquilo que se percebe das reações de um animal ao ambiente que o cerca, expresso geralmente em movimentos, e que são

influenciados por fatores internos e variáveis. Ainda, segundo o mesmo autor, o estudo do comportamento animal inicia-se com observações dos movimentos, postura e outros aspectos gerais. Frequentemente parece que um animal não está fazendo nada, mesmo que seu ambiente mude. Isto pode ocorrer porque o animal não consegue perceber as mudanças, mas é igualmente possível que, sua resposta às mudanças, seja simplesmente ficar parado. Existem cinco questões importantes que se deve propor sobre o comportamento animal:

- Qual a sua causa?
- Qual a sua função?
- Como se desenvolve o padrão comportamental?
- Como evoluiu?
- Quanto se pode modificar no decorrer da vida do indivíduo ?

O mesmo autor afirma que é importante conhecer o comportamento usual do animal no seu ambiente normal antes de analisar atitudes específicas do mesmo em laboratório, pois as condições de laboratório, cuidadosamente controladas podem ser tão diferentes do ambiente normal do animal, que este pode ser impedido de exibir vários tipos de comportamento ou, até mesmo não fazer nada.

Para superar algumas limitações das observações ao natural, muitos pesquisadores recorrem às observações controladas, em laboratório, utilizando-se de metodologias que reproduzem as mesmas condições naturais, porém, manipulando algumas variáveis do ambiente e mantendo constante outras, até conseguir informações e resultados passíveis de repetições (SARIEGO, 2005). O autor afirma que, no final das observações, sendo estas ao natural ou controladas, se elabora um etograma, que se torna um inventário do comportamento de uma determinada espécie, contendo descrições detalhadas, organizadas em categorias (instinto, aprendizado, comportamento agressivo, territorial, reprodutivo, alimentar, social e de defesa).

O comportamento animal é comumente monitorado manualmente, na situação em que o pesquisador observa o animal anotando certos comportamentos de padrões pré-

estabelecidos, tais como a hora, o começo e o fim de alguma atividade. Estas anotações podem ser realizadas em planilhas manuais ou eletrônicas, podendo ou não, conter um programa computacional de registro de eventos dessa natureza (NOLDUS, 1991 e NOLDUS et al., 2000). Entretanto, a tarefa de observar e registrar o comportamento do animal desenvolvendo alguma atividade é rotulada como intensiva, subjetiva, além de estar sujeita às tendências do observador, podendo sofrer os efeitos da fadiga e da expectativa que um determinado resultado apareça (TWINING et al., 2001; NOLDUS et al., 2001). Para que se possa elevar a precisão da análise do comportamento animal, ou que amenizem os problemas que a análise visual venha a apresentar, a solução está na automatização de registro de imagens, pois isenta os erros cometidos pelo observador.

TREVISAN et al. (2004) utilizaram-se do método direto de observação visual, para avaliar o comportamento de bovinos no pasto. As observações foram realizadas em dois períodos de 24h, em intervalos de 10 min, sendo registradas as atividades de pastejo por três observadores que se revezavam a cada 6 horas. Já DAMASCENO et al., 1999, estudaram o comportamento ingestivo de alimento, de água, ruminação e ócio em bovinos leiteiros alojados em *freestall*, utilizando análises realizadas através de observações visuais em um período de 24 h em intervalos de 15 min, utilizando observadores, durante 14 dias. Já QUEIROZ, et al. (2001), observaram o comportamento alimentar de novilhas, adotando-se o método de observações visuais em intervalos de 5 min, durante 24h para determinar o tempo dispendido em ingestão, ruminação e descanso pelos animais.

3.8.2. Técnicas Automatizadas

O processo da automação pode ser descrito como um sistema, que possui um mecanismo capaz de registrar dados sobre o ambiente e um software capaz de interpretar tais informações, sem a necessidade de um supervisor humano. Seguindo uma linha de técnicas automatizadas, alguns sistemas foram desenvolvidos para o monitoramento do comportamento animal, tais como o desenvolvido por RUTTER et al. (1997) que demonstraram que o Sistema de Posicionamento Global (GPS) pode ser utilizado para o monitoramento de ovelhas à pasto.

Já em galpões de confinamento, a análise de imagens tem se mostrado uma boa ferramenta para monitorar o comportamento animal (FROST et al.,1997).

SCHLECHT et al. (2004) utilizaram em seu experimento o GPS para avaliação do comportamento de vacas em intervalos de 5 min, registrando a posição geográfica em intervalos de 10s. PEDERSEN e PEDERSEN (1995) utilizaram detectores infravermelhos passivos (PID's) para medir a atividade de suínos, enquanto BOLLHALDER et al. (2002) estudaram o uso de filtros infravermelhos instalados nas vídeo-câmeras, para observações noturnas do comportamento de vacas leiteiras dentro de *freestall*.

Um trabalho desenvolvido para avaliação de ferramentas e estratégias para registro do comportamento de animais foi descrito por DONÁT (1991), relatando o poder das novas tecnologias e ferramentas disponíveis, tais como câmeras, computadores e programas computacionais, no aumento considerável da eficiência do trabalho experimental em análises de comportamento dos animais. Outra consideração foi sobre a possibilidade de um novo conjunto de respostas ser fornecido com o uso destas novas tecnologias, pois o estudo do comportamento pode ser registrado 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 dos processos de comunicação.

MÜLLER e SCHRADER (2003), desenvolveram um novo método para medir níveis de atividades no comportamento de vacas leiteiras, utilizando um acelerômetro que monitorou as atividades desenvolvidas pelas vacas dentro do *freestall*. Os dispositivos foram colocados nos pés das vacas e gravados para serem comparados com as imagens de vídeo coletadas simultaneamente, demonstrando ser um registrador adequado de níveis de atividade comportamental enquanto dá ao animal total liberdade de seus movimentos.

3.8.2.1. Dispositivos de Leitura de Imagens

Através da análise de imagem, pode-se avaliar indiretamente o ambiente em que os animais confinados estão inseridos, pela análise de sua resposta comportamental minimizando os problemas inerentes ao método convencional de observação (XIN e SHAO, 2002).

Segundo FROST et al. (1997), a análise da movimentação de grupos de animais, realizada através de registro de imagens, pode utilizar a resposta animal como um elemento de suporte para o controle ambiental. A observação do comportamento com câmeras de vídeo é uma alternativa de baixo custo e eficiente, uma vez que os dados registrados podem ser analisados em qualquer tempo, sem os erros cometidos na observação direta e subjetiva de um indivíduo e sem a interferência no comportamento do animal dividido à presença humana, como citado por SERGEANT et al. (1998).

De acordo com SHAO et al. (1998), a informação visual dos animais é importante para diagnósticos na produção, pois pode detectar a ocorrência de problemas, mesmo antes de sensores ou instrumentos, relacionando às variáveis detectadas nos dados de produtividade.

Pesquisas prévias utilizaram o comportamento de vacas dentro de galpões de confinamento, como um indicativo do nível de conforto a que estas estavam submetidas. Imagens de fitas de vídeo e fotografias sequenciais foram utilizadas para monitorar as diferentes atividades realizadas pelos animais em galpões (HERLIN, 1997; HALEY et al., 1999; OVERTON et al., 2000). Observando a atividade animal através de imagens de vídeo, foi possível remover a interferência estressante da presença do homem no local destas observações. HULTGREN, (2001) utilizou um sistema de gravação e análise de vídeos para a avaliação do efeito de dois sistemas diferenciados de piso no comportamento de vacas leiteiras, em sistema de confinamento *tiestall*, tendo possibilitado a observação realística com que os animais deitavam-se e levantavam-se, além da preferência dos mesmos por um dos pisos estudados.

As anotações manuais do comportamento animal requerem um baixo investimento para sua realização, porém, observações automatizadas possuem vantagens significativas, quando comparadas com o método manual. Quando se utiliza a observação por câmeras de vídeo, tendo as imagens gravadas e processadas em um computador, os padrões comportamentais são monitorados com maior grau de confiança, pois os algoritmos dos programas computacionais sempre trabalham da mesma forma, não sendo afetado pela fadiga ou eventual distração do observador. O processamento computacional destas imagens permite que sejam extraídas medidas quantitativas de determinados padrões comportamentais, que se monitore com precisão, por exemplo, o comportamento de locomoção dos animais, expressado por medidas espaciais (distância, velocidade e caminho percorrido), comportamentos estes que

são difíceis de serem monitorados através da observação visual direta (BURE ĚSOVÁ et al. 1986; SPRUIJT et al.1990; SPRUIJT et al. 1998).

GARCIA et al. (2002), utilizaram câmeras de vídeo para estudar o comportamento de vacas leiteiras nos cochos automáticos, visando diminuir o aparecimento de lesões nas regiões dos ombros dos animais, através da determinação da carga crítica ao tocar as barras que acionam os cochos automáticos com os ombros. O uso da câmera de vídeo possibilitou chegar à medida da força necessária para se evitar ferimentos nas vacas que, no caso, foi de 500 N.

MUNKSGAARDA et al. (2004), estudaram o comportamento de vacas leiteiras primíparas e pluríparas na área de descanso e no cocho, com um auxílio de uma câmera de vídeo. Na área de descanso foi observado o contato social que era a cabeça próxima a uma baia vizinha. As observações foram feitas normalmente e como resultado, encontraram que as vacas multíparas do experimento, gastaram 10 min a mais com o contato social do que comendo, sendo o inverso para as primíparas. O uso de câmeras de vídeo permite também o estudo de comportamentos que ocorrem repentinamente e são seguidos por um longo período de inatividade (MARTIN et al. 1992), além de permitir também o monitoramento de comportamentos que se repetem ao longo do tempo, assim como a variação diurna/noturna de determinado comportamento (OLIVO e THOMPSON, 1988 ; SPRUIJT e GISPEN, 1983).

3.8.2.2. Período de Coleta de Imagens para a Observação do Comportamento de Vacas Leiteiras.

Estudos do comportamento de vacas leiteiras em *freestall*, realizadas por OVERTON et al. (2003), utilizando oito dias de coleta de imagens, afirmaram que o melhor horário para se efetuar a observação do comportamento é uma hora após a primeira ordenha da manhã, devido à intensidade luminosa no galpão.

Também utilizando câmeras de vídeo, FRAZZI et al. (2000) observaram a distribuição espacial de vacas leiteiras dentro do *freestall*, identificando a preferência térmica destes animais por áreas mais confortáveis. A coleta das imagens das vacas foi realizada quatro dias antes do período mais quente do verão e oito dias durante todo o período, permitindo observações precisas quanto às preferências térmicas. Os autores encontraram que,

durante o período mais quente, houve uma menor redução da produção de leite das vacas localizadas nas baias com ventiladores ou com ventiladores e aspersores.

Para MÜLLER e SCHARADER (2005), dez dias de coleta de imagens por vídeo câmera são suficientes para se obter dados sobre tempo de atividade, número e duração do período de descanso de vacas leiteiras em alojamento *freestall*. GAWORSKI et al. (2003), observaram o comportamento de vacas leiteiras em diferentes baias de descanso dentro do *freestall*, através de vídeo câmera em intervalos de 10 min. Os resultados mostraram que a posição das baias pode influenciar na preferência pela baia de descanso, dos quais 68% dos animais em estudo preferiram ficar em baias próximas aos comedouros. MÜLLER e SCHARADER (2003) estabeleceram intervalos de 10 min para coleta de imagens de vacas com o objetivo de se obter amostras para análise das atividades comportamentais sendo muito útil na avaliação do bem-estar.

PALMER et al. (2003), utilizaram câmeras de vídeo para o estudo das preferências térmicas de vacas leiteiras, usando padrões comportamentais observados nas baias estudadas, tais como: tempo de ocupação da baia com a vaca parada em pé e deitada. Os intervalos de observações manuais foram estabelecidos a cada 10 min. O tempo de ocupação nas baias variou de acordo com o tipo de superfície e as vacas mostraram preferência por deitarem-se e levantarem-se em superfícies macias, providas de colchões ou borracha macia.

3.9. Atuação do Processamento e Segmentação de Imagens.

A atuação do processamento de imagens digitais consiste na acurácia de informação visual para a interpretação do observador, além do processamento de dados de cenas de forma automática, através do uso do computador (GONZALEZ e WOODS, 2000)

A aquisição da imagem é o primeiro passo para o processamento. Existem várias formas de se obter uma imagem, seja através de uma digitalização de uma fotografia, separando um quadro de um filme, ou apenas tirando uma foto com uma máquina digital CCD (*Charge Coupled Device*), podendo, através da escolha, melhorar ou apenas facilitar o processamento da imagem. Também são utilizadas câmeras digitais coloridas para facilitar a interpretação das imagens coletadas, podendo ser câmeras coloridas em padrão de RGB (*Red*,

Green e Blue), que captam imagens nas três bandas e representam o comprimento de onda e, juntas, formam a imagem colorida. SIMÕES et al. (2001) utilizaram em seu experimento câmeras coloridas em padrões de RGB a fim de selecionar laranjas e puderam, através das imagens puderam avaliar a cor e a forma das laranjas, calculando assim o diâmetro do fruto. CRUVINEL e MINATEL (2001) puderam classificar em seu experimento, de maneira automática, as laranjas no pé quanto à cor e ao tamanho. HASHIMOTO et al. (2001) apresentaram a viabilidade de se avaliar o vigor de árvores, baseando-se na cor das frutas e na forma das folhas, através da utilização de câmeras coloridas em padrões de RGB.

Devido ao excesso de informações adquiridas pela aquisição das imagens, tornou-se necessário a segmentação das imagens, diminuindo desta maneira o gasto computacional, bem como, evitando erros provocados por dados irrelevantes. GONZALEZ e WOODS, (2000) definem o termo imagem, como sendo uma função de intensidade luminosa bidimensional representada por $f(x, y)$ cujo x e y representam a localização. É possível imaginar a imagem como sendo uma matriz bidimensional de valores contínuos, que armazena os valores de cinza para cada coordenada. Sendo assim, a imagem formada deste modo, será denominada imagem real. Sabe-se que é exigido um espaço ilimitado para registrar todas as coordenadas e todos os tons, dessa forma, para economizar espaço e possibilitar a manipulação da imagem é estipulado um ponto que represente uma determinada área da imagem real, sendo desta maneira representada por pontos. Cada parte constituinte da imagem é denominada de pixel ou pel. Da união dos pixels, organizados em uma matriz através das posições da figura original, é obtida uma imagem semelhante a real, denominada de imagem digital. Segundo os autores, a segmentação é a divisão da imagem em partes ou objetos constituintes. A segmentação é importante, pois possibilita a redução de informações irrelevantes e gasto computacional do tempo de processamento. O processo de segmentar uma imagem necessita de uma escolha que envolve um ou mais parâmetros, que possam permitir a diferenciação entre os objetos ou regiões da imagem. O bom resultado da segmentação consiste na escolha deste parâmetro que pode ser: forma, textura, textura combinada com uma cor, somente cor, entre outras (PUN et al., 1994; TUCERYAN, 1994; BELONGIE et al., 1998; COMANICIU et al., 1997).

3.10. Modelagem de Previsão de Conforto e Produção

Um sistema integrado de monitoramento da produção animal registra informações de sensores, bases de dados e de conhecimento, processando-as e fornecendo dados de saída, que podem ser apenas recomendações ao produtor, ou diretamente promover ações de controle. A interpretação dos dados fornecidos pelo sistema de monitoramento, possibilitará que se chegue a conclusões a respeito dos progressos obtidos no processo produtivo, nas áreas de controle climático e de arraçãoamento, bem como no *status* sanitário e reprodutivo do rebanho (FROST, 1997). O autor sugere ainda que, se os dados comportamentais do rebanho forem inseridos neste tipo de sistema integrado, será possível criar um sistema especialista que possa monitorar o desempenho produtivo, encontrando as causas de perdas e sugerindo soluções. Desta forma, este sistema se tornaria uma valiosa ferramenta de planejamento e manejo.

Um dos principais benefícios dos sistemas integrados de monitoramento na produção animal é a oportunidade de combinar a prática adquirida pelo produtor com a base computacional do modelo. Um estudo realizado por ALTMANN e ALTMANN (1977), demonstrou que algoritmos 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 a população muda sua composição durante os estudos. BECK (1982) apresentou um estudo relacionado com modelos matemáticos, o qual levantou a questão de como as teorias são desenvolvidas sobre comportamentos de sistemas complexos, como aqueles tipicamente encontrados no gerenciamento da qualidade de ambiente.

Nos estudos de comportamento animal, pode-se utilizar modelos matemáticos que podem descrever o efeito de uma variável de ambiente, ou de muitas variáveis, sobre um sistema de produção. A precisão desses está relacionada com a capacidade de interferência nos processos e com tempo necessário para que os ajustes possam ser realizados.

3.11. Análise Multivariada de Componentes Principais

No mundo científico são muitas as dificuldades em traduzir informações obtidas, em conhecimento, as quais através de modelos e teorias dos diversos ramos de conhecimento,

implicam e condicionam a pesquisa a uma padronização metodológica. Um aspecto primordial desta padronização é a avaliação estatística das informações. Com isso, procurando reduzir a poucas variáveis, foi desenvolvido um ramo da estatística que observa as variáveis de maneira isolada, que é a estatística univariada. Porém, quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente este tipo de análise falha. Para que um grande número de informações ser processado antes de ser transformada em conhecimento, necessita-se de ferramentas estatísticas que apresentem uma visão mais global do fenômeno, que a univariada. A análise multivariada reúne a um maior número de métodos e técnicas, que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos. Para o uso métodos de análise multivariada há necessidade de implementação computacional dos fundamentos, através de *software* estatísticos MOITA (2004).

A técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) é empregada com o objetivo de dar visibilidade conjunta a possíveis associações entre variáveis de um conjunto de dados, reduzindo-se o número de variáveis, que necessitam ser consideradas, a um número pequeno de índices explicativos (Componentes Principais) que são combinações lineares das variáveis originais. Uma ACP procura um mínimo de combinações lineares que possam ser usadas para resumir os dados, perdendo-se no processo um mínimo de informações. As variáveis precisam ser correlacionadas no início do processo, não sendo necessário fazer suposições iniciais a respeito da distribuição de probabilidade das variáveis originais. Pode-se dizer que uma ACP é uma transformação ortogonal de um conjunto de variáveis correlacionadas (atributos originais), em um novo conjunto de novas variáveis não correlacionadas (Componentes Principais), (JOHNSON e WICHERN, 1998).

Segundo MOITA e MOITA (1998), a ACP também pode ser usada para julgar a importância das próprias variáveis originalmente escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso na combinação linear dos primeiros Componentes Principais, que são as mais importantes do ponto de vista estatístico. QUEIROZ (2003) afirma que o objetivo principal do método da ACP é representar um conjunto de muitas variáveis, em um número bem menor de índices. Os índices chamados de Componentes Principais, graças a sua correlação com as demais variáveis, sintetizam o comportamento por elas assumido, podendo também ser utilizados para representar um conjunto de variáveis em outras técnicas multivariada, como a análise de “*clusters*”, além de permitir uma hierarquia ou unidades de observação.

Essa técnica foi usada por PEREIRA (2005) e SALGADO (2006) para o entendimento do comportamento de matrizes pesadas (frangos de corte), ficou evidenciado que variáveis do ambiente correlacionavam positiva ou negativamente com variáveis produtivas, bem como com as expressões corporais das aves. LALONI et al. (2004), utilizaram a técnica de ACP, para desenvolver um índice de previsão de produção de leite para vacas Jersey em lactação, a partir de uma análise e seleção das variáveis ambientais. TADINI et al. (1998), utilizaram esta técnica para elaborar cartas de controle de curvas de calibração de determinação do teor de glicose por espectrofotometria, para conhecer o comportamento de maturação no caso das frutas, para que estas pudessem passar por um processo que envolvia armazenamento controlado. Embora o método de ACP forneça tantos componentes quantos forem as variáveis utilizadas, na prática é desejável que um número mínimo de componentes inclua a maior variabilidade possível das variáveis originais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Campestre localizada no município de São Pedro, Estado de São Paulo, com latitude de 22° 32' 55" Sul, longitude de 47° 54' 50" Oeste e altitude de 580 m, Clima Cwa da classificação Köppen, quente e úmido com estação chuvosa no verão e seco no inverno.

O experimento foi realizado nos dias 25, 26 e 27 do mês de setembro de 2006, os quais foram realizados observações visuais indiretas e via *software*. Para as observações visuais indiretas, foram nomeadas como indireta instantânea (VII) e espaçada (VIE) e via *software* como, visão computacional (VC).

4.1. Animais

Foram utilizados 80 animais oriundos de um lote com características homogêneas (pluríparas em lactação, peso médio 600 kg) da raça Holandesa (puras por cruza) em fase de lactação semelhante, ou seja, entre 90 - 100 dias de lactação, com uma produção média de 30 kg de leite dia⁻¹. As vacas foram ordenhadas três vezes ao dia (01h:00min, 09h:00min e 17h:00min) e suas produções registradas diariamente. Os horários de arraçoamento (07 h 00 min. e 15 h 00 min) e a dieta alimentar foram mantidos de acordo com a rotina da fazenda.

4.2. Instalações

As vacas foram alojadas em um galpão do tipo *freestall* (estabulação livre) orientado no sentido leste-oeste, com dimensões de 80,0 m de comprimento por 28,0 m de largura, com capacidade para alojar 200 animais adultos, divididos em dois lotes. Possui a uma altura da cumeeira era de 9 m e pé direito com 3,5 m. O galpão era totalmente aberto, com os pilares de madeira e o piso de concreto ranhurado, para melhor escoamento da água e dejetos, além de

evitar escorregões. Um corredor central medindo 2,92 m de largura. As camas, com dimensões de 1,1 m de largura e 2,12 m de comprimento eram forradas com borracha de pneu e recobertas por tecido impermeável e pó de serra. O número total de camas por lote era de 114, sendo divididas em dois grupos de 57 camas dispostas frente a frente.

O galpão contava com equipamentos de climatização (ventiladores e aspersores) localizados nas áreas de comedouro e camas, e apresenta ventiladores com diâmetro de 0,9 m, espaçados a cada 11,0 m, equipados com motor de $\frac{1}{4}$ CV, vazão de $300 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, 495 RPM e capacidade de produzir movimentação de ar de até $2,5 \text{ m s}^{-1}$. Na área de alimentação esses ventiladores foram fixados a altura de 2,5 m e na área de descanso (camas) a 2,0 m. Os ventiladores foram acionados por meio de um termostato toda vez que a temperatura no interior do galpão atingia 25°C . O sistema de aspersão foi montado em toda extensão do galpão, na altura de 2,5 m acima da linha de alimentação (comedouros), constituído por tubo de PVC, com espaçamento entre bicos de 1,0 m, sendo acionado por uma bomba com motor trifásico, de maneira que a vazão da água na linha de aspersão era de 30 L h^{-1} e a intermitência de 12 min.

A Figura 2 apresenta a vista frontal do galpão, onde as vacas estavam confinadas, durante o experimento.



Figura 2. Vista frontal do galpão de *freestall*.

4.2. Mapeamento das Condições Termohigrométricas do Galpão.

Foi realizado um mapeamento das condições termohigrométricas do galpão. O galpão foi dividido em áreas denominadas quadrantes de maneira que se pudesse conhecer o perfil termohigrométrico da área estudada (Figura 3).

O esquema da Figura 3 foi utilizado na mesma ordem de coordenadas X e Y para o mapeamento nos quadrantes.

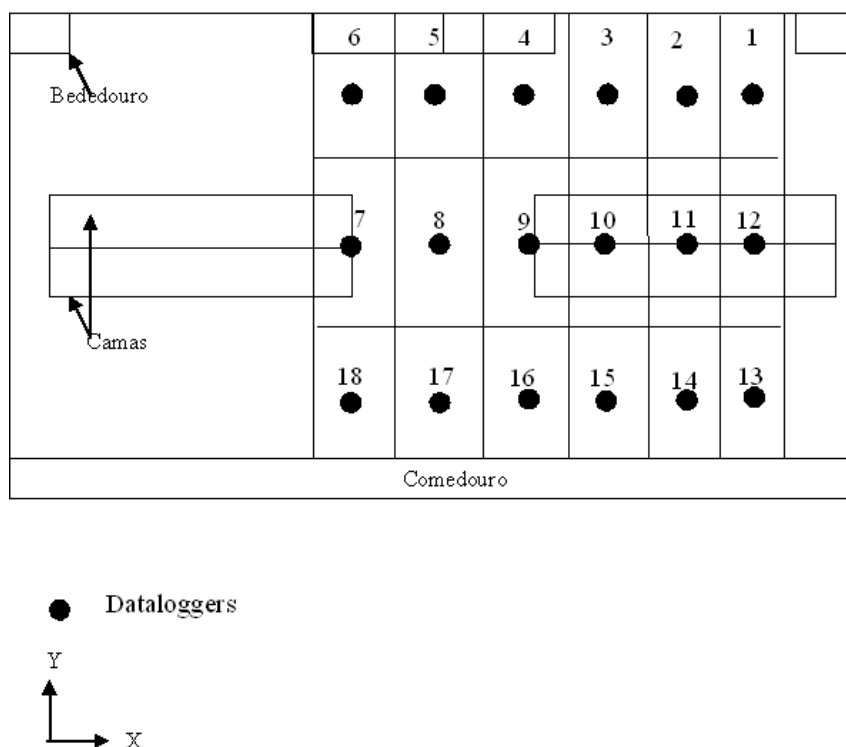


Figura 3. Esquema dos centros geométricos dos quadrantes e fixação de registradores eletrônicos de temperatura e umidade relativa.

Foi selecionada a área mais visitada pelos animais do galpão, na área central, que media 24,0 m de comprimento por 12,0 m de largura. Esta área foi dividida em 18 quadrantes virtuais, distantes 4,0 m cada um. Foram registrados, no centro geométrico de cada quadrante, os dados de temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa (UR) em 18 pontos no interior do galpão, usando *dataloggers* da marca HOBO® (Figura 4) pendurados a uma altura de 2,5 m do piso. Os *dataloggers* foram programados para a coleta de dados a cada 15 min,

ininterruptamente durante o período do experimento. A Figura 5 mostra os equipamentos instalados nos quadrantes.



Figura 4. Imagem do datalogger.



Figura 5. Disposição dos registradores no centro geométrico nos quadrantes.

Os dados de velocidade do ar foram coletados através de um anemômetro digital Kastel[®] de medida instantânea no centro de cada quadrante, respeitando os horários estabelecidos para as coletas de temperaturas mínimas (T_{min}) e temperaturas máximas ($T_{máx}$). As leituras do anemômetro digital foram efetuadas durante o período de 15 min, no centro dos quadrantes, efetuando-se o registro das médias das leituras de cada quadrante. Estas medidas eram coletadas por uma funcionária acostumada à rotina dos animais não interferindo, portanto no comportamento das vacas.

4.2.1. Processamento dos Dados

Utilizou-se o programa SURFER[®] (1999) para se obter um mapa de isolinhas, por meio da interpretação matemática dos pontos onde foram coletados os dados das condições climáticas, dentro do galpão de *freestall*. Foi realizado também uma avaliação da distribuição espacial das variáveis ambientais (Temperatura média (T_{média}) dos dias 25, 26 e 27 de setembro de 2006 nos quadrantes, seguindo a mesma linha para UR média do dia, Velocidade do ar média do dia e ITU médio do dia, com o intuito de se avaliar os resultados encontrados, utilizando a Eq. 1

Índice de Conforto Térmico (ITU)

O índice de ITU foi calculado pela equação a seguir de acordo com BACCARI et al. (1983) e BUFFINGTON et al. (1981), através do *software* Psicart[®], adaptado para o Excel[®].

$$\text{ITU} = \text{TBS} + 0,36\text{TPO} + 41,2 \quad \text{Eq 1}$$

onde:

TBS = temperatura de bulbo seco (°C)

TPO = temperatura ponto de orvalho (°C)

Após o cálculo do ITU médio, os resultados foram inseridos no *software* MINITAB (2004) para se efetuar a análise multivariada.

4.3. Análise do Comportamento e Método de Obtenção das Imagens

Realizaram-se observações visuais prévias dos locais mais visitados pelas vacas quando retornavam da ordenha. As observações foram realizadas a distância, para que não houvesse influência na escolha. O tempo de observação foi de 1 hora. Também foram consultados os tratadores, para um melhor entendimento do comportamento dos animais nestes horários, ou seja, o local de preferência dos animais ao retornarem da ordenha.

a) Análise do comportamento – visual inidireto (controle),

Os animais foram analisados quanto à ocupação física nas áreas de estudo, conforme as definições consideradas nesse trabalho, apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1. Definições consideradas da avaliação comportamental.

Comportamento	Descrição
Presença na área do comedouro	Identificação do número total de vacas presentes na área do comedouro sendo considerado como local de preferência, somente quando as vacas permaneceram comendo por 10 min.
Presença na área do bebedouro	Identificação do número total de vacas presentes na área do bebedouro sendo considerado como local de preferência, somente quando as vacas permaneceram bebendo água por 10 min.
Presença na área das camas	Identificação do número total de vacas presentes na área das camas, mas considerado como local de preferência, somente para aquelas que estavam deitadas.

b) Análise do comportamento – imagens

A análise do comportamento de visita ao comedouro, ao bebedouro e à cama, foi realizada mediante a instalação de um sistema de captura de imagens, composto por 6 micro-câmeras coloridas (36 mm x 36 mm) analógicas de 420 linhas horizontais de resolução, com sensibilidade mínima de 1 Lux, 12 V de tensão à 120 mA, com lente convergente de 3,6 mm. Esse tipo de câmera tem como característica impedância de saída 75 Ω .

As câmeras com as lentes de 120 graus foram instaladas no interior do galpão em uma altura de cinco metros do piso e reguladas com um ângulo adaptado, de maneira a se obter a melhor imagem possível das vacas. Foram instaladas três câmeras na zona de alcance dos comedouros, fixadas nos pilares de frente aos comedouros. Na Figura 6 pode-se observar a posição das micro-câmeras instaladas na região dos comedouros.

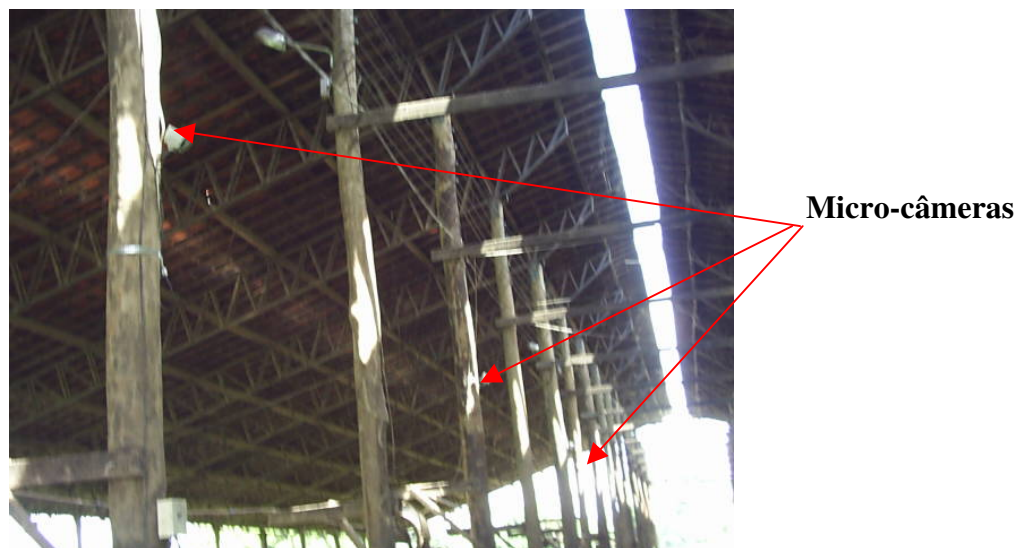


Figura 6. Posição das micro-câmeras focalizadas para o comedouro.

Outras duas câmeras foram instaladas na posição de topo na região das camas dos animais, fixadas na estrutura metálica do telhado, e uma outra cobrindo o bebedouro central, também fixada na estrutura metálica do telhado. A Figura 7 mostra a posição das micro-câmeras instaladas na região das camas e a Figura 8 apresenta a posição das micro-câmeras instaladas na região do bebedouro, enquanto a Figura 9 mostra o esquema da localização das câmeras dentro *freestall* nos locais de preferência dos animais.

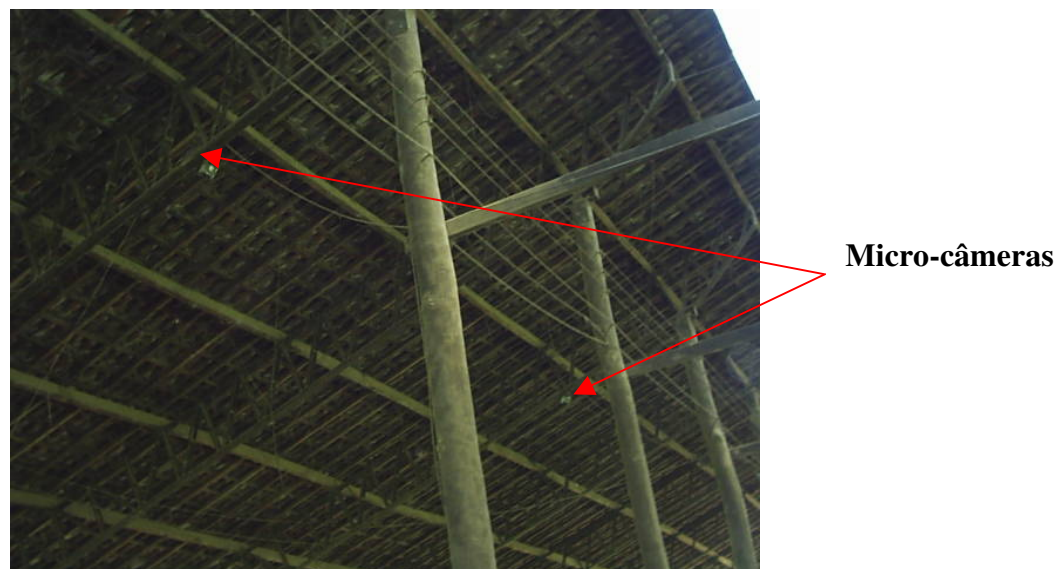


Figura 7. Posição das micro-câmeras focalizadas para as camas.



Figura 8. Posição da micro-câmera focalizada para o bebedouro.

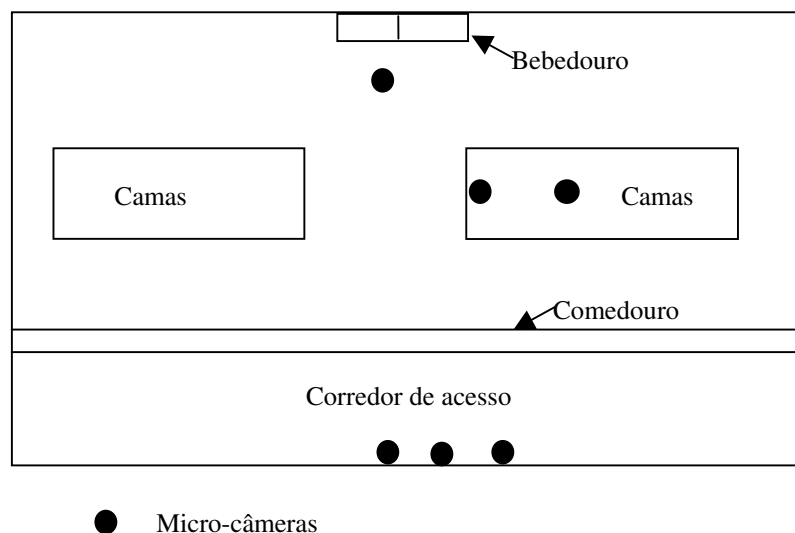


Figura 9. Esquema da localização das micro-câmeras no galpão de *freestall*.

Uma placa de captura de imagem foi instalada no microcomputador com entrada e saída digitais e 16 entradas para vídeo, modelo IVC- 120G, conforme Figura 10, para registro das imagens coletadas durante a pesquisa.



Figura 10. Placa de captura de imagem, modelo IVC- 120G.

Foi utilizado um microcomputador Intel Pentium 4: 3,0 Ghz, 1,0 Gb memória DDR 400 (2 x 512 Mb), HD 80 Gb SATA 150 7200 RPM Seagate, placa de rede 10/100 Mbps; placa VGA 64 Mb Geforce 4 MX 4000 AGP, para registro e processamento dos dados, instalado no escritório da fazenda, onde os dados foram armazenados (Figura 11). A Figura 12 mostra o computador instalado no escritório para armazenamento dos dados.



Figura 11. Vista frontal do escritório.



Figura 12. Computador instalado no escritório para armazenamento dos dados.

4.3.1. Processamento das Imagens.

Para o processamento de imagens, a literatura (FROST et al. 1997, XIN e SHAO, 2002 e PALMER et al. 2003) recomenda o uso de vários *softwares* que utilizam, entre outras as linguagens, o Visual Basic[®] e o MATLAB (2002).

1ª Fase do Desenvolvimento do *software* de reconhecimento das imagens.

A linguagem escolhida inicialmente para o desenvolvimento do *software* de reconhecimento e leitura das imagens do projeto foi o Microsoft Visual Basic 6.0[®], entretanto, devido à dificuldade encontrada principalmente pelo tipo de movimentação dos animais e o ângulo possível de ser instalado das lentes, optou-se pelo o MATLAB (2002), por possuir um suporte mais adequado para trabalhos realizados com imagens, nas condições de registro em áreas abertas, segundo SHAO et. al. (1998).

As câmeras utilizadas foram câmeras usadas para vigilância, por serem de custo menor e, posteriormente, pelo baixo custo, poderem ser indicadas ao uso por produtores.

O algoritmo inicial foi desenvolvido a partir de fotos tiradas na mesma posição das câmeras, com a superposição de figuras geométricas, que representavam as vacas. Foram feitos os testes do algoritmo com figuras desenhadas superpostas nas fotos, utilizando o programa computacional Paint Brush[®]. A segmentação da imagem foi feita a partir de um

programa teste, cuja tarefa foi fazer a subtração entre as imagens e, como resultado, retornar apenas as imagens dos elementos distintos ao fundo. A Figura 13 a, da esquerda, representa o fundo inicial e a Figura 13 b, da direita, a imagem sequencial montada para o teste. Esse processo de segmentação de imagens para seu reconhecimento foi utilizado por SHAO et al. (1997), em trabalhos com leitões na produção industrial de suínos.

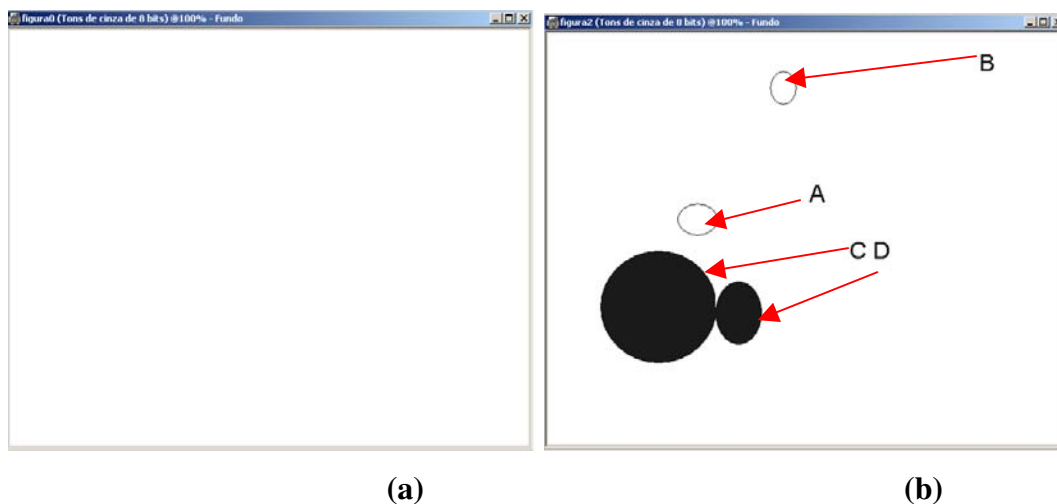


Figura 13 a e b. Fundo original do MATLAB (2002) e desenho simulando o fundo modificado.

2ª Fase do Desenvolvimento do *Software* de Reconhecimento das Imagens.

Pelas dificuldades encontradas na 1ª fase, foi criada uma interface gráfica em Delphi® específica para a aplicação no *freestall* e estudada uma forma de armazenamento dos dados, gerando desta maneira, um banco de dados apropriado para leitura eletrônica, possibilitando a implementação de métodos que permitam observar continuamente as vacas, utilizadas no experimento, para avaliar comportamentos como: a presença das vacas na cama descansando, bebendo água ou comendo. O *software* foi ajustado para a identificação da presença do animal no ambiente de estudo.

A Figura 14 mostra o diagrama de implementação para análise do comportamento das vacas no *freestall*.

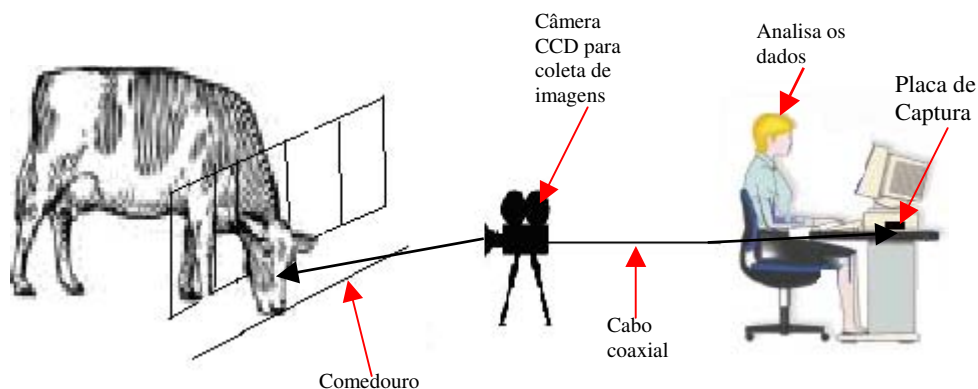


Figura 14. Diagrama da implementação do sistema observacional eletrônico.

4.4. Equalização do Nível de Iluminação do Galpão

Foram realizadas medidas com o luxímetro digital portátil MINIPA® modelo MLM-1010 (Figura 15) para se identificar a homogeneidade da iluminação da área estudada e, a partir dessas medidas, foi detectada a necessidade de serem instaladas as luminárias artificiais, de maneira a se ter controle da luminosidade do galpão nos locais de interesse, para equalização de intensidade de luz.



Figura 15. Luxímetro digital portátil.

Utilizou-se para a iluminação artificial luminárias do tipo 2 x 110 W completa AFP (Figura 16), com lâmpadas brancas frias, sendo instaladas 2 na linha do bebedouro e 6 na linha do cocho.



Figura 16. Imagem da luminária com lâmpada fluorescente instalada na linha do cocho.

Para a equalização da iluminação artificial das regiões estudadas, indispensável para a qualidade de obtenção de imagens, impedindo a mescla natural da luminosidade que se altera ao longo do dia, colocou-se tela de sombreamento de 85% de fechamento dos fios (Figura 17).

O painel com tela de sombreamento foi instalado no fundo dos bebedouros, cobrindo desde a primeira terça do telhado (contra-frechal) até o chão, num total de 4m de altura por 16 m de largura, fixada por pregos e cabo de aço.



Figura 17. Imagem da tela de sombreamento na área externa aos bebedouros.

4.5. *Software* para gerenciamento dos dados do experimento.

O programa possibilitou controlar a captura das imagens advindas de 6 câmeras via equipamento de interface e, depois, analisar a frequência e quantidade de animais que estavam em alguma região específica do galpão.

A interface entre as câmeras e o PC foi constituída por controladores baseados em seis relés e um driver ULN2003 (fabricado pela ST microeletrônica) (Figura 18a), com função de, através do uso da porta paralela do PC, controlar os sinais de vídeo de entrada via *software*. Com esta interface foi possível usar um canal de entrada de vídeo do computador para uso das seis câmeras. Quando um dos relés era acionado, os outros eram desligados, sendo que, dessa maneira, a câmera ligada a este relé específico enviava a imagem para a entrada de vídeo do computador e assim sucessivamente (Figura 18b).

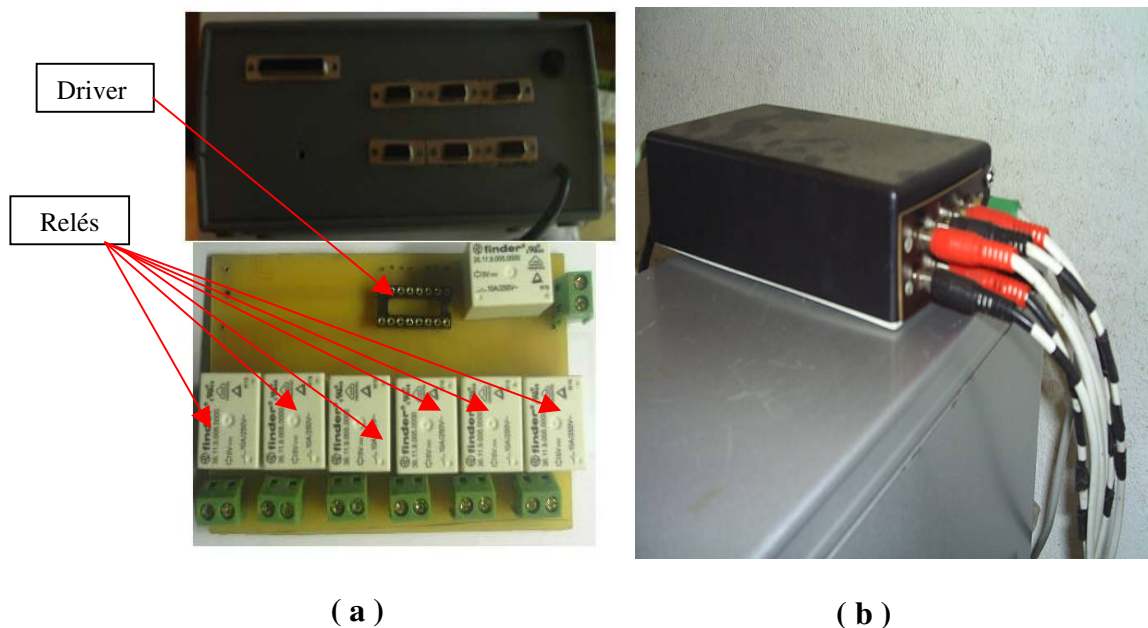


Figura 18 a e b. Equipamento de interface das câmeras com o computador.

4.6. Análise Estatística

A análise dos dados obtidos do estudo comportamental foi realizada com a utilização do software MINITAB (2004), através da análise multivariada, que possibilitou a elaboração e interpretação do perfil comportamental das vacas.

4.7. Metodologia da análise de comportamento

Foram adotados métodos automatizados para a observação dos animais, pois mesmo tendo sido desenvolvida metodologia de observação visual direta, empregadas por (TREVISAN et al., 2001, DAMASCENO et al., 1999 e QUEIROZ et al., 2001) as vacas apresentam-se agitadas com a presença de pessoas estranhas próximas aos seus lugares favoritos no galpão. Além disso, uma das propostas do trabalho era a de não ter influência no comportamento dos animais, durante a coleta de dados de acordo com (HERLIN, 1997; HALEY et al., 1999; OVERTON et al., 2000).

4.7.1. Padrão de Comportamento

Inicialmente foi processada a observação visual indireta do comportamento das vacas através da visualização de vídeos, para se estabelecer um padrão do comportamento considerado controle, durante um período de três dias consecutivos no mês de setembro de 2006. Para tanto, foi utilizado o método adotado por vários autores (OVERTON et al., 2003; FRAZZI et al., 2000; GAWORSKI et al., 2003; PALMER et al., 2003; e MÜLLER e SCHARADER, 2005) que usaram um período de 10 min para cada observação visual de vídeos, de maneira a subsidiar a análise de comportamento de vacas leiteiras. As imagens foram observadas no período das 07h:00min às 18h:00min (VII), entretanto os resultados utilizados foram aqueles espaçados (VIE) no período de incidência de T_{min} e T_{máx} que ocorreram em média às 07h:00min e 15h:30min, seguindo o mesmo padrão da coleta de dados climáticos, sendo possível verificar o percentual de vacas nas diferentes posições³ (no bebedouro, no comedouro e na cama). O percentual de distribuição foi obtido através do número de vacas que permanecia majoritariamente numa determinada posição e pelo número total de vacas presentes na filmagem. Estes valores compõem a distribuição espacial dos animais dentro da instalação.

Para as observações via *software* desenvolvido para este experimento, que capturavam as imagens das 6 câmeras instaladas no galpão. Foi controlada a obtenção das imagens através das portas paralelas ligadas no PC e o programa também possibilitou o reconhecimento do animal presente no local de preferência, através da linha de varredura. Além disso, foi possível que o programa analisasse as imagens a cada 10min.

A informação do comportamento foi tabulada, bem como o registro termohigrográfico do galpão de *freestall*, de maneira a permitir a interação dos dados do ambiente térmico dentro da instalação e a preferência dos animais por determinados locais, de modo a se obter um perfil da distribuição espacial dos animais, em função de perfil termohigrográfico ambiência da instalação.

Dois perfis foram analisados: o primeiro foi o perfil térmico da instalação e o segundo, a distribuição da velocidade do ar dentro do galpão na área estudada. Para que se pudesse ter, em uma mesma avaliação, a influência tanto da TBS, como da UR, foram

³ Refere-se à localização no galpão

utilizados os dados registrados provenientes dos *dataloggers* para se construir, a distribuição espacial do ITU, utilizando o *software* Surfer 6[®], uma vez que este índice reflete de maneira mais completa a sensação térmica do animal. Com ambos os perfis de ITU e de velocidade de ar, pôde-se prever a sensação térmica dos animais dentro das instalações e, dessa forma, confrontar essa informação com a distribuição espacial dos animais no galpão.

Foi procedida uma análise multivariada, através do gráfico de Componentes Principais, com o intuito de se estabelecer possíveis padrões comportamentais, através da distribuição de ITU.

4.7.2. Análise do Comportamento

O percentual de distribuição de vacas no alojamento foi obtido através da relação entre o número de vacas que permaneciam numa determinada posição, e com o número total de vacas presentes na filmagem, cujos valores compõem a distribuição espacial (em percentagem) dos animais dentro da instalação. Esta primeira análise foi o ponto de partida para as análises do comportamento, utilizando o *software* desenvolvido especificamente para este experimento.

Para a análise do comportamento foram utilizadas as imagens, bem como a movimentação do centro de gravidade dos animais e a percentagem de animais em cada atividade, considerando o padrão determinado controle.

4.7.3. Modelos de Previsão

Os modelos de previsão foram construídos a partir das variáveis que se apresentarem mais significativas na interação ocupação física, comportamento e ambiente, após os resultados das análises de imagens, utilizando o *software* especialmente desenvolvido para a pesquisa, seguindo o modelo genérico:

$$\text{Variável Climática} = a + b Y + c X + d X^n \cdot Y^m \quad \text{Eq. 3}$$

onde a, b, c, d, n, m, são coeficientes calculados, podendo ser > ou < 0

4.7.4. Descrição da Análise Multivariada

O emprego da técnica de Componentes Principais teve por objetivo apontar a visibilidade conjunta de possíveis associações entre variáveis de um conjunto de dados, reduzindo-se o número de variáveis. Sendo assim, as variáveis correlatas diretamente observáveis que se apresentam em grande número, passa a dar lugar a novas variáveis não correlatas, não observáveis e que são combinações lineares das originais, onde as variáveis linearmente independentes são chamadas de Componentes Principais.

São observadas no gráfico, associações que possuem as representações vetoriais de cada variável estudada. Em primeiro lugar observa-se a magnitude dos vetores e o posicionamento relativo entre eles. As variáveis que possuem representações vetoriais com pequena magnitude são pouco explicadas pelas componentes principais.

Vetores com direção e sentido próximos ou semelhantes, estão fortemente associados positivamente, o que implica dizer que, se há um aumento da magnitude de uma variável haverá a associação ao aumento da magnitude da outra. Quando se observa que os vetores estão com direções semelhantes, porém em sentidos contrários denotam associações fortemente negativas e vetores que venham a formar ângulos próximos a noventa graus não são correlatos.

As inter-relações da ocupação física do *freestall* pelas vacas, em determinados locais, foram observadas no gráfico de Componentes Principais, que possuem as representações vetoriais de cada variável estudada, bem como suas intensidades. As correlações ou associações foram observadas de acordo com a magnitude dos vetores e os sentidos dos mesmos. A técnica de análise multivariada tem como característica comum à busca de parâmetros-resumo, que sintetizam a relação entre um determinado conjunto de variáveis.

4.7.5. Validação do *Software*

A validação do *software* foi feita através de um teste, realizado em tempo real, no galpão de *freestall*, onde as imagens relativas às vacas foram obtidas. As imagens obtidas foram observadas de maneira indireta (VII e VIE) e também através do *software* (VC), de

maneira a quantificar a percentagem de animais exercendo atividades comportamentais analisando-se e comparando-se os três métodos de registro do comportamento.

Na Tabela 2 apresenta um resumo das metodologias utilizadas no experimento e suas aplicações.

Tabela 2. Resumo das metodologias e suas aplicações.

Metodologia	Aplicações
Mapeamento Termohigrométrico	Condições climáticas coletadas em vários locais (quadrantes) do galpão
Programa Surfer	Programa utilizado para mapeamento da espacialização da área estudada
Programa Psycart adaptado para o Excell	Calcular o índice de ITU
Programa Minitab	Utilizado para análise estatística dos dados
Captura de Imagem via software (VC)	Análise do comportamento
Visual Indireta Espaçada (VIE)	Análise do comportamento seguindo os mesmos padrões via software (em dois horários no dia 07h:00 min e 15h:30min)
Visual Indireta Instantânea (VII)	Análise do comportamento a cada 10 min nos períodos das 07h:00 min às 18h:30 min

4.8. Dados de Produção

A produção de leite das vacas foi monitorada automaticamente, pelo equipamento de ordenha (*Alfa Laval® Alpro System*), para cada vaca, em cada uma das três ordenhas realizadas diariamente e suas produções médias de leite foram analisadas e inseridas no gráfico de Componentes Principais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise Multivariada de Componentes Principais para associação entre as variáveis estudadas.

Em cada local freqüentado pelo animal existe uma particularidade, ou seja, um benefício relacionado ao conforto térmico destes, como por exemplo: na cama, existem ventiladores e nebulizadores localizados próximos aos animais que, em épocas do ano, quando as temperaturas estão elevadas, esta região é um dos locais preferidos pelas vacas. Com relação aos outros locais também, por esse motivo, a observação do gráfico de Componentes Principais tornou possível apontar, de acordo com o padrão comportamental, possíveis ajustes ou correções das instalações de alojamento dos animais (SALGADO, 2006).

A presença dos animais nos diferentes locais foram analisadas somente no casos em que os animais exerciam suas atividades correspondentes ao bebedouro, bebendo água; no comedouro, alimentando-se; e na cama, deitado.

A Figura 19 apresenta os resultados das observações realizadas durante o processamento da visão computacional. Essa observação foi (VI), realizadas seguindo os padrões de coleta de dados através da (VC) que foram nos horários das 07h:00 min e 15h:30min durante 10 min. (OVERTON et al., 2003; FRAZZI et al., 2000; GAWORSKI et al., 2003; PALMER et al., 2003; e MÜLLER e SCHARADER, 2005). A análise (VIE), corresponde aos horários de 07h:00min e 15h:30min. de equivalentes as máximas e mínimas temperaturas do dia durante os três dias de estudo.

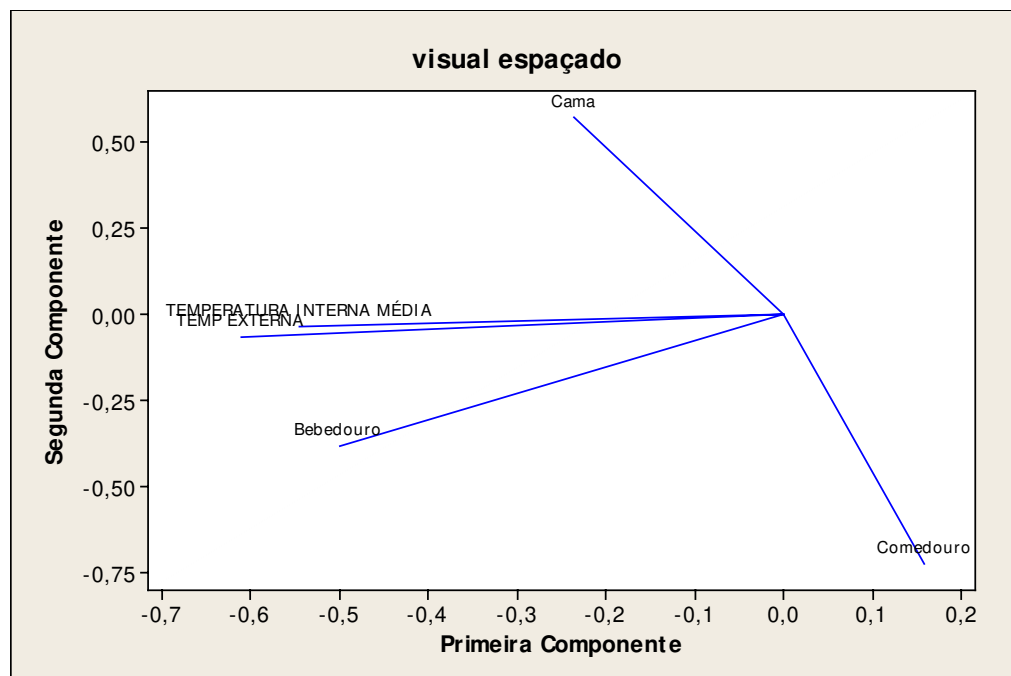


Figura 19. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo através da análise visual indireta espaçado.

Ao agrupar-se os dados de observações realizadas pelo método (VIE) observou-se que as temperaturas foram correlacionadas entre si e com a atividade de beber água, porém esteve associada negativamente com a utilização do comedouro. Resultados semelhantes foram encontrados por COSTA et al (2003). Isto é, quanto maior a temperatura, mais os animais ingerem água e menos se alimentam (HUBER,1990; GRANT e ALBRIGHT, 1995; SCHNEIDER, 1988; PIRES et al., 2000; MATARAZZO et al., 2003, CAMPOS, 2000; NIELSEN et al., 2000). Também a preferência pelo local, o bebedouro no caso pode ser expressada devido a sua dimensão, ou seja, o bebedouro central é maior que os laterais, sendo assim as vacas preferem gastar mais tempo neste bebedouro provavelmente pela redução da competição por espaço, já que este bebedouro é maior que os demais. Resultados semelhantes foram encontrados por (MACHADO FILHO et al., 2004; TEIXEIRA e HÖTZEL, 2005).

A frequência de utilização do comedouro foi inversamente associada com a utilização da cama e isso se deve ao fato de que os animais, em sua rotina diária, encontram situações de escolha segundo os autores (COSTA e BROOM, 2001). Além do mais, acima das camas existem ventiladores e aspersores, onde provavelmente os animais apresentavam sua

preferência térmica (FRAZZI et al., 1998; MATARAZZO, 2004; PERISSINOTO, 2006 e CALEGARI et al., 2003). A aspersão de água sobre o animal resfria imediatamente a superfície do corpo e quando associados aos ventiladores ocorre inicialmente o umedecimento do pêlo do animal seguido da remoção da camada de ar da superfície da pele pelo resfriamento adiabático (STOWELL et al., 2003). A frequência de alimentação associou-se negativamente com o aquecimento do ambiente interno e externo, como era de se esperar.

O fato dos dados utilizados nesta análise terem sido coletados nos períodos mais espaçados próximos à incidência de T_{min} e $T_{máx}$ (07h:00 min e 15h:30min) pode-se observar, que as respostas comportamentais foram mais claramente visualizadas, uma vez que a resposta comportamental do animal não é imediata, ocorre depois de um certo período no decorrer do dia.

A Figura 20 mostra os resultados das análises realizadas, para se determinar um padrão comportamental, utilizando os dados do programa usando a visão computacional (VC).

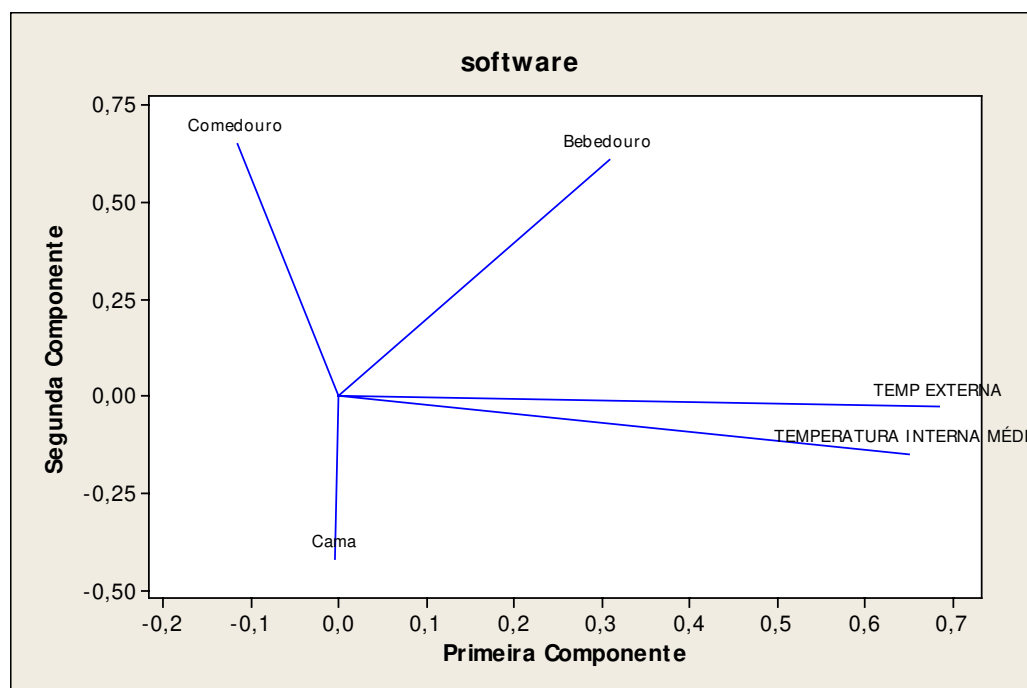


Figura 20. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo utilizando os dados provenientes da visão computacional.

Ao agrupar-se os dados de observações realizadas pelo *software* de visão computacional observou-se que houve pouca associação positiva entre a utilização do bebedouro e a temperatura, assim como existiu uma pequena associação negativa entre a atividade de comer e a temperatura. Esta associação deu-se pelo fato de provavelmente erros de contagem efetuados pelo programa de captura de imagens.

A Figura 21 apresenta o gráfico de Componentes Principais, onde fez-se uma análise visual indireta instantânea (VII), no período de 07h:00min. às 18h:00min horas a cada 10 min juntamente com coletas de temperaturas dos *dataloggers*. Este período foi adotado, devido a luminosidade apropriada do local.

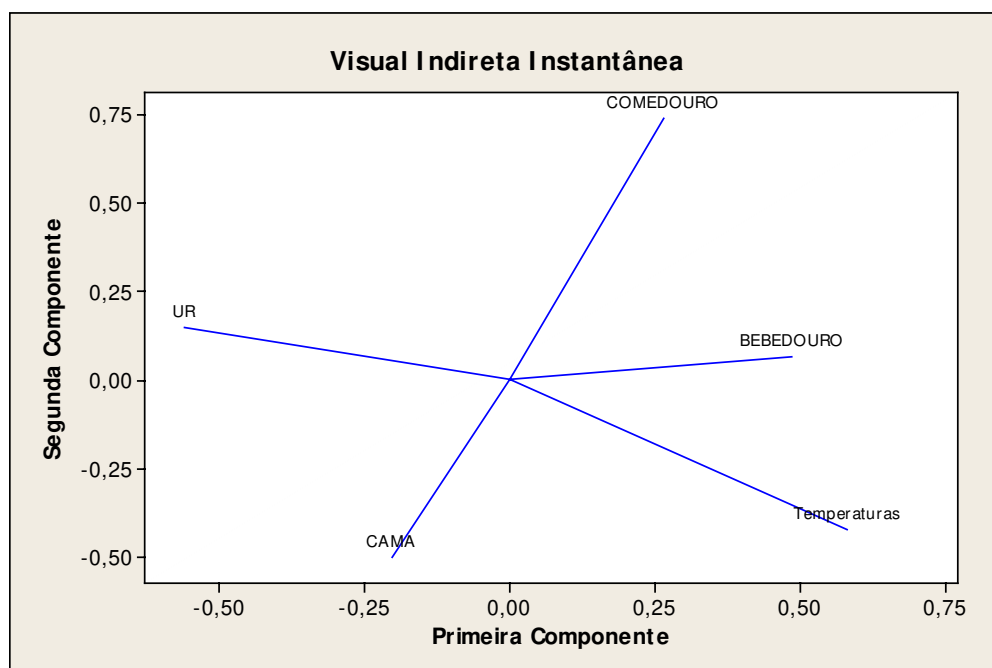


Figura 21. Gráfico de Componentes Principais indicando as preferências de ida aos locais de estudo utilizando análise visual indireta instantâneo.

Devido ao fato das vacas terem uma pequena defasagem para exprimirem suas reações comportamentais, e ainda pelo fato da coleta ser instantânea, a cada 10min, o gráfico da análise visual indireta instantâneo não expressou claramente as reações comportamentais, nem as correlações existentes entre elas, tornando as variáveis da atividade de comer e a

temperatura, sem correlação. Não apresentou também correlação positiva entre temperatura e utilização da cama.

5.2. Resultados do Mapeamento da Área do Galpão

A Figura 22 a, b e c mostra o mapa da distribuição espacial das temperaturas médias nos quadrantes do dia 25, 26 e 27/09/2006 respectivamente. Os tons em azul representam as temperaturas mínimas e as máximas são representadas em tons de vermelho dentro do galpão.

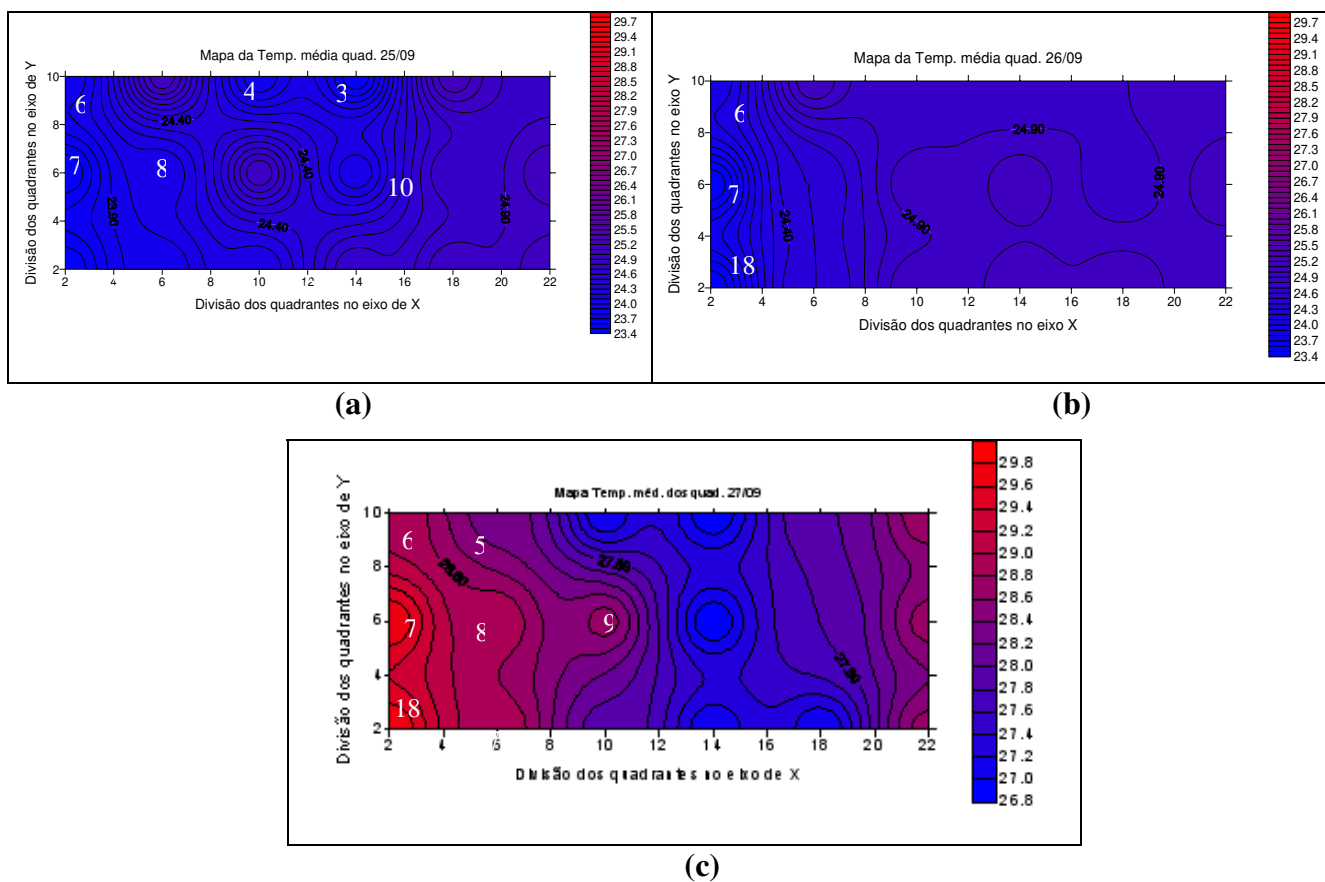


Figura 22. Mapeamento da espacialização da temperatura média dos quadrantes.

Na Figura 22 a, pode-se observar uma região onde a temperatura dos quadrantes 3, 4, 6, 7, 8, 10, 16, 17 e 18 foram menores que os demais quadrantes, com temperaturas que variaram entre 23,4 a 24,4 °C, enquanto nos demais quadrantes as temperaturas não sofreram

grandes variações, pois encontravam-se numa faixa de 24,8 a 25,0 °C, apresentando uma homogeneidade dos quadrantes para este dia. A Figura 22 b, mostra que as regiões dos quadrantes 6, 7 e 18 apresentaram temperaturas menores, pois nesta região existe um corredor de acesso ao bebedouro, sendo bastante ventilada naturalmente, com velocidade de vento médio para este dia nestes quadrantes de 0,4, 0,3 e 0,8 m/s⁻¹ respectivamente. Nos demais quadrantes as temperaturas médias foram um pouco maiores, porém estavam homogêneas nas regiões do comedouro, cama e bebedouro. As temperaturas nesta regiões encontravam-se entre 24,3 a 25,0°C. A Figura 22 c, apresentam temperaturas maiores nos quadrantes 5, 6, 7, 8, 9, 17 e 18, com temperaturas que foram de 26,8 a 28,8°C. Nos demais quadrantes foram menores, provavelmente porque nestes quadrantes ventiladores e aspersores, principalmente nas regiões dos comedouros e camas, apresentando uma homogeneidade nestes quadrantes, com temperaturas de 28 a 29°C. Conforme os resultados encontrados, as temperaturas médias nos quadrantes estão dentro dos padrões de conforto térmico para vacas leiteiras, podendo, desta maneira, contribuir para o bem-estar dos animais. De acordo com HUBER, (1990) e NÄÄS e ARCARO (2001), as temperaturas consideradas ideais para o conforto térmico de bovinos leiteiros são de 4 °C a 26 °C. Também NIENABER et al. (2003), afirmam que o comportamento de rebanho bovino é afetado pelo estresse térmico e que, em ambientes quentes durante três dias consecutivos, os animais apresentam-se ofegantes e diminuem o consumo de alimento, mas ao ser observado o gráfico de Componentes Principais da visualização indireta instantânea mostra o contrário, mas as respostas do comportamento poderiam ser diferentes se observadas em dias subseqüentes.

A Figura 23 a, b e c, mostra o mapeamento da umidade relativa média média nos quadrantes dos dias 25, 26 e 27/09/2006, onde as cores em tons de azul representam a percentagem menor e os tons de vermelho, a percentagem de maior umidade relativa média do dia.

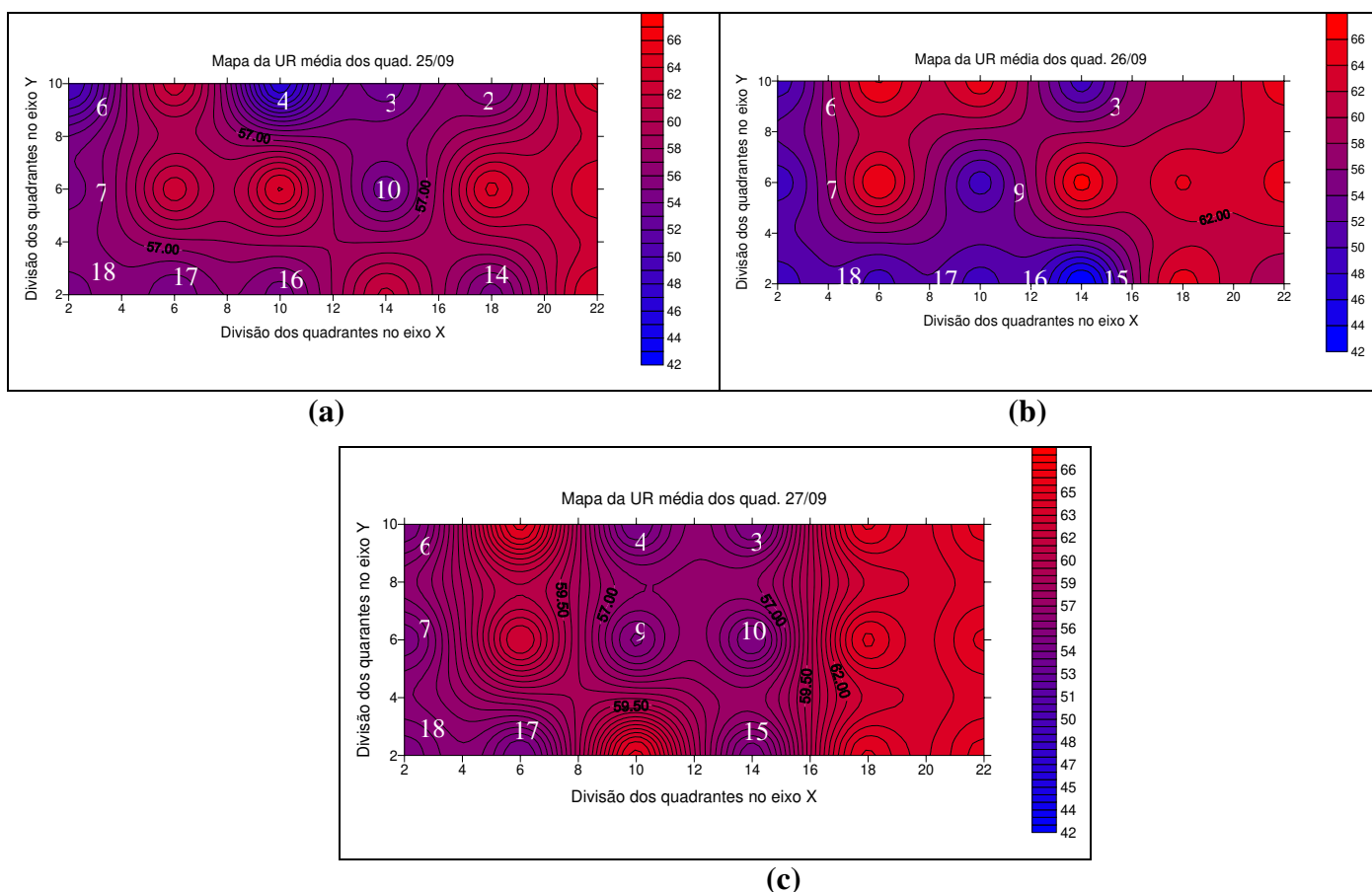


Figura 23. Mapeamento da espacialização das UR médias dos quadrantes.

Para o estudo da umidade relativa do ambiente pode-se observar que, na Figura 23a houve uma distribuição homogênea dentro do galpão, porém, nos quadrantes 4 e 6 a UR média foi menor que nos demais quadrantes, com velocidade média do ar de 0.7 e 0.3 m/s^{-1} o que provavelmente contribuiu para a redução da UR média nestes quadrantes. Na Figura 23 b, observa-se nos quadrantes 3, 6, 7, 9, 15, 16, 17 e 18 que a UR média mostrou valores menores que nos demais quadrantes, com velocidade do ar média de 0.5 , 0.4 , 0.4 , 0.3 , 0.3 , 0.3 , 0.8 , 0.9 e 0.8 respectivamente, enquanto que nos demais quadrantes foram maiores, não apresentando homogeneidade da distribuição da UR média dentro do galpão para este dia. Na Figura 23c observa-se que os quadrantes 3, 4, 6, 7, 9, 10, 15, 17 e 18 apresentaram valores menores que aqueles encontrados nos demais quadrantes, porém as temperaturas neste dia estavam mais elevadas e os ventiladores encontravam-se ligados, o que contribuiu para a redução da UR nestes locais. Os demais quadrantes apresentaram-se com UR mais elevadas devido aos

ventiladores e aspersores estarem ligados o que induziu a um ligeiro acréscimo de vapor d'água no ambiente. Em trabalhos realizados por FRAZZI et al. (1998) foi detectado redução de 2 a 3°C na temperatura interna da instalação e aumento da umidade relativa entre 10 e 15%, com o uso de resfriamento evaporativo adiabático, os resultados desse experimento foram semelhantes aos encontrados por aqueles autores. Uma atenção maior deve ser dada com relação a valores altos de umidade relativa, pois poderá ocasionar problemas, tais como dificuldade da evaporação da água pela pele e ineficácia no sistema respiratório de vacas em lactação, isto ocorre devido ao ar estar saturado. Níveis de umidade relativa acima de 50 % poderão reduzir os fatores produtivos em qualquer faixa de temperatura (NÄÄS e SOUZA, 2003). Em pesquisas realizadas por IGONO et al. (1985); TURNER et al. (1992) e WEST (2003), o uso da climatização conseguiu potencializar a dissipação do calor, melhorando o ambiente e, conseqüentemente, a produção.

A Figura 24 a, b e c mostra o mapeamento da velocidade do ar média nos quadrantes em estudo. As cores em tom de azul representam menores valores da velocidade do ar e aquelas representadas pela cor vermelha, os valores maiores.

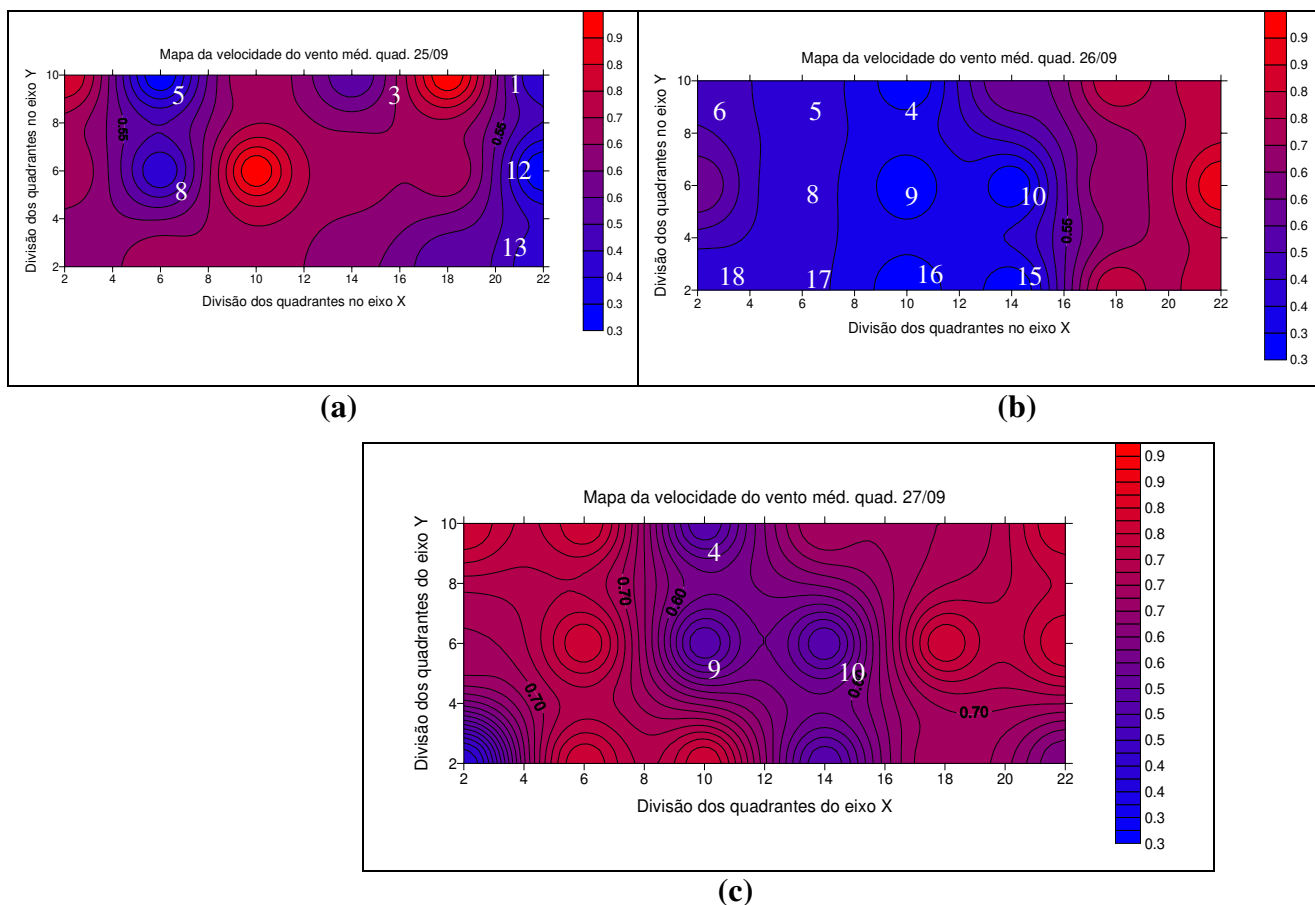


Figura 24. Mapeamento espacialização da velocidade média do ar.

Na Figura 24a, observou-se que houve uma maior variação na velocidade de ar nos quadrantes 1, 3, 5, 8, 12 e 13, que foram mais baixa que nos demais quadrantes, demonstrando uma distribuição não homogênea no galpão. Para NÄÄS (2004), há necessidade de se obter um equilíbrio entre a tipologia, termodinâmica, velocidade do ar, para que os animais se encontrem em bem-estar. Mesmo com uma variação da velocidade de ar nos quadrantes, as vacas não apresentavam desconforto térmico. O movimento do ar também influi na termorregulação das vacas, facilitando a evaporação do suor, além da água aspergida, além de acelerar a convecção quando a temperatura do ar está abaixo da temperatura da pele, entretanto os efeitos benéficos do vento dependerão da temperatura do ar e da umidade relativa (BRODY et al., 1955; HAHN, 1982; BACCARI, 1998).

A Figura 24b, apresenta a velocidade do ar mais baixa nos quadrantes 4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 17 e 18, que variaram entre 0,3 e 0,5 m/s⁻¹. O galpão de *freestall*, é totalmente aberto e

forma bolsões de ar em determinados locais o que provavelmente deve ter acontecido neste dia de coleta de dados, portanto, não apresentando homogeneidade neste dia. Na Figura 24c observou-se que as velocidades médias do ar nos quadrantes 4, 9, 10, 15 e 18 foram mais baixas que nos demais quadrantes, porém, com velocidades de ar que estavam entre 0,4 e 0,6 m/s, já nos demais as velocidades médias do ar variaram entre 0,6 e 0,7 m/s, pois as temperaturas neste dia encontravam-se mais elevadas e, portanto os ventiladores e aspersores encontravam-se ligados. Não houve indício de homogeneidade para este dia. Quando se avalia a temperatura de pele os efeitos do sistema de resfriamento adiabático associado a ventilação forçada diminuem a temperatura de pele, deixando o animal em bem-estar (BROUK et al., 2003), sem contar que a velocidade do ar influencia o processo de transferência evaporativa na perda de calor (KADZERE et al., 2002). A ventilação é um elemento essencial dentro de uma instalação, e, segundo BACCARI (1998), as exigências de ventilação obedecem a critérios distintos, onde a ventilação de higiene é aquela que tem caráter permanente, enquanto que a de conforto térmico varia com as flutuações ambientais, desta forma a caracterização da ventilação adequada dentro da instalação é importante. Conhecendo-se as relações funcionais entre o animal e o ambiente, pode-se chegar a uma eficiência na produção (DAMASCENO et al., 1998). De acordo com MOURA (1999) a renovação do ar proporcionada através da ventilação, permite a dissipação do calor, e também de poeira e gases poluentes, portanto, a não homogeneidade encontrada, pode interferir na preferência das vacas pelos locais mais ventilados, em dias mais quentes.

O índice de ITU foi calculado pela Eq. 1 conforme metodologia e os resultados obtidos em cada quadrante foram apresentados na Figura 25 a, b e c, através do gráfico de espacialização do ITU. As cores em tons de azul representam unidades de ITU mais baixas e as cores em tons de vermelho representam as unidades de ITU mais elevadas.

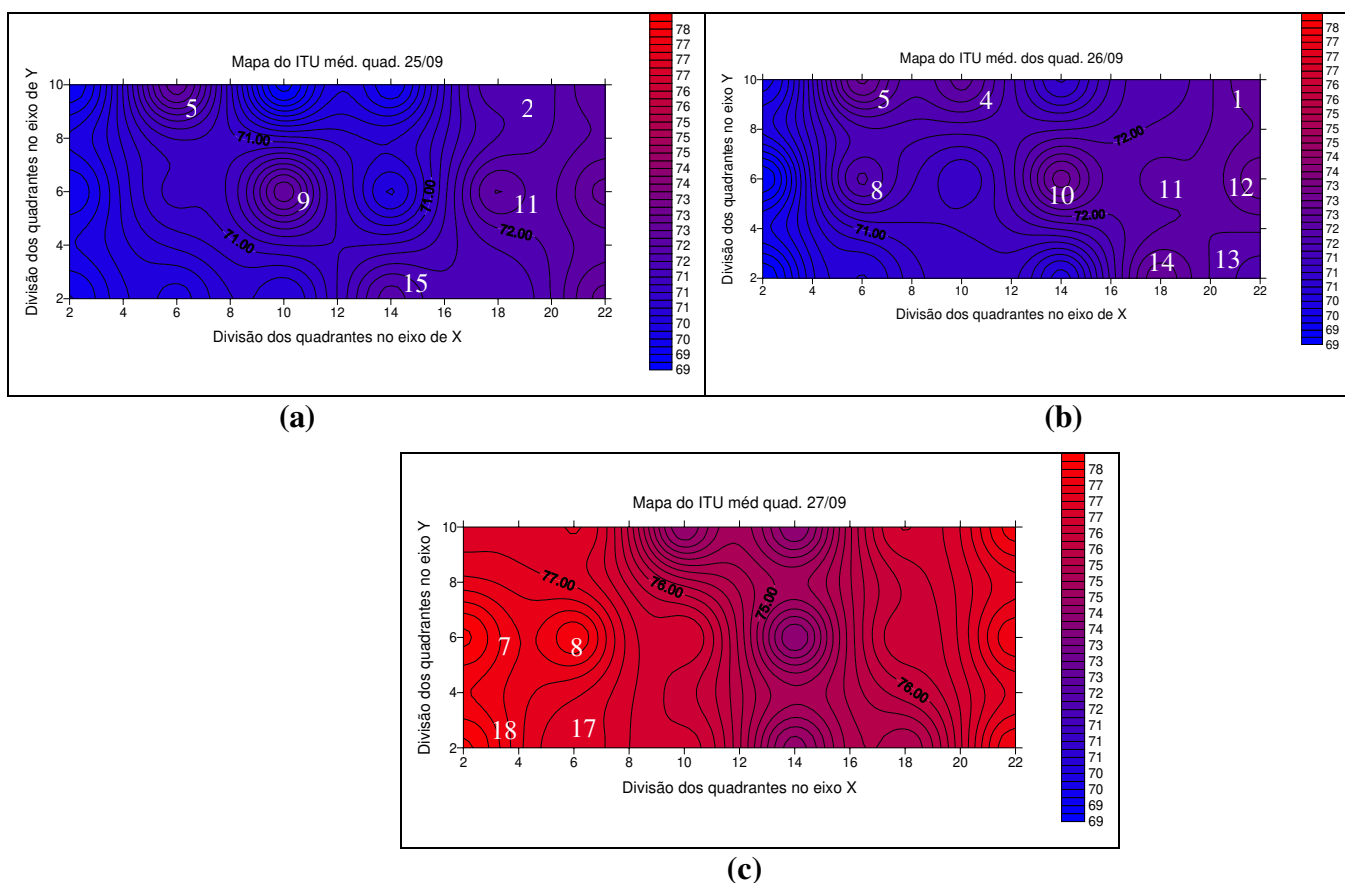


Figura 25. Mapeamento do ITU médio nos quadrantes .

Na Figura 25 a, observam-se unidades de ITU maiores nos quadrantes 3, 4, 6, 9, 11, 12, 13 e 15, que apresentaram unidades de ITU entre 71 a 73, não ultrapassando o índice tolerante para as vacas leiteiras que é até 78, de acordo com (JANINI et al., 2000), que afirma que valores excedentes a 78 para ITU são considerados sob estado de estresse; portanto, conforme os resultados obtidos, os valores encontrados estão abaixo da faixa estabelecida como estresse térmico, o mesmo ocorre nas Figuras 25b e c. Para a Figura 25b, a variação foi de 71 a 73 unidades de ITU nos quadrantes 1, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13 e 14. Para a Figura 25 c a variação foi de 76 a 78. HAHN (1995) estabeleceu faixas, onde o ITU varia de 70 (para condição normal) a 84 (condição de emergência). Os valores de ITU encontrados nos quadrantes do galpão na área de estudo expressam normalidade em determinadas áreas, onde existiam ventiladores, enquanto apareceu a situação de alerta para as áreas com ITU acima de

71, que correspondem às áreas dos quadrantes mais quentes e com umidades relativas mais alta do que nos demais quadrantes.

Observando a distribuição de ITU, pode ser comparada ao gráfico de Componentes Principais da (VII), devido aos dados serem melhores para a comparação com o mapeamento do ITU médio dos quadrantes. Os valores de ITU da Figura 25c, mostraram que a atividade comportamental na cama e comedouro pode ser justificada pela busca de um resfriamento (por convecção), o que demonstra a preferência dos animais estarem próximos à ventilação, ao invés de beber água; mesmo porque, segundo o gráfico de Componentes Principais, quanto maior a atividade comportamental na cama e no comedouro, menor a atividade comportamental no bebedouro, por serem incorrelatas. Isto pode ser justificado pela preferência dos animais nestes locais, embora não seja um valor alto suficiente para ser considerado um estado de estresse térmico.

Em contrapartida, no local da cama existe grande movimentação de ar (quadrantes 10, 11e 12), que foram de 0,5 a 0, 8 m/s⁻¹, como pode ser visto no mapa de velocidade de ar média (Figura 25c). A climatização é um recurso favorável quando utilizado da maneira correta para as vacas de leite como mostram os resultados encontrados pelos autores BACCARI (2001), BRAY et al. (1994) e FRAZZI et al. (1997), que enfatizam os benefícios da climatização em instalações de bovinos de leite.

A aspersão de água sobre o animal resfria imediatamente a superfície do corpo e quando associados aos ventiladores ocorre, inicialmente, o umedecimento do pêlo do animal, seguido da remoção da camada de ar da superfície da pele pelo resfriamento adiabático (STOWELL et al., 2003). O entendimento do comportamento das vacas através das suas preferências em ocupar determinados locais, em função da qualidade térmica, também foi estudado por PALMER e WAGNER-STORCH (2003) e COSTA e BROOM (2001), que encontraram haver preferência pelos animais aos locais onde as temperaturas ambientes eram mais amenas e a ventilação mais alta.

5.3. Determinação do Padrão de Comportamento

Os resultados a seguir mostram a comparação na eficiência dos métodos de avaliação do comportamento, que foram: o método (VI) e os dois métodos de visão computacional, (VII) e (VIE) utilizando os *softwares* MATLAB[®] e DELPHI[®].

5.3.1. Comportamento a partir dos registros de métodos (VI e VC).

Como resultado de análise multivariada de Componentes Principais os seguintes comportamentos foram considerados importantes: quando a vaca estava comendo, bebendo água ou deitada na cama. Esses resultados mostram apenas as vacas que estavam presentes na cena, enquanto que o restante dos animais não foram incluídos, pois estavam provavelmente exercendo outras atividades no momento da captura da imagem.

A Tabela 3 apresenta a percentagem de vacas presentes nos locais estudados através de registros obtidos por meio da (VI).

Tabela 3 . Percentagem de vacas presentes nos locais de sua preferência através visualização indireta.

Locais ocupados pelas vacas							
Dia	Hora	Bebedouro		Comedouro		Total de vacas em atividades (%)	
		Vídeo	(%)	(%)	Cama (%)		
25/set	07:00	1	2,33	1,16	4,65	91,86	100,0
25/set	15:30	2	5,81	2,33	1,16	90,70	100,0
26/set	07:00	3	5,81	2,33	6,98	84,88	100,0
26/set	15:30	4	3,49	1,16	6,98	88,37	100,0
27/set	07:00	5	3,49	1,16	5,81	90,70	100,0
27/set	15:30	6	9,30	1,16	6,98	82,56	100,0

* Outras significa: movimento, ócio, demais atividades não nominadas.

A Tabela 4 mostra a percentagem de vacas presentes no local de estudo através dos dados comportamentais obtidos via *software*.

Tabela 4. Percentagem de vacas presentes nos locais de sua preferência através do *software*.

Locais ocupados pelas vacas							
Dia	Hora	Vídeo	Bebedouro (%)	Comedouro (%)	Cama (%)	Outros*	Total de vacas em atividades (%)
25/set	07:00	1	2,33	1,16	3,49	93,02	100,0
25/set	15:30	2	5,81	2,33	1,16	90,70	100,0
26/set	07:00	3	5,81	2,33	5,81	86,05	100,0
26/set	15:30	4	3,49	1,16	6,98	88,37	100,0
27/set	07:00	5	4,65	1,16	3,49	90,70	100,0
27/set	15:30	6	5,81	1,16	3,49	89,53	100,0

* Outras significa: movimento, ócio, demais atividades não nominadas.

O programa computacional apresentou vários problemas, tais como: quando a vaca se encontrava na posição lateral, o cálculo era realizado como se fossem duas vacas presentes no local de estudo. O problema foi detectado quando efetuou-se a análise (VIE) em paralelo, isto é, ao mesmo tempo, ao programa de captura das imagens. Observa-se na tabela que, poucos eram os animais que estavam presentes nas imagens. Provavelmente a maioria encontrava-se exercendo outras atividades que, através do programa de captura de imagens, não conseguiu ser capturado por esta visualização computacional. A percentagem de animais presentes foram através de *frames*, dificultando para se determinar, por exemplo, se alguma vaca estava em movimento.

Na análise (VII), observou-se um período maior nestes mesmos dias. As imagens foram analisadas no período das 07h:00min. as 18h:00min, pois estes eram períodos de boa visualização dos animais no galpão. Esses dados encontra-se no Anexo 1.

5.3.2. Comportamento Utilizando o Processamento e Reconhecimento de Imagens.

Primeira Etapa:

As imagens sequenciais, resultado do uso do programa teste e o respectivo resultado da subtração entre imagens, encontram-se na Figura 26. Através dela pode-se notar a segmentação desejada apenas dos objetos que diferem da primeira imagem, correspondente ao fundo.

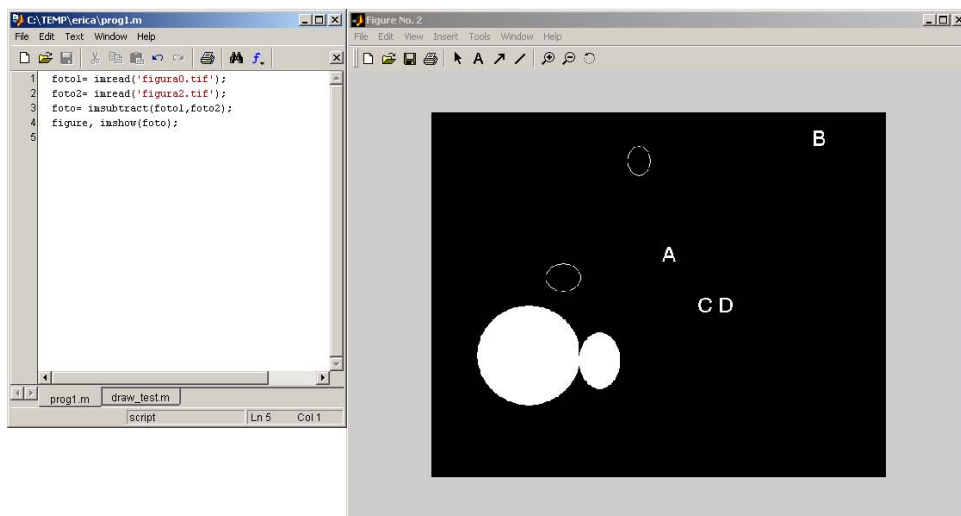


Figura 26. Imagens sequenciais testes no MATLAB (2002) e a subtração do fundo.

O algoritmo de reconhecimento e captura das imagens conta com uma entrada, que é a imagem da cena corrente. Os valores dos *pixels* da imagem são extraídos em um espaço de cores adequadas e a matriz resultante desta extração é a entrada pontual. No processamento pontual foi realizada uma classificação dos *pixels*, que iria representar melhor com o nível de iluminação da cena e, conseqüentemente, fornecendo esta classificação para o processamento local.

O processamento local realizava agrupamentos em regiões, e operações matemáticas foram aplicadas sobre as regiões resultantes deste agrupamento, comparando o resultado com um modelo de objeto de interesse previamente definido. A saída do processamento local são os objetos de interesse segmentados (no caso, as vacas) e as imagens de realimentação do processamento pontual. O processamento global detecta a ocorrência de variações repentinas

de iluminação, a partir dos resultados do processamento pontual ao longo do tempo, informando o número de *pixels* classificados como objetos de interesse. As variações bruscas de iluminação passam a ser detectadas, quando ocorre uma mudança significativa dos números de *pixels* classificados como objetos de interesse, pelo processamento pontual entre duas imagens de entrada consecutivas (Figura 27). O desenho com fundo foi realizado no programa computacional Paint Brush[®], para simulação do objeto.

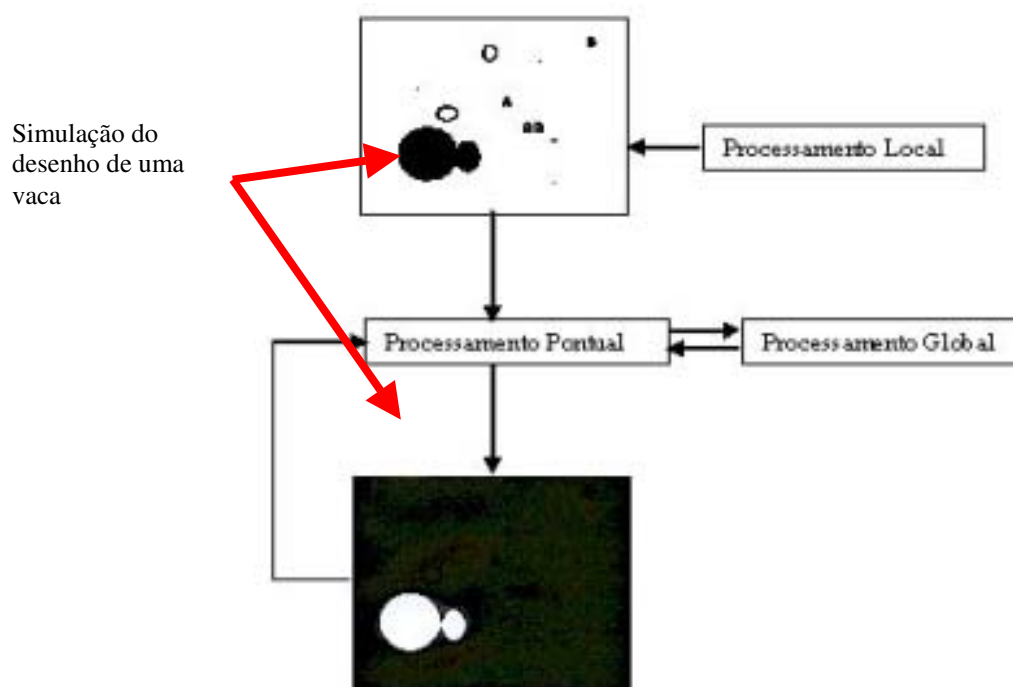


Figura 27. Diagrama do processamento e reconhecimento da imagem pelo algoritmo.

A partir deste inicial construiu-se um novo programa para uma sequência de imagens com um fundo modificado, ou seja, diferente do fundo branco original. Posteriormente, utilizou-se o mesmo procedimento de subtração de imagens, para realizar o rastreamento dos elementos novos à figura original. As Figuras 28 a, b, c e d devem ser visualizadas como segue: começando da Figura 28 a com um fundo modificado, depois a partir da Figura 28 b à direita e, logo a seguir, Figuras 28 c e 28 d apresentam o fundo modificado com elementos novos, simulando imagens sequenciais de objetos em movimento.

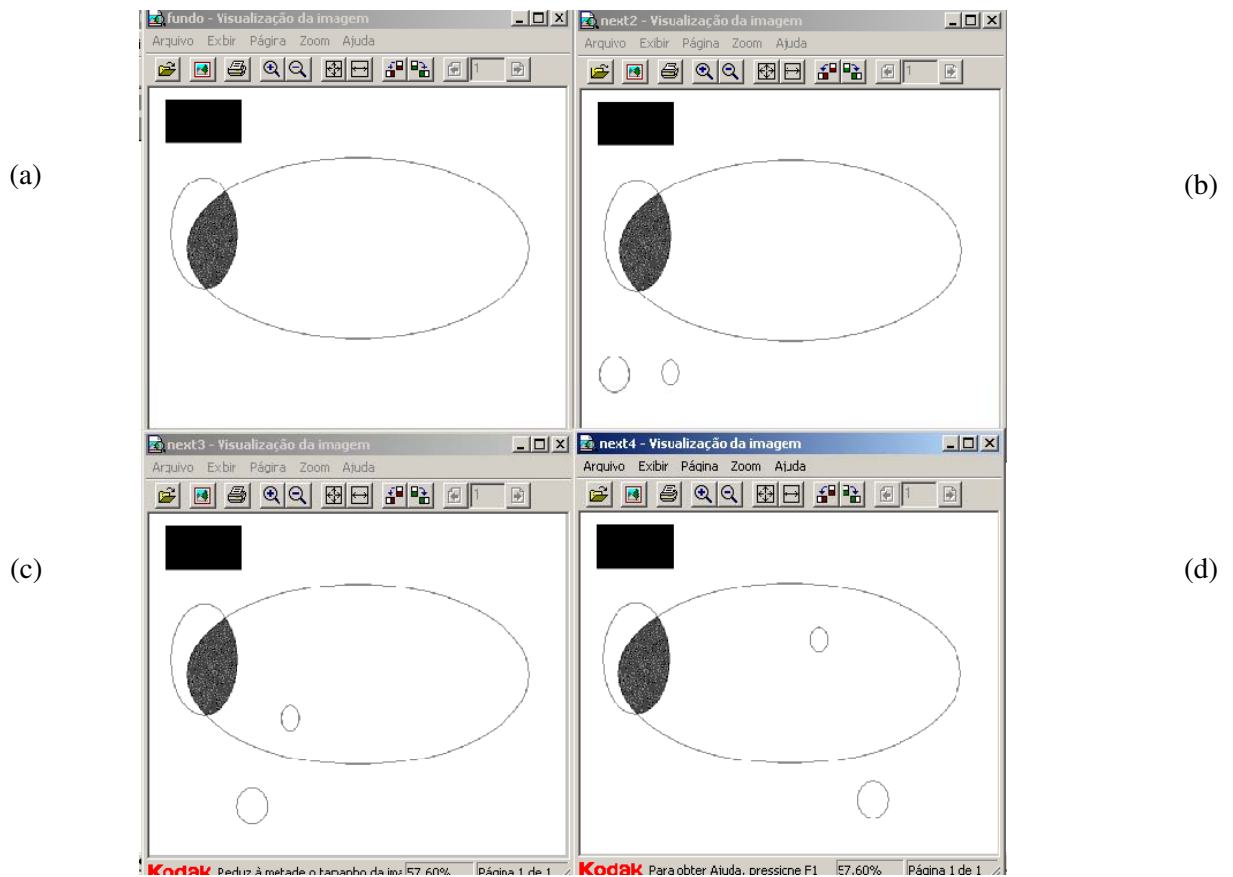
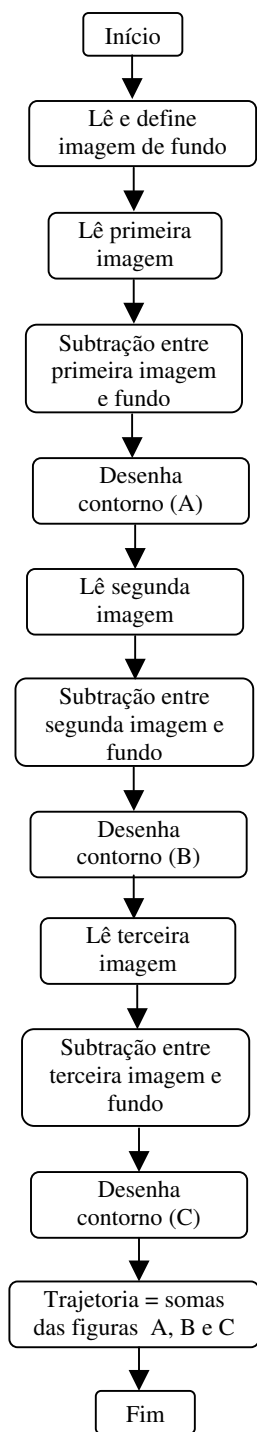


Figura 28. Imagens sequenciais com fundo modificado.

Os procedimentos realizados pelo programa, para esta sequência de figuras, estão representados no fluxograma a seguir, assim como o código fonte do programa escrito para o MATLAB (2002), realizando as tarefas descritas, conforme as orientações constantes na Figura 29.



```

1  foto0= imread('fundo.tif');
2
3  foto1= imread('next2.tif');
4  sub1= imsubtract(foto0,foto1);
5  figure, imcontour(sub1), title('contorno A');
6
7  foto2= imread('next3.tif');
8  sub2= imsubtract(foto0,foto2);
9  figure, imcontour(sub2), title('contorno B');
10
11 foto3= imread('next4.tif');
12 sub3= imsubtract(foto0,foto3);
13 figure, imcontour(sub3), title('contorno C');
14
15 total1= imadd(sub1,sub2);
16 total2= imadd(total1,sub3);
17 figure, imcontour(total2), title('Trajetoria');
  
```

Figura 29. Fluxograma e código fonte do programa computacional utilizando o MATLAB (2002).

5.4. Teste das Lentes

Testaram-se dois tipos de lentes uma de 120 graus e outra de 180 graus, para se poder identificar as que melhor atenderiam o campo de visão necessário para captura das imagens (Figura 30).

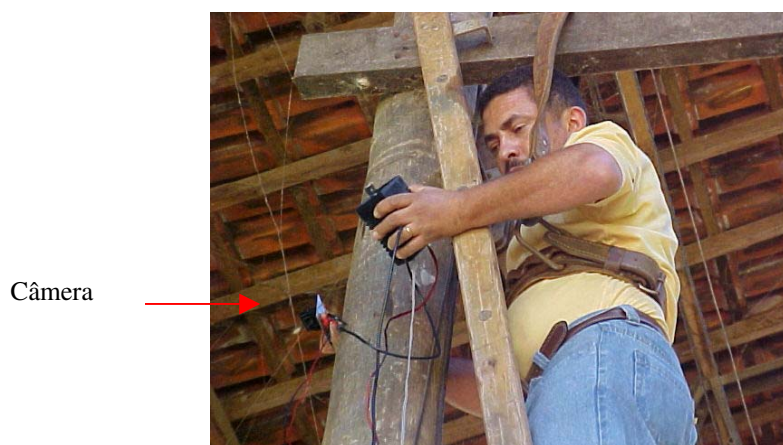


Figura 30. Testes das lentes compatíveis com as câmeras.

Estas lentes foram acopladas às câmeras de vigilância instaladas no galpão. As que melhor atenderam as expectativas foram às lentes de 120 graus, conforme mostra a (Figura 31) na tela do computador adaptado no *freestall* para os testes.



Figura 31. Resultado dos testes com as lentes de 120 graus.

Para que o comportamento das vacas dentro do galpão pudesse ser avaliado utilizando imagens, houve a necessidade de se determinar previamente o método de obtenção destas, bem como a sua forma de processamento, para o desenvolvimento do *software* de reconhecimento do comportamento por visão computacional.

Foram amostradas algumas imagens do comedouro, bebedouro, cama e corredor, para os primeiros testes, para se determinar o melhor método de seu processamento, para a detecção de variações no comportamento das vacas em imagens subsequentes. A metodologia aplicada para o processamento da imagem foi a observação da área variante (animal) em relação ao ambiente, a partir das imagens coletadas na posição de topo, conforme mostra a Figura 32.



Figura 32. Aquisição das imagens de topo para testes.

Para aquisição das imagens de topo, foi utilizada uma câmera digital GDU-DV 120 U da marca JVC com ajustes manuais de foco, velocidade de *shutter* e lente. Utilizou-se uma escada do tipo eletricista para chegar a uma altura adequada, na qual se obtivesse um maior ângulo de abertura, capturando as imagens do comedouro, circulação dos animais no corredor e nas camas, que foi de 6,0 m. Utilizou-se uma das vigas de sustentação dos pilares para apoio do braço de maneira que a câmera ficasse num ângulo reto durante a gravação (Figura 33).



Figura 33. Aquisição das imagens de topo com câmera manual, utilizando uma escada.

O algoritmo utilizado para o reconhecimento das imagens, foi baseado em uma arquitetura de três níveis de processamento: pontual, local e global, para que se pudesse obter

em tempo real a segmentação de objetos (no caso as vacas), em ambientes externos dinâmicos, a partir da estimativa de um modelo de cena de fundo.

Os testes das imagens no programa MATLAB (2002), apresentaram problemas de oclusão e superposição de imagens e, após os testes, obteve-se como resposta ao novo programa adaptado, de manipulação de imagens, as respectivas subtrações entre o fundo e as figuras sequenciais, que estão dispostas da esquerda para a direita (seguindo o sentido horário), sendo a última figura a trajetória dos elementos variáveis em relação ao fundo original. Como consequência, via a segmentação das imagens, obteve-se o trajeto dos objetos estudados (Figura 34 a, b, c e d).

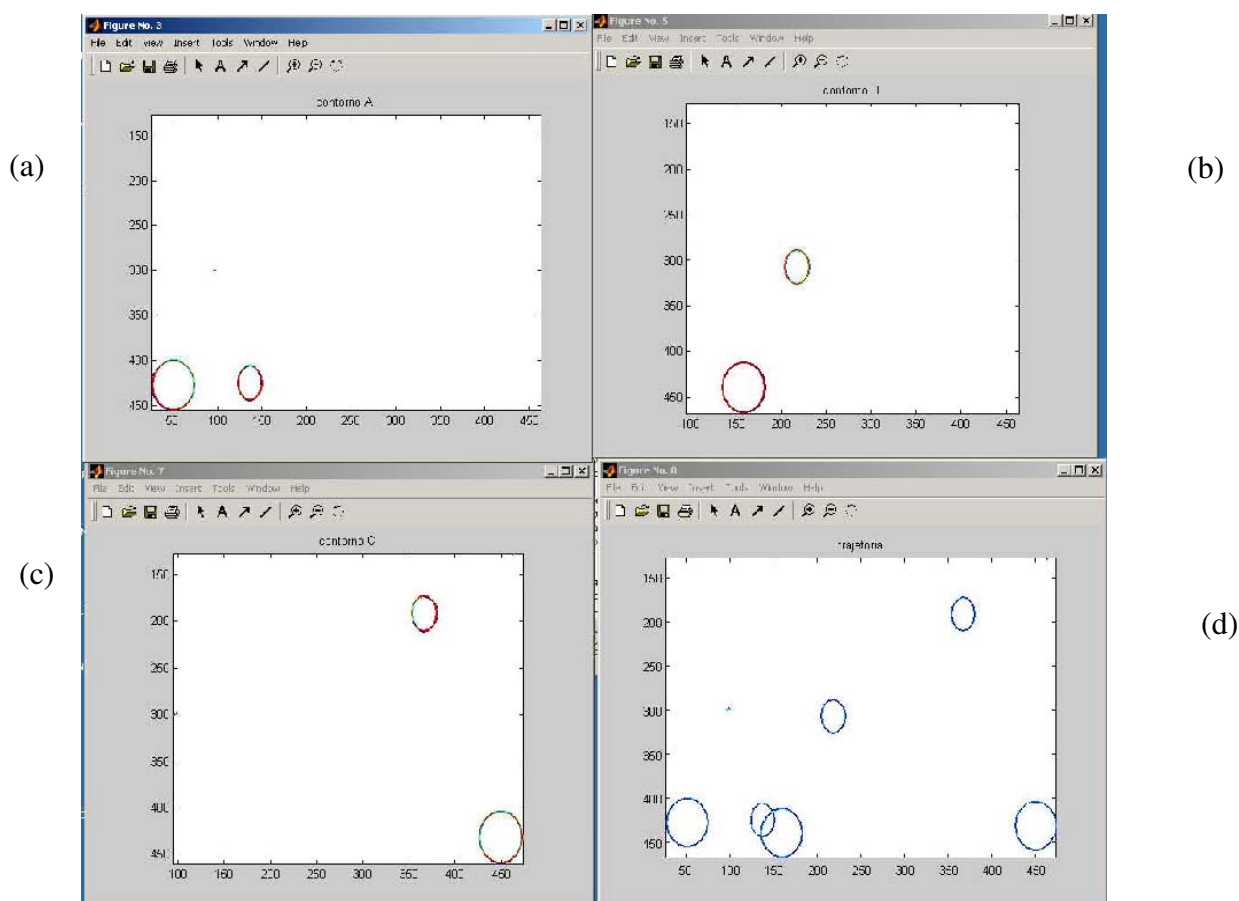


Figura 34. Resultado da segmentação das imagens e o trajeto de um objeto.

Posteriormente a estes testes iniciais, foram coletadas as primeiras imagens das vacas na fazenda, com o intuito de empregar esta mesma técnica.

5.5. Análise de imagens.

Para este teste utilizou-se uma única câmera para capturar as imagens da vaca, não sendo usado o método da visão em três dimensões aplicado por KEARFOTT et al. (1993) e AYACHE (1991) para, de imagens em duas dimensões, chegar –se a imagens em três dimensões.



Figura 35. Imagens sequenciais das vacas no galpão.

Pela amostra sequencial obtida na Figura 35 a e b, usando apenas uma câmera, foram detectados os problemas descritos a seguir.

De acordo com a mesma imagem na Figura 36, à esquerda nota-se a ocorrência das chamadas oclusões, que se trata do ocultamento parcial ou total dos elementos em estudo, no caso, as vacas. Devido a iluminação do local ser variável, visto que dependia da iluminação natural do ambiente, o algoritmo anteriormente proposto, (subtração entre imagens), não pôde ser aplicado. A luminosidade do fundo sendo variável, seja pela presença de sombras, ou pela intensidade luminosa do local ser modificada de acordo com as horas do dia prejudicaria a acuracidade do algoritmo. Por exemplo, o fundo original obtido no horário das 07h:00min. não pode ser o mesmo para o horário do meio-dia (12h:00min), portanto, como os requisitos para o

uso do método, segundo FIGUEIREDO et. al. (2003), não foram totalmente atendidos, o método foi considerado ineficiente para a análise pretendida.

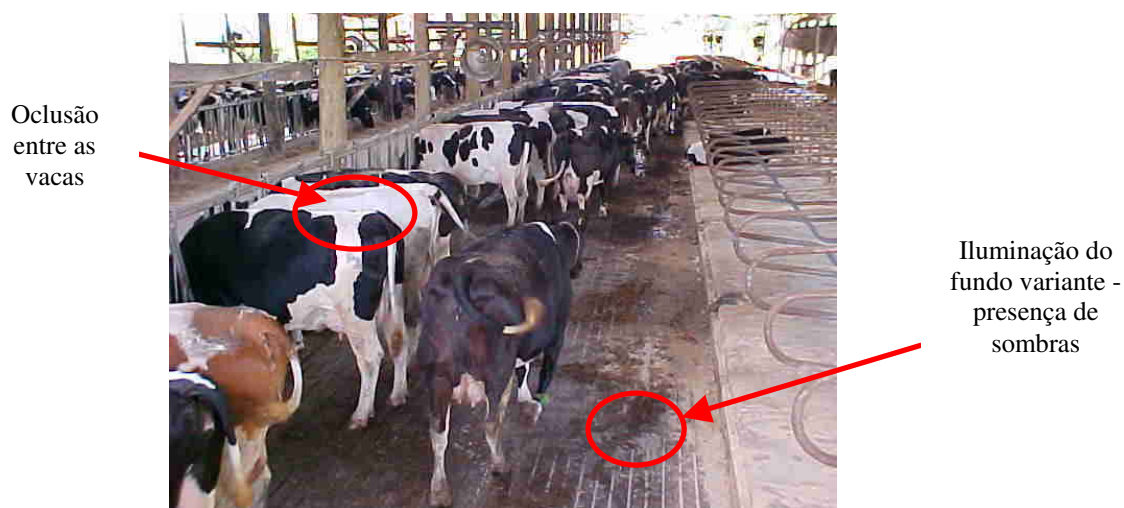


Figura 36. Ocorrência de oclusões entre as vacas e sombras dentro do *freestall*.

Estudou-se a possibilidade de utilização da técnica do fluxo óptico, desenvolvido por HORN (1986), entretanto, esta técnica também não se apresentou satisfatória, porque, no caso da vaca, ser um animal lento e permanecer muito tempo em uma mesma posição, poderia ocorrer à presença da iluminação sobre o animal e não variar (coincidentemente) durante o mesmo intervalo de tempo. E assim, a vaca passaria a ser considerada como elemento pertencente ao fundo, o que não atendia ao objetivo do registro.

Além da mudança do algoritmo, também foi necessário posicionar as câmeras mais adequadamente, de forma a se obter um maior ângulo de abertura possível, perpendicular ao chão, para evitar oclusões. Entretanto, na periferia da imagem capturada, ainda poderiam ocorrer pequenas oclusões, neste caso, foi necessária a adição de outra câmera ao lado da anterior, de modo que, na segunda câmera, a oclusão capturada pela primeira fosse desfeita na imagem final.

Outros testes efetuados mostraram problema de contraste com as imagens de fundo, desta forma optou-se por iluminar a área de acesso às câmeras, conforme mostra as imagens provenientes de um vídeo, na Figura 37.



Figura 37. Imagem dos comedouros sem iluminação artificial.

Nessa imagem proveniente de um vídeo vê-se que não há contraste suficiente, devido à baixa iluminação, na área de interesse (comedouros). Especialmente do lado direito, o contraste entre as cabeças de tonalidade escura e o fundo (piso entre comedouro e camas) é insuficiente para se proceder com qualquer análise. A opção foi instalar iluminação artificial na região, além do fechamento com tela de sombreamento ao fundo, para se obter uniformidade de iluminação na imagem, descrita na metodologia. A imagem da Figura 38 mostra o resultado da iluminação artificial na linha dos cocho, apresentando uma solução de contraste.



Figura 38. Linha do cocho com iluminação artificial.

A Figura 39 mostra as imagens de um vídeo das camas dentro do *freestall* sem a iluminação artificial.



Figura 39. Imagem das camas sem iluminação artificial.

A imagem de vídeo da Figura 39 mostra um contraste suficiente na fileira de camas inferior e grande influência da iluminação externa na fileira superior. Como havia contraste suficiente, não houve a necessidade da instalação de iluminação artificial e a influência da iluminação externa foi solucionada com o uso de proteção da tela de sombreamento na linha externa do bebedouro.

Isto já não ocorreu na Figura 40, onde se observa a imagem do bebedouro sem a iluminação artificial e escura, não apresentando contraste suficiente, devido à baixa iluminação na área de interesse. A influência da iluminação externa inviabilizou qualquer processamento de imagem na região.



Figura 40. Imagem do bebedouro.

A opção foi o uso de iluminação artificial, além do fechamento com tela de sombreamento (85%) ao fundo, para viabilizar o processamento, conforme pode ser conferida na Figura 41.



Figura 41. Imagem da iluminação artificial na linha dos bebedouros.

Mesmo sem animais na área dos bebedouros, conforme mostra a Figura 41, houve uma melhora na uniformidade da iluminação do local. Deve-se ressaltar que não foi encontrado em nenhum dos trabalhos citados nas referências, comentários sobre este tipo de problemas que foram encontrados nesse experimento.

5.6. Medidas de Intensidade Luminosa para Coleta de Imagens.

As medidas médias realizadas com o luxímetro digital para os testes de luminosidade mostram-se uniforme dentro dos quadrantes (Tabela 5). Nos quadrantes 9, 10, 11, 12 (região das camas que estavam com contraste suficiente) foi possível observar que os valores foram menores que nos demais quadrantes; porém, a iluminação da área de estudo, de acordo com as medidas no luxímetro, era suficiente. Entretanto, pode-se notar uma melhora com a instalação das luminárias, o que leva a um contraste maior e mais precisão na captura das imagens.

Tabela 5. Medidas médias de intensidade de luz dos quadrantes utilizando um luxímetro (lux)

	QUADRANTES DO GALPÃO																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Medidas																		
(Lux)	420	450	460	490	452	470	490	490	480	368	450	390	390	590	410	460	460	570

Segunda Etapa:

Tendo em vista os problemas encontrados na utilização do *software* MATLAB (2002) para o processamento das imagens, optou-se por utilizar nesta segunda etapa um outro *software* para análise e para o estudo das imagens captadas, desenvolvido com programação DELPHI 5[®]. Basicamente, a imagem foi transformada em vários níveis (0 a 255) de cores (vermelha, verde e azul), cujos valores foram armazenados na memória do programa. Os intervalos de níveis captados foram: vermelho (90 a 220), verde (90 a 220) e azul (120 a 255), não havendo restrição de saturação ou intensidade.

Os valores foram armazenados *pixel a pixel*. A leitura dos pixels foi feita linha por linha, até varrer completamente a imagem. Quando se localizava um *pixel* dentro dos níveis de cores desejados e pré-estabelecidos, este era guardado em uma tabela, com sua localização (x,

y) e níveis de cores em *bytes*. A Figuras 42 a 48 mostram os resultados obtidos pelas observações via *software*.

A Figura 42 apresenta os resultados obtidos pelo tratamento das imagens na cama.

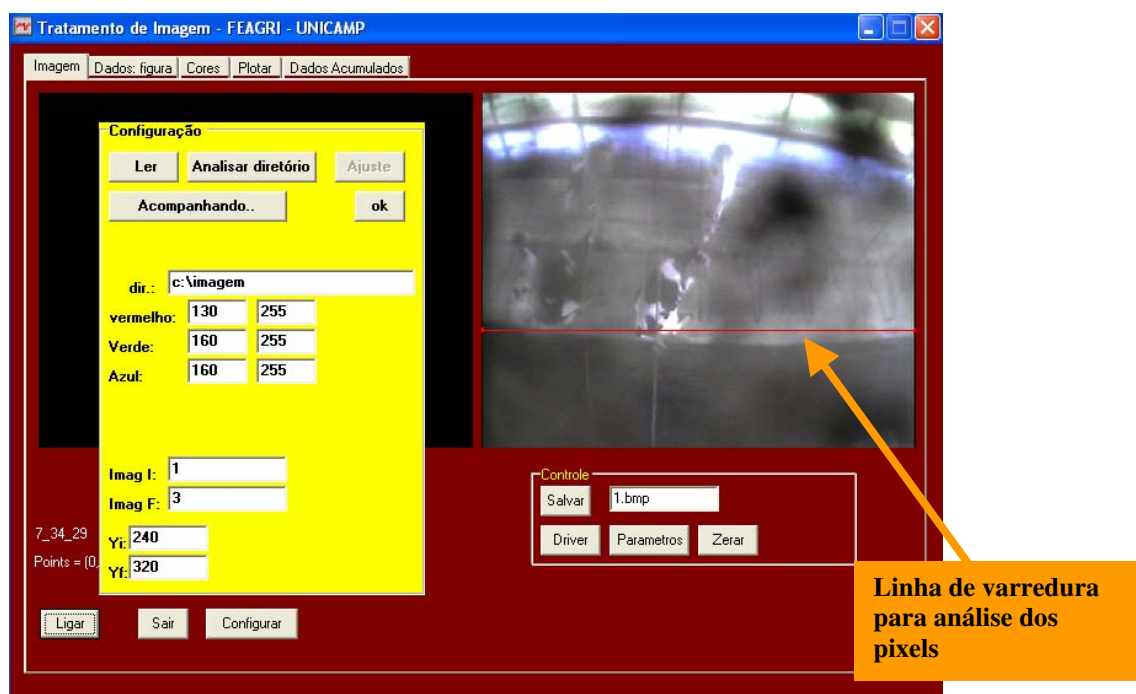


Figura 42. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens das vacas na cama.

Na Figura 43 são apresentados os resultados obtidos pelo tratamento das imagens quando as vacas estavam no bebedouro.

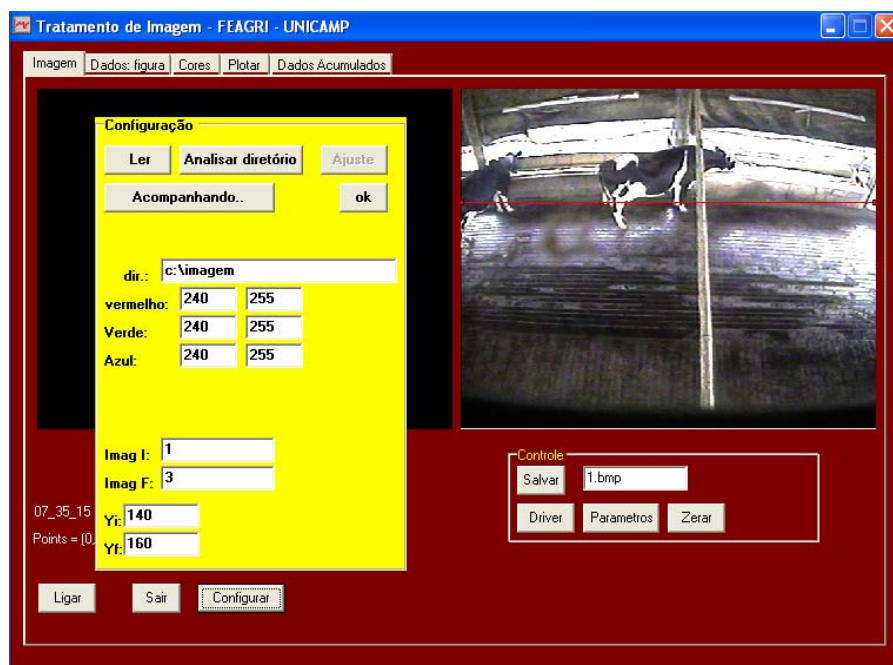


Figura 43. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens no bebedouro.

Na Figura 44. encontram-se os resultados obtidos pelo tratamento das imagens no comedouro.

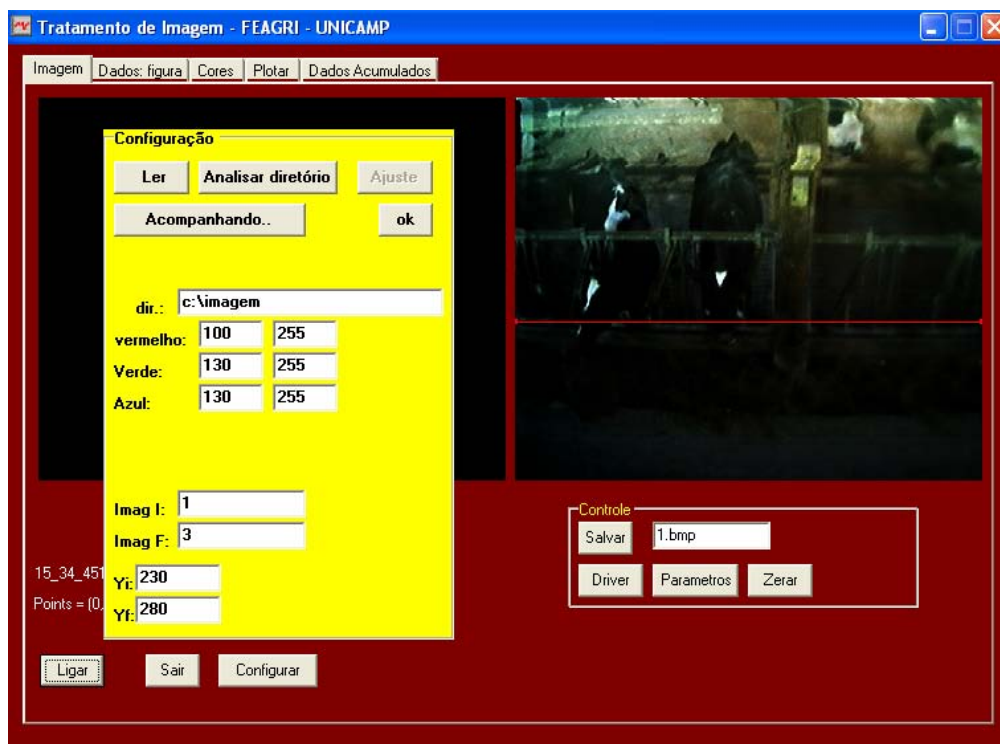


Figura 44. Tela de configuração dos dados no programa de tratamento de imagens das vacas ocupando o bebedouro.

Houve a necessidade de ajustes dos níveis de cores e coordenadas verticais para que o animal fosse identificado, pois, mesmo com as luminárias, o local permaneceu escuro. O programa computacional permitiu adicionar valores de cada componente de RGB, em números inteiros entre 0 e 255. Os componentes de RGB captam imagens nas três bandas que representam o comprimento de onda e que, juntas formam a imagem colorida, representando a intensidade de vermelho, verde e azul formando uma determinada cor. O valor de cada componente R, G e B é um número inteiro entre 0 e 255.

Na tela de configuração, se encontram:

Imag I, corresponde a imagem inicial que se deseja analisar.

Imag F, corresponde a imagem final que se deseja analisar.

Yi, corresponde a localização inicial na coordenada Y dos pontos na figura.

Yf, corresponde a localização final na coordenada Y dos pontos na figura.

Estes pontos nas coordenadas corresponderam a valores que foram encontrados no eixo Y, escolhidos pelo usuário para se determinar o trecho da localização do animal realizando alguma atividade, como por exemplo, comendo.

A opção Ler permitia abrir o arquivo para a análise. A opção Analisar Diretório, permitia a análise de todas as imagens da pasta selecionada que se refere a um dia inteiro de uma das seis câmeras; a opção Ajuste, correspondeu ao ajuste da imagem à tela do programa; e a opção Acompanhar ou não, permitiu o acompanhamento da linha de varredura na imagem.

A visualização da imagem ficou prejudicada, pois existia muita luminosidade no galpão, além de manchas por toda imagem, como pode ser observado na Figura 42 e 43 no horário das 07h:34min. Foi necessário acertar os níveis de cores e também as coordenadas em Y, para que a linha de varredura localizasse o animal.

O programa permitiu o ajuste de um intervalo de tempo pré-definido para a captura e análise das imagens, utilizando o intervalo de 10 min, seguindo a metodologia preconizada por vários autores (OVERTON, et al. 2003; FRAZZI et al. 2000; GAWORSKI et al. 2003; PALMER et al. 2003; e MÜLLER e SCHARADER, 2005).

As imagens analisadas possuíam as seguintes dimensões: 640 x 480 *pixels* e, considerando o animal na cama, foi possível rastrear sua presença através da análise dos *pixels* compreendidos entre os valores de 240 – 320, do espectro de cores selecionados da coordenada Y, Usando uma linha de varredura utilizada pelo programa para rastreamento e análise dos *pixels*, para posterior análise no sub-programa.

A coleta de imagens foi realizada com o auxílio do programa e da interface descrita acima, cuja função do programa computacional foi registrar o momento de coleta (dia, hora e minuto) e armazenar as imagens (*frames*) em pastas organizadas por dia. No painel de controle do programa que aparecia na tela, foi possível realizar a configuração da coleta de imagens, onde as funções mais importantes eram: *drive* que proporciona ao usuário a escolha da porta para a coleta das imagens; definição do tempo de coleta de cada ciclo das seis câmeras, definição do tempo de obtenção das imagens das câmeras (intervalo entre a imagem coletada por uma câmera e a câmera seguinte). Esse tempo não foi inferior a 0,5 s, por causa do tempo de uso da porta paralela e o tempo resposta do relé, que é o tempo suficiente para carregar as informações que chegam das câmeras, se fosse superior ao tempo do ciclo de imagens que foi de 50 min, poderia danificar o computador.

Logo após procedeu-se o armazenamento dos *pixels* selecionados, conforme apresenta a Figura 45.

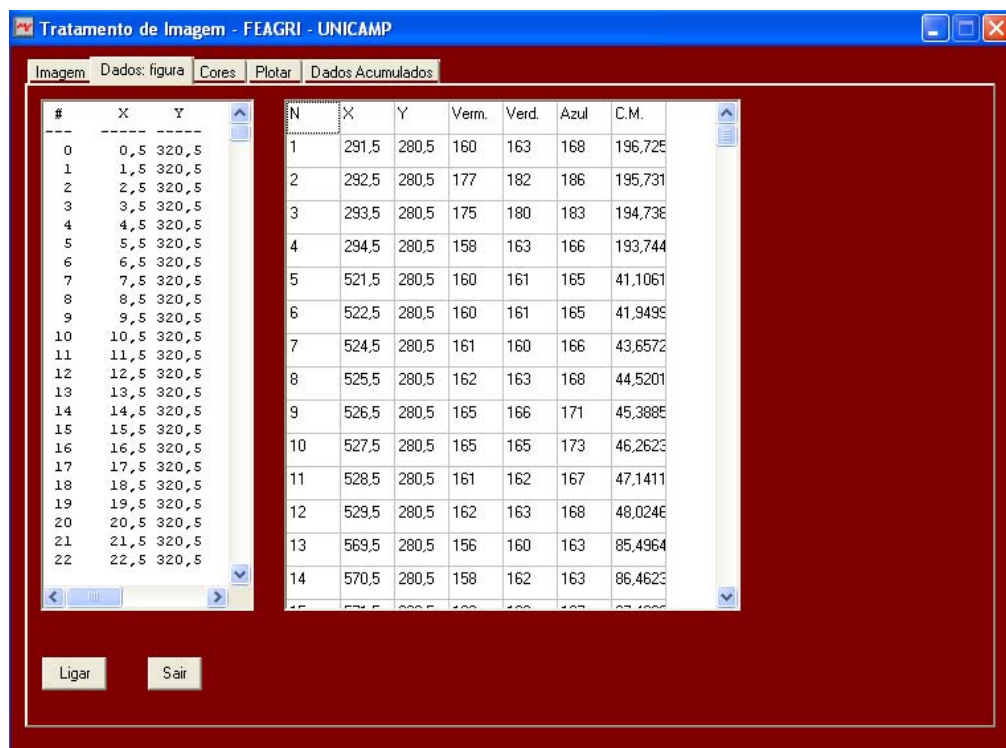


Figura 45. Tabelas de pixels selecionados.

Pode-se constar na Figura 45, todos os *pixels* da análise da imagem, e a descrição das variáveis:

N= corresponde ao número de *pixels* encontrados na análise das imagens.

X= as coordenadas dos pontos na figura que vão de 0- 640.

Y= as coordenadas dos pontos na figura que vão de 0-480.

Verm, Verd e Azul= nº de *bytes* para cada nível de cor.

Os dados apresentados na Figura 46 representam todos os *pixels* e níveis de cores da linha de varredura.

O programa permitiu uma visualização dos níveis de cores da imagem em padrões de RGB, através dos valores dos *pixels* e distancia entre os mesmos.

O gráfico dos *pixels* da Figura 46, foi construído utilizando os dados das tabelas de *pixels* selecionados, que correspondeu a uma linha da imagem.



Figura 46. Visualização dos níveis de cores da imagem.

A Figura 46 mostra no sub-programa, a distinção do intervalo de *pixels* identificados pelo programa computacional. Pode-se notar que, os pontos ocorrem entre os valores de 240 e 320 do espectro de cores, mostram o pico dentro do intervalo de cores configurados pela rotina de busca, que passa a identificar a presença do animal pela composição de cores que se aproximam da cor branca.

A Figura 47 mostra a tela, que evidencia a distinção dos intervalos de *pixels* identificados pelo programa computacional de tratamento da imagem.

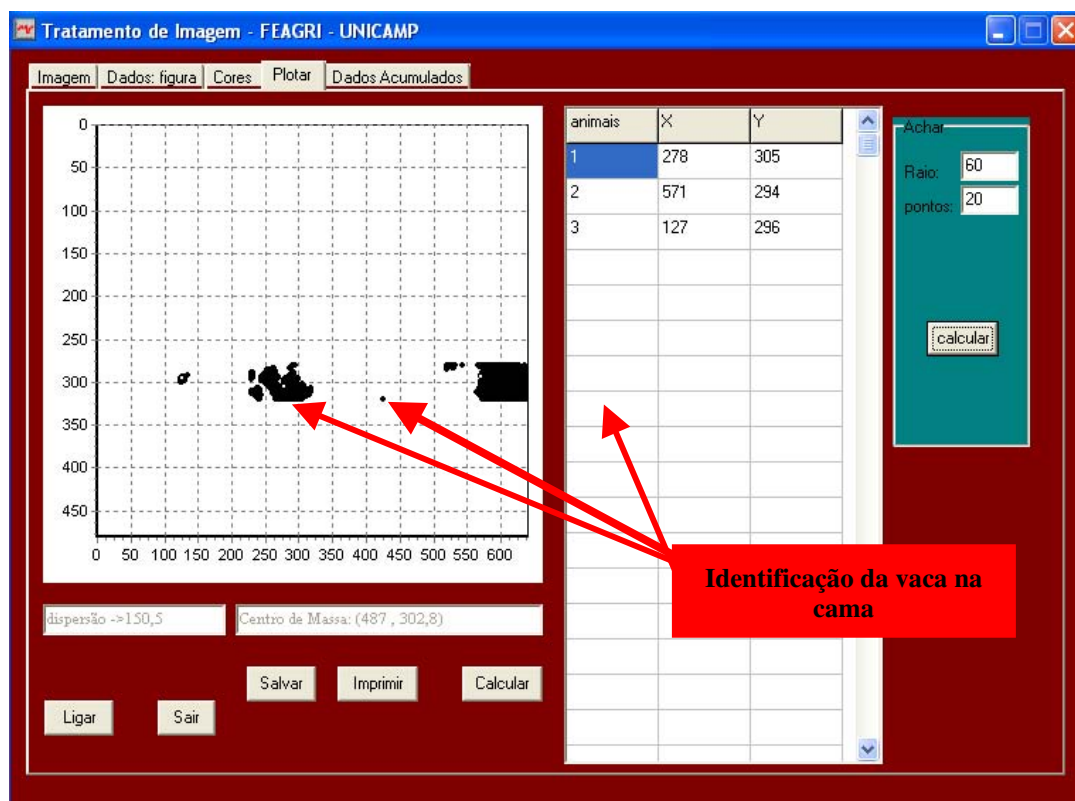


Figura 47. *Pixels* selecionados graficados no espaço reservado na tela.

Durante a seleção de *pixels*, o programa computacional apresentou problemas de ajustes, no reconhecimento das imagens ao identificar os animais. Durante a observação visual indireta, que ocorreu em paralelo ao processamento de reconhecimento das imagens, pôde-se observar haver mais ou menos animais que os identificados pelo programa. Um exemplo está no cálculo do programa em localizar os animais nas imagens, quando o *software* contou a coordenada 571 no eixo x e 294 no eixo y como sendo uma vaca.

O programa identificou apenas um animal na imagem, enquanto na análise visual indireta pôde-se observar a presença de mais animais. Porém, a imagem estava com manchas escuras o que não permitiu a visualização de maneira adequada.

Após o reconhecimento de todos os pontos, o *software* calculou o centro de massa (CM) da figura do animal e a distância de cada *pixel* até este centro de massa (D_i), como mostram, respectivamente, as Eq. 4 e 5.

$$CM = \left(\frac{\sum d_x}{n}, \frac{\sum d_y}{n} \right), \quad \text{Eq. 4}$$

onde atribuí-se 1 ao valor de massa de cada *pixel*.

A dispersão indicou a distância média dos *pixels* até o centro de massa. A dispersão é importante para se definir a aglomeração dos animais. Quanto menor o valor de dispersão maior será a aglomeração dos animais do centro de massa. A dispersão é calculada por:

$$D_i = \sqrt{(CM_x - X_i)^2 + (CM_y - Y_i)^2} \quad \text{Eq. 5}$$

onde X_i e Y_i são as coordenadas do *pixel* i .

Com esses dados é possível obter outras informações de interesse, como a velocidade média de deslocamento do centro de massa da figura ($\overline{V}_{cm}$), a dispersão ($Disp$) e a velocidade média de dispersão ($\overline{V}_{disp}$) dos pontos da figura, como pode ser observado, respectivamente, pelas Equações (6, 7 e 8).

$$\overline{V}_{cm} = \frac{\Delta d_{cm}}{\Delta t} \quad \text{Eq. 6}$$

$$Disp = \frac{\sum D_i}{n} \quad \text{Eq. 7}$$

$$\overline{V}_{disp} = \frac{\Delta Disp}{\Delta t} \quad \text{Eq. 8}$$

No painel de controle o comando “Achar” permitia a configuração para a localização do número de animais presentes na imagem. O comando “Raio” especificava a área média estabelecida para identificar um animal na região caracterizada. O comando “Pontos” significava o número de *pixels* que determinam a presença do animal dentro do raio “R”. No comando “Calcular”, era apresentado o resultado do nº de animais identificados.

Cmx= coordenada do centro de massa de cada imagem no eixo de x;

Cmy= coordenada do centro de massa de cada imagem no eixo de y;

V(Cm)= velocidade do deslocamento do centro de massa;

Disper= Dispersão;

Área= área ocupada pelos *pixels*; e

Animais= n° de animais encontrados na imagem.

5.7. Modelo de Previsão de Comportamento

Inicialmente procedeu-se com a análise comparativa entre as temperaturas externas e internas do galpão, cujo mostrou não haver diferença significativa no nível de 5% entre os valores internos e externos.

Para que os ajustes tivessem coerência, e não permitiu ser confundidos a preferência térmica sob efeito ou sem efeito da climatização, fez-se primeiramente uma filtragem de dados, extraindo o efeito do uso da climatização interna do galpão, resultante das temperaturas abaixo de 25°C, aproveitando-se somente os registros sob os quais os animais não estiveram expostos ao resfriamento adiabático.

O modelo apresentado pela Eq. 9 foi ajustado por meio do método de mínimos quadrados, revelando a relação linear existente entre: atividade de beber água e a temperatura.

$$\text{Bebedouro} = 0,15 \text{ TEMP} \quad \text{Eq. 9}$$

A equação da reta demonstra que, com o aumento de uma unidade na temperatura, estima-se um acréscimo de 0,15 na frequência média de ingestão de água.

O modelo apresentado pela Eq. 10 foi ajustado por meio do método de mínimos quadrados, revelando a relação linear existente entre a atividade existente no comedouro e a temperatura ambiente.

$$\text{Comedouro} = 0,06 \text{ TEMP} \quad \text{Eq. 10}$$

A equação da reta indica que o aumento de uma unidade na temperatura ambiente, praticamente não altera a frequência média de ingestão de alimento.

5.8. Modelo de Produção

Para descrever o modelo de produtividade, foi realizada uma análise de regressão, onde se pôde obter a Eq. 11.

$$\text{Produtividade} = - 1,50 \text{ TEMP} \quad \text{Eq.11}$$

A equação da reta demonstra que, com o aumento de uma unidade na temperatura estima-se um decrescido de 1,50 kg de leite na produção de leite.

6. Recomendações de Estudos Futuros.

- Quanto ao programa de visão computacional desenvolvido para a análise de comportamento: Necessitam de maiores ajustes nos algoritmos.
- O *software*, por apresentar problemas de ajustes, não foi tão eficiente quando utilizados nos dois métodos de visualização indireta, porém apresenta vantagens, pois a captura das imagens é mais rápida, que nos métodos de visualização indireta. O tempo gasto para analisar um determinado local levou na média de 2h devido aos ajustes necessários enquanto que, uma imagem nos outros métodos levou-se em média 10 s para cada método.
- Após estes ajustes o reconhecimento do animal nas imagens será uma maneira rápida e eficiente, pois o programa possui vantagens que a visualização direta e indireta não possui, tais como, a possibilidade de ter a imagem congeladas (*frames*).
- Identificação dos animais através de colares ou marcas com tintas, também poderão facilitar e agilizar a coleta de dados para o pesquisador.
- Limitar a área de estudo, poderia ser boa opção para o pesquisador, sendo assim lhe facilitaria a identificação.
- Câmeras posicionadas em ângulos que permitissem obter uma imagem em três dimensões, talvez pudessem obter imagens da ruminação.

7. CONCLUSÕES

1. Foi desenvolvida a metodologia de avaliação comportamental de vacas leiteiras confinadas, em função do microclima de alojamento em galpão tipo *freestall*, utilizando-se os métodos de visualização indireta espaçada e instantânea, assim como a análise computacional de imagens.

2. Foi realizada uma comparação da eficiência entre as análises via programa computacional e observação visual espaçada e instantânea. O *software* por apresentar problemas de ajustes não foi tão eficiente quanto aos dois métodos de visualização indireta, porém apresenta vantagens, pois a captura das imagens é mais rápida, que nos métodos de visualização indireta. O tempo gasto para analisar um determinado local levou na média de duas horas por causa dos ajustes necessários, enquanto que uma imagem nos outros métodos levou-se em média 10 segundos para cada método.

3. Foram desenvolvidos modelos de previsão de comportamento de ocupação de áreas para vacas alojadas em sistema de confinamento: Bebedouro = 0,15 TEMP e Comedouro = 0,06 TEMP e desenvolvido um modelo de previsão de produção de leite, com base nos dados meteorológicos: Produtividade = - 1,50 TEMP.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. S. TARGA, L. A. **Respostas termorreguladoras, Armazenamento de Calor Corporal e Produção de Leite de Vacas Holandesas mantidas ao Sol e com Acesso a Sombra Natural.** 76p. Tese (doutorado em engenharia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu: UNESP, 1999.

ALBRIGHT, J. Feeding behavior of dairy cattle, **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.

ALBRIGHT, J. L., STRICKLIN, W. R., PHILIPS, C. J. C. Recent developments in the provision for cattle welfare. In: New techniques in cattle production. 1989, London. **Proceedings...** Butterworths,. p.149-161, 1989.

ALTMANN, S. A. e ALTMANN, J. On the Analysis of Rates of Behaviour. **Animal Behaviour**. V 25 p. 364-372, 1977.

APPLEYARD, S.J., HALL, A.D. E LAWRENCE, A.B. Pre-farrowing behavior distinguishes piglet-savaging gilts from non-piglet-savaging gilts. **Proceedings**. 34th Intern. Cong. ISAE, 17-20 out. p. 62, 2000.

ARAVE, C. W., ALBRIGHT. J. L. Cattle behavior. **Journal Dairy Science**. 64(6): 1318-1329, 1981.

ARCARO, I, J,. **Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação** ., 81 pg.(Tese de doutorado em Construções Rurais e Ambiente) Campinas, UNICAMP, 2000.

ARCARO JUNIOR, I; ARCARO, J. R. P. ; POZZI, C. ; MATARAZZO, S. V. ; FAGUNDES, H . Efeitos da climatização em sala de espera sobre a produção e composição do leite e as

variáveis fisiológicas de vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v. 60, n. 2, p. 173-177, 2003.

AYACHE, N., Artificial Vision for Móbile Robots, The MIT Press. 1991,342p.

BAÊTA, F.C.; MEADOR, N. F. e SHANKLIN, M.D. Equivalent temperature index at temperatures above thermoneutral for lactating dairy cows., **Transactions of the ASAE**, St. Joseph. 21 p. Paper n. 78-3532, 1987.

BACCARI, F.; JR., JOHNSON, H. D., HANH, G: L: Environmental hat effects on growth, plasma t, and postheat compensatory effects on Holstein calves. **Procedings Soc. Exp. Biol. Med.** v.173, p 312-318, 1983.

BACCARI, F. Jr., Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente. In: Silva, I. J. O., *Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba, ESALQ/FEAIQ, 24-65, 1998.

BACCARI, F. Jr. Manejo Ambiental da Vaca Leiteira em Climas Quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p.

BARBOSA, N.A.A., FREITAS, E.R., SAKOMURA, N.K., WADA, M.T. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade interna de ovos de poedeiras comerciais. Suplemento da **Revista Brasileira de Ciência Avícola** – Prêmio Lamas, Campinas, 2004. p. 60.

BARNETT, J.L. E HEMSWORTH, P.H. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. **Appl. Anim. Behav. Sci.** V.:177-187, 1990.

BEAUCHEMIN, K.A., BUCHANAN-SMITH, J.G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 72, p. 2288-2296, 1989.

BECK, M. B. Identifying Models of Environmental Systems' Behaviour. **Mathematical Modelling**, Vol. 3, pp. 467-480, 1982.

BLACKSHAW, J. K., BLACKSHAW, A. W., Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285-295, 1994.

BELONGIE, S., CARSON, C., GREENSPAN, H., MALIK, J. Color and texture-based image segmentation using EM and it's application to content-based image retrieval. In **Proceedings of the the sixth International Conference on Computer Vision**, 1998.

BREUER, K.; HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; MATTHEWS, L.R.; COLEMAN, G.J. Behavioural response to humans and the productivity of commercil dairy cows.v. 66: p.273-288. 2000.

BOLLHALDER, H. GYSEI, M., KAUFMANN, R. Infrared Positioning System to Identify the location of Animals. ASAE Annual International Meeting/GIGR **XVth World Congresso**-Chicago, Illinois, paper n° 023116, 2002.

BOKKERS, E. A. M. Effects of interaction between humans and domesticated animals. *In*: HASSINK, J.; VANDIJK, M. (eds), Farming for Health. Capítulo 3, p. 31-41. Wageningen: Holanda, 2006.

BRAY, D. R. , BUCKLIN, R. A., MONTOYA, R. , GIESY, R. Cooling methods for dairy housing in the southeastern United States. **Transactions of the. ASAE**, Atlanta, Paper. n° 94-4501, 1994.

BRODY. S., RAGSDALE, A. C., YECK, R. G., WORSTELL, D. M. Milk production, feed and water consumption, and body weight of Jersey and Holstein cows in raltion to several diurnal temperature rhythms. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull. N. 578: 4-26, 1955.

BROUK, M. J.; SMITH, J. F.; HARNER III, J. P. Effect sprinkling frequency and air flow on respiration rate, body surface temperature and body temperature of heat stressed dairy cattle. In: International Dairy Housing Conference, 5. Texas, 2003. **Proceedings**. Texas: ASAE. p. 263-268. 2003.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO AROCHO, A.; CANTON, G.H. PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transations of the. ASAE**, St. Joseph, MI, v.24, n. 3, p. 711 - 714, 1981.

BURE ĽISOVÁ, O., BOLHUIS, J. J., e BUREĽS, J. Differential effects of cholinergic blockade on performance of rats in the water tank navigation task and in a radial water maze. **Behavioral Neuroscience**, 100, 476-482, 1986.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em um confinamento de freestall, no Brasil central**. 146 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba: 1988.

CALEGARI, F., CALAMARI, L. AND FRAZZI, E. Effects of Ventilation and misting on Behaviour of Dary Cattle in the Hot Season in South Italy. ASAE. **Fifth International Dairy Housing Proceedings**, p. 303-311, 2003

CAMPOS A. T. A importância da água para o gado de leite. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <http://www.sbz.org.br>. Acesso em 20 de outubro de 2006.

CARGILL, B.F. e STEWART, R.E. Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of holstein caws. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, V. 9, n. 5, p. 702 - 707, 1966.

CARO, I. W., SILVA, I. J. O., MOURA, D. J., PANORFI, H., SEVEGNANI, K. B., Eficiência das antenas fixas utilizadas na identificação eletrônica de animais por radiofrequência. In: IV Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e a Agroindústria, 2003, Porto Seguro.

CARTHY, J. D. **Comportamento Animal** .[Tradução de Isaías Pessotti, Silvio Morato de Cravalho]. 1980. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo. 79p.

CHAPLIN, S., MUNKSGAARD, L., Evaluation of a Simple Method for Assessment of Rising Behaviour in Tethered Dairy Cows. **Animal Science**, 72, 191-197, 2001.

CHEVILLON, PATRICK **O bem estar dos suínos durante o pré-abate e o atordoamento.** I Conferência Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Disponível no site www.embrapa.gov.br

COMANICIU, D., MEER, P. **Robust analysis of feature spaces: Color image segmentation,** 1997.

COSTA, M.J.R. e BROOM, D.M. Consistency of side choice in the milking parlour by Houstein-Friesian cows and its relationship with their reactivity and milk yield. **Applied Animal Behaviour Science.** 70: 177-186. 2001.

COSTA E SILVA, E. V. Ambiente e manejo reprodutivo: problemas e soluções. In: ZOOTEC, Uberaba, 2003. **Anais...** Uberaba: FAZU, 2003. p. 75-91.

COSTA, C. O., FISCHER, V. VETROMILLA, M. A. M., MORENO, C. B., FERREIRA, E. X. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Confinadas Durante a Fase Inicial Da Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.2, Viscosa, 2003.

CURTIS, S.E. **Environmental Aspects of Housing for Animal Production.** The Iowa Univ. Press. 1987. 410p.

CRUVINEL, P. E. e MINATEL, E. R. Image Processing in automated pattern classification of oranges. Proceedings of World Congress of Computers in agriculture and Natural Resources, pp. 56-61, 2001.

DAMASCENO, J. C., TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema “free stall”. **Energia na agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, p. 12-25, 1997.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.4, p. 709-715. 1999.

DARWIN, C. **A expressão das emoções no homem e nos animais.** Re.Ed. 2000. São Paulo – SP Companhia das Letras. 376p.

Del CLARO, K., **Comportamento Animal**. Jundiai-SP: Ed – Livraria Conceito- 132p. 2004.

DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J.; LADEWIG, J.; PETHERICK, C. Dairy calves' discrimination of people based on previous handling. **Journal Animal Science**, v. 74(5), p. 969-974, 1996.

DONÁT, P. Measuring Behaviour: The Tools and the Strategies. **Neuroscience e Biobehavioral Reviews**, v 15, p 447-454, 1991.

DRISCOLL, J. W.; BATESON, P. **Animals in behavioural research**. **Animal Behaviour**. 1988; 36:1569-1574.

EMPEL, W., JEZIERSKI, T., BRZOWOWSKI, P., MARKIEWICZ, G. H., GIMZEWSKA, K., KOLAKOWSKI, T. Behaviour of dairy cows within three hours after feed supply. I. Influence of housing type and time elapsing after feed supply. **Animal Science Papers and Reports**, v.11, n.4, p.301-309, 1993.

FIGUEIREDO, G. F. DICKERSON, T. W. BENSON, E. R., VAN WICKLEN, G. L., GEDAMU, N. Development of Machine Vision Based Poultry Behavior Analysis System. **ASAE Annual International Meeting**, July, 2003.

FRASER, A. F. **Comportamiento de los animales de granja**. Zaragoza: Acribia, 1980. p.291

FRASER, A. F., BROOM, D. M. Farm animal behaviour and welfare. 3ed., London: Bailliere Tindall, 1990. 437p.

FRAZZI, E., CALAMARI, L. Influenza dei recinti esterni sullo stress da caldo nelle stalle libere per vacche da latte. Atti V Congresso nazionale A. I. G. R. Il ruolo dell'Ingegneria per l'agricoltura del 2000. Maratea (PZ), 7-11 Giugno, 207-213. 1993.

FRAZZI, E.; CALAMARI, L.; CALEGARI, F.; STEANINI, L. The aeration, with or without misting: Effects on heat stress in dairy cows. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., Minnesota, 1997. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1997. p.907-914.

FRAZZI, E.; CALAMARI, L.; CALEGARI, F., STEANINI, L. Behaviour of dairy cows with different cooling systems during the summer. **Fourth Internacional Dairy House Conference**, St. Louis, Missouri, 1998 a . p. 224-231.

FRAZZI, E., CALAMARI, L., CALEGARI, F., STEFANINI, L. Behavior of Dairy Cows in Response to Different Barn Cooling Systems. **ASAE, American Society of Agricultural Engineers**, vol. 43(2)p. 387-394, 2000.

FROST, A.R.; SCHOFIELD, C.P.; BEAULAH, S.A.; MOTTRAN, T.T.; LINES, J.A.; WATHERS, C.M. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. **Computers and Eletronics in Agriculture**. 17: 139-159. 1997.

GARCIA, U. AND HEIKO, G. Evaluation of Feeding Place Design for Dairy Cows by Simultaneous 3D-motion Analysis and Measurement of Forces Exerted the Feeding Rack. ASAE Annual International Meeting/**GIGR XVth World Congresso**- Chicago, Illinois, paper n° 024022, 2002

GAWORSKI, M. A., TUCKER, C. B., WEARY, D. M. AND SWIFT, M. L. Effects of Stall Design on Dairy Cattle Behaviour. ASAE. Fifth International Dairy Housing **Proceedings**, p.139-146, 2003.

GARZA, M. C. F. **Comunication**, <http://www.zoosemiotics.helsinki.fi/>, acesso em maio de 2005.

GRANDIN, T. Behavioral agitation during handling is persistent over time. **Applied Animal Behaviour Science**. 36, p. 1-9, 1993.

GRANDIN, T. **Animal Behaviour**. [http: www.grandin.com.br](http://www.grandin.com.br), acesso em fev. 2000.

GRANDIN, T. Transferring results of behavioral research to industry to improve animalwelfare on the farm, ranch and the slaughter plant. **Applied Animal Behaviour Science**. 2003; 81:215-228.

GRANT, R. J., ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 2791-2803, 1995.

GONZALES, R. C. and WOODS, R. E. **Processamento de imagens digitais**. Edgard Blücher, 2000.

HAHN, G. L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: International Livestock Environment Symposium, 2., St. Joseph, 1982. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1982. p. 285-294.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. v.2, 1985. p. 151-174.

HALEY, D. B., J. RUSHEN, and A. M. de PASSILLÈ. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. Can. **Journal Animal Science**. 80:257-263, 1999.

HARROP, P. **New advances in RFID technology benefit food, pharmaceutical and other key markets**. <http://www.idtechex.com/products/en/articles/00000403.asp>, acesso em 18 out 2005

HASHIMOTO, A., KONDOU, H., MOTONAGA, Y., KITAMURA, H., NAKANISHI, K., KAMEOKA, T. Evaluation of tree vigor by digital câmera basead on fruit color and leaf shape. **Proceedings of World Congress of Computers in agriculture and Natural Resources**, p.70-77. 20001.

HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: Congresso brasileiro de Biomaterologia, **Anais...** SBBiomet, Jaboticabal, 1995.pp.26-68.

HEDLUND, L., ROLLS, J. Behavior of lacting diry cows during total confinement. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 11, p. 1907-1812, 1997.

HERLIN, A. H. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. **Swedish J. Agric. Res.** 27:189-196, 1997.

HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; COLEMAN, G.C.; HANSEN, C. A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. **Applied Animal Behaviour Science**. 23: 301-314. 1989.

HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; BREUER, K.; COLEMAN, G.C.; HANSEN, C. MATTHEWS, L.R An investigation of the relationships between handling and human contact and the milking behaviour, productivity and welfare of commercial dairy cows. Research Report on Dairy Research and Development Council Project, Attwood, Australia, 1995.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. J. Human-livestock interactions: The Stockperson and the Productivity and Welfare of Intensively Farmed Animals. CAB International, New York, NY, USA, 1998. 153 pp.

HEMSWORTH, P.H. Human-animal interactions in livestock production. **Applied Animal Behaviour Science**. 81: 185-198. 2001.

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 Annual Meeting of the United States Animal Health Association**, 95, pp. 283-286, 1991.

HOFFMAN, M. P., SELF, H. L. Behavioral traits of feedlot steers in Iowa. **Journal of Animal Science, Champaign**, v.37, n.6, p. 1438-1445, 1973.

HUBER, J. T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico**. In: bovinocultura leiteira. Piracicaba: FEALQ, 1990.p. 33-48

HULTGREN, J. Effects of two stall flooring systems on the behaviour of tied dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science** 73. 167-177, Skara Sweden, 2001.

HÖTZEL, M. J. **Bem-estar de animais zootécnicos: aspectos éticos, científicos e regulatórios**. Trabalho apresentado para Concurso Público de Títulos e Provas para Professor

Adjunto do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

IGONO, M.O., STEEVENS, B.J., SHANKLIN, M. D., Spray cooling effects on milk production, milk and rectal temperature of cows during a moderate temperature summer season. **Journal Dairy Science**. v68, p979-985, 1985.

JANINI, K., JACOBSON, L., JOHNSON, V., Ventilating Systems for Enhancing Indoor Environmental Quality. Biosystems and Agricultura Engineering. 2000 [on line: 28. 05. 2002] acesso: <http://www.bae.umn.edu/annrpt/2000/research/livestock8.html>

JANSEN, M.B., ERADUS, W. Future developments on divices for animal radiofrequency identification. **Computers and electronics in agriculture**, n. 24, 1999. P 109-17.

JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Ed. 1998. Rio de Janeiro– RG Editora Pretice-Hall do Brasil, Ltda. 816p.

KADZERE. C. T., MURPHY. M. R., SILANIKOVE. N., MALTZ. E., **Heat stress in lactating dairy cows: a review**. Livestock Production Science vol.1- 2001. <http://www.sciencedirect.com> acesso em 18/06/2002.

KAPSAMBELIS,C. **Overcoming RFID Limitations**.
[http://aidc100.org/Overcoming RFID Limitations.343.0.html](http://aidc100.org/Overcoming_RFID_Limitations.343.0.html). acesso em nov 2005.

KEARFOTT, K. J., JUANG, R. J., MARZKE, M. W., Implementation of digital stereo imaging for analysis of metaphysis and joints in skletal collections. **Med. Biol. Eng. Comput.**, v.31:149-156, 1993.

KROHN e MUNKSGAARD, L. Behaviors of cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tiestall) environment. **Applied Animal Behavior Science**, v. 37, p. 1-6, 1993.

LAMBOOIJ, E., VAN'T KLOOSTER, C.E., ROSSING, W., SMITS, A.C., PIETERSE, C. Electronic identification with passive transponders in veal calves. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 24, n. 1-2 , November 1999, p 81-90

LALONI, L. A., NÄÄS, I. A. MACARI, M., PEREIRA, D. F., PINHEIRO, M. G. Índice de Previsão de Produção de Leite para Vacas Jersey. **Revista de Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p.246-254, 2004.

LAWERE, C. C. K., HENDRIKS, M. M. W. B., ZONG, I., IPEMA, A. H., METZ, J. H. M., NOORDHUIZEN, J. P. T. M. Influence of Routing Treatments on the Cows' visits to an Automatic Milking System, their Time Budget and other Behaviour. **Acta Agric. Scand. Sec. A Anim. Sci** 50, 174-183, 2000.

LENSINK, B. J., BOIVIN, X., PRODEL, P., Le NEINDRE, P., AND VEISSIER, I., Reducing Veal Calves Reactivity to people by providing additional human contact. **Journal of Animal Science**. Vol. 78, p.1213-1218, 2000.

LEWIS, N. J., HURNIK, J. F. The effect of some common management practices on the ease of handling of dairy cows. **Appl. Animal Behaviour Science**. 58 , 213-220. 1998.

MACHADO, P. F. Efeitos da Alta Temperatura sobre a Produção, Reprodução e Sanidade de Bovinos Leiteiros. Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1998. P. 179-188.

MACHADO FILHO, L. C. P., TEIXEIRA, D. L., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G., HÖTZEL, M. J. Designing Better Water Troughs: Dairy Cows Prefer and Drink More From Larger Troughs. **Appl. Anim. Behaviour Sci**. 89, 185-193, 2004.

MADUREIRA, A. P. GONÇALVES, R. C., ROSA, M. S., PARANHOS DA COSTA, M.J. R., SILVEIRA, D. L. A influência do nível de satisfação com o emprego na qualidade da interação retireiro-vaca leiteira. In: XXII ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande:SBEt, 2004, CD-Rom.

MANNING, A. Introdução ao Comportamento Animal [tradução de Fernando Leite Ribeiro e Ruth Pazera]. 1979. Rio de Janeiro – RJ: Livros técnicos e Científicos. 325p.

MARSCHANG, F. Stress calórico y productividad animal en la crianza y en la explotación animal en escala industrial. **Not. Méd. Vet.**, v.3, p. 191-212, 1973.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. L.; BORGATTI, L. M. O. ; TITTO, E. A. L. ROMA JUNIOR, L. Efeito da disponibilidade de área sombreada no comportamento de vacas lactantes. In: *Ambiência e qualidade na produção animal*, maio de 2003, vol. 1. **Anais...** Uberaba: Zootec, 2003.

MARTIN, B. R., PRESCOTT, W. R., e ZHU, M. Quantification of rodent catalepsy by a computer-imaging technique. **Pharmacology, Biochemistry e Behavior**, 43, 381-386, 1992.

MARTINELLI, D. A (Personal) **Introduction to Zoosemiotics** <http://www.zoosemiotics.helsinki.fi/intro.PDF>, acesso em maio de 2005.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do Sistema de Resfriamento Adiabático evaporativo em Confinamento do tipo Freestall para Vacas em Lactação**. 143 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) Universidade de São Paulo-Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

MENCH, J. A. Refinement in behavioural research. In: BALLS, M.; VAN ZELLER, A. M.; HALDER, M. Progress in Reduction, Refinement and Replacement of Animal Experimentation. **Elsevier**, Amsterdam, The Netherlands. 2000: 1213-1221.

METZ, J.H. M. The reaction of cows to short-term deprivation of lying. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.13, p 301-307, 1985.

MILK POINT, Dados estatísticos da bovinocultura leiteira. <http://www.milkpoint.com.br>, acesso em março de 2005.

MINITAB. **Minitab[®] Statistical Software for Windows**. 2004. Disponível em (<http://www.minitab.com/products/minitab/>). Acesso em 10 fev. 2004.

MOITA, J. M. N. e MOITA, G. C. **Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados**. Quim. Nova, v21, n.4- São Paulo, 1998.

MOITA, J. M. N. Estatística multivariada: uma visão didática-metodológica, Crítica Revista de filosofia e ensino. **Filosofia da Ciência** – ISSN1749- 8457, 2004.

MONTY JUNIOR, D. E., GABARENO, J. L. Behavioral and physiologic responses of Hostein-frisian cows to high environmental temperatures and artificial cooling in Arizona. **American Journal of Veterinary Research**, Scahumburg, v. 39, n.5, p.877- 882, 1978.

MOURA, D. J. Ventilação na suinocultura. In: AMBIENCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 149-179.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia Aplicada aos Animais Domésticos**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

MÜLLER, R., AND SCHRADER, L. Anew Method to Measure Behavioural Activity Levels in Dairy Cows. **Applied Animal Behaviour Science** 83, pp. 247-258, 2003.

MUNKSGAARD, L.; de PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J. Dairy cows' fear of people: social learning, milk yield and behaviour at milking. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, p. 15-26, 2001.

MUNKSGAARD, L., JENSEN, M. B., PEDERSEN, L. J., HANSEN, S. W., MATTHEWS, L. Quantifying Behavioural Priorities-Effects of time constraints on Behaviour of dairy cows, *Bos taurus* . **Applied Animal Behaviour Science**, 92.pp. 3-14, 2005.

NÄÄS, I.A. **Princípios de Conforto Térmico na Produção Animal**. São Paulo: Editora Ícone, 1989. 183 p

NÄÄS, I. A. Aspectos Físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: **Anais...** Ciência e Tecnologia Avícola, Santos, 176., 1994.

NÄÄS, I. A , CURTO, F. P. F., Avicultura de precisão. In: Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical, **Anais...** Piracicaba, pg. 1-30, 2001.

NÄÄS, I. A., SOUZA, S. R. L. Desafios para a produção de leite nos trópicos – conforto térmico. In: ZOOTECA, Uberaba, 2003. **Anais...** Uberaba: FAZU, 2003. p. 64-74.

NIELSEN, B. L., VEERKAMP, R. F., LAWRENCE, A. B. Effects of Genotype, Feed Type and Lactational Stage on Time Budget of Dairy Cows. **Acta Agric. Scand. Sec. A Anim. Sci.** 50, 272-278, 2000.

NIENABER, J. A., HAHN, G. L., BROWN-BRANDI, T. M., EIGENBERG, R. A. Heat Stress Climatic Conditions and the Physiological Responses of Cattle. **ASAE. Fifth International Dairy Housing Proceedings**, p. 255-262, 2003

NOLDUS, L. P. J. J. The Observer: A software system for collection and analysis of observational data. **Behavior Research Methods, Instruments, e Computers**, 23, 415-429, 1991.

NOLDUS, L. P. J. J., TRIENES, R. J. H., HENDRIKSEN, A. H. M., JANSEN, H., e JANSEN, R. G. The Observer Video-Pro: New software for the collection, management, and presentation of time-structured data from videotapes and digital media files. **Behavior Research Methods, Instruments, e Computers**, v.32, 197-206, 2000.

OLIVEIRA, E. A., PARANHOS DA COSTA, M. J.R. ROSA, M. S., CARVALHO, S. R. B., FERNANDES, V. Há associação negativa entre a temperatura do ar na sala de ordenha e a interação retireiro-vaca leiteira. In: XVCongresso de Iniciação Científica da UNESP, 2003, marília. Ensino de olho no futuro- graduação e pós-graduação. **Anais...**São Paulo: Novo Disk Brasil, 2003.

OLIVO, R. F., e THOMPSON, M. C. Monitoring animals' movements using digitized video images. **Behavior Research Methods, Instruments e Computers**, 20, 485-490, 1988.

OVERTON, M. W., W. M. SISCHO, G. DECHANT, and D. A. MOORE. Observations of dairy cattle behavior using time-lapse photography in a California free-stall barn. **Proc. Annu. Conf. Am. Assoc. Bovine Pract.** 33rd Conf. Stillwater, OK. p.138-139, 2000.

PALMER R. W., WAGNER-STORCH A. M. Cow preference for different freestall bases in pens with different stocking rates. In: Fifth International Dairy Housing Conference. **Proceedings**. p. 155-164, 2003.

PARANHOS DA COSTA, M. e ROSA, M. S. Seleção por temperamento- O comportamento e a eficiência na produção. In: *Ambiência e qualidade na produção animal*, vol.1 **Anais...**Uberaba: zootec, 2003.

PARANHOS DA COSTA, M.; COSTA e SILVA , E. V.; CHIQUITELLI NETO, M.; ROSA, M. S. **Manejo e Qualidade. Revista Gestão Pecuária**, p. 1-2. 2003. http://www.gestaopecuaria.com.br/setembro/0903_gestao.html, acesso em 14/09/2004.

PEDERSEN, S. e PEDERSEN, C.B. Animal activity measured by infrared detectors. **Journal of Agricultural Research**. 61: 239-246. 1995.

PEREIRA, A. C.; MADUREIRA, A. P., SILVA, L. C. M., GONÇALVES, R. C., ROSA, M. S., PARANHOS DA COSTA, M. J. R. O tipo de interação retireiro-vaca leiteira predominante nas fazendas. IN: XXII ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2004, **Anais...**Campo Grande: SBET, 2004, CD-Rom.

PEREIRA, D. F. **Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes de frango de corte utilizando monitoramento digital e construção de modelos de simulação**. 155p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência)- Universidade Estadual de Campinas, 2005.

PERSSINOTTO, M. ; MOURA, D. J. ; MATARAZZO, S. V., MENDES, A. S.; NAAS, I. A. . Behavior of Dairy Cows Housed in Environmentally Controlled Freestall. *Agriculture Ingeneering international CIGR E-Journal*, CIGR, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2006.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C.; HOTZEL, M. J.; YUNES, M. C.; SILVEIRA, M. C. A. C. ; FURNALETTO, G.; LENZI, A. Is there a relationship between fear of humans and social rank in Holstein cows? 102 In: 35th International Congress of the ISAE, 2001, Davis. 35th International Congress of the ISAE, **Proceedings**, v. 35. p. 65, 2001.

PIRES, M. F. A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça holandesa confinadas em freestall, durante o verão e o inverno**. 151 p. Tese (Doutorado em Veterinária)-Universidade Federal de Minas Gerais-Escola de Veterinária, Belo Horizonte 1997.

PIRES, M. F. A, VILELA, D., VERNEQUE, R. S., TEODORO, R. L., Reflexos do Estresse Térmico no Comportamento das Vacas em Lactação. I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, **Anais...**, Piracicaba, p 68-99, 1998.

PIRES, M. F. A., TEODORO, R. L., CAMPOS, A. T. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: Congresso Nordestino de Produção de Produção Animal, Teresina, 2000. **Anais...** Teresina: SNPA, p. 87-104, 2000.

PIRES, M. F.A., VERNEQUE, R. S., VILELA, D. Ambiente e comportamento na produção de leite. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n.211, p11-21, 2001.

PUMA, M. C.; XIN, H.; GATES, R. S.; BURNHAM, D. J. An instrumentation system for studying feeding and drinking behaviour of individual poultry. **Applied Engineering in Agriculture**. 2001; v.17(3):365-374.

PUN, T., BOST, J., MILANESE, R., RAUBER, C., STARTCHIK, S. **Selecting relevant information and delaying irrelevant data for objects recognition**, 1994.

QUEIROZ, A. C., NEVES, J. S., MIRANDA, J. C. PEREIRA, E. S., DUTRA, A. R. Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças Holandês-Zebu. Arq. Brás. Med. Vet. Zootec, Belo Horizonte, v. 53, n. 1, ISSN 0102-0935, p. 84-88, 2001.

QUEIROZ, E. M. **Pluriatividade e inserção das famílias rurais no processo de urbanização do rural: Aplicação de técnicas estatísticas de análise multivariada para Minas Gerais**. 92 p. Dissertação (Mestrado em Economia)- Centro de Desenvolvimento e planejamento regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

RAY, D. E., ROUBICEK, C.B. Behavioral of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.33, n.1, p.72-76, 1971.

RYBARCZYK, P.; KOBAYASHI, Y.; RUSHEN, J.; TANIDA, H; de PASSILLE, A. M. Can cows discriminate people by their faces? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 74, p. 175, 189, 2001.

ROSA, M. S.; CARVALHO, S. R.; BORDON, V. F.; OLIVEIRA, E. A.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. A mudança do comportamento do retireiro em relação aos dias comerciais e finais de semana: uma análise preliminar In. XX ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2002, Natal, RN. **Anais...** Natal, RN. Offset Gráfica, v. 01, n. 01, p. 403, 2002.

ROSSING, W. Animal identification: introduction and history. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.24, n.1, p.1-4, 1999.

RUSHEN, J. Problemas associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. **Appl. Animal behaviours Science**. v. 28, p.381-386, 1991.

RUSHEN, J.; MUNKSGAARD, L.; de PASSILLÉ, A. M. B. Location of handling and dairy cows responses' to people. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 55, p. 259-267, 1998.

RUSHEN, J.; DE PASSILLE, A.M.B.; MUNKSGAARD, L., Fear of people by cows and effects on milk yield, behaviour and heart rate at milking. **Journal. Dairy Science**. v.82, 720–727, 1999.

RUTTER, S.M.; BERESFORD, N.A.; ROBERTS, G. Identification of the grazing areas of hill sheep. **Computers and Eletronics in Agriculture**. v.17: p.139-159, 1997.

SALGADO, D. A. **Modelo estatístico para predição de bem-estar de reprodutoras de frango de corte baseado em dados de ambiente e análise do comportamento**. Dissertação (mestrado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Estadual de Campinas, 2006.

SARIEGO, J. C. L. O que é Etologia?
http://paginas.terra.com.br/educacao/sariego/o_estudo_do_comportamento.htm , On line acesso em 29/04/2005.

SCHLECHT, E., HÜLSEBUSCH, C., MAHLER, F., BECKER, K. The use of Differentially Corrected Global Positioning System to Monitor Activities of Cattle at Pasture. **Applied Animal Behavior Science**. v. 85. p. 185-202, 2004.

SEEBECK, J. e BOOTH, R. Eastern barred bandicoot recovery : the role of the veterinarian in the management of endangered species - Flora and Fauna Branch, Department of

Conservation and Natural Resources and the Royal Melbourne Zoological Gardens - **Australian Veterinary Journal**, v.73, n. 3, p.123-126,1996.

SERGEANT, D. M., BOYLE, R. D., e FORBES, J. M. Computer visual tracking of poultry. **Computers e Electronics in Agriculture**, v.21, p.1-18, 1998.

SCHINEIDER, P. L., BEEDE, D. K., WILCOX, C. J. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber stress environments. **J. Dairy Science**. v. 66(1) p. 112-125, 1988.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J.D. Neural network analysis of postural behavior of young swine to determine their thermal comfort. **American Society of Agricultural Engineers**, v.40 (3), p.755-760, 1997.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J.D. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior. **Computer and Electronics in Agriculture** v.19, p.223-232, 1998.

SIMÕES A. S., REALI COSTA, A. H., HIRAKAWA, A. R., SARAIVA, A.M. Applying neural networks to automated visual fruit sorting. world Congress of Computers in agriculture and Natural Resources, **Proceedings**. p. 1-7, 2001.

SNOWDON, C. T. O significado da Pesquisa em Comportamento Animal. **Estudo de Psicologia**; São Paulo, v. 4(2, p.365-373, 1999

SOUZA, S. R. L., **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de freestall**. 70 p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Estadual de Campinas, 2002.

SOUZA, S. R. L., Desenvolvimento de um *software* aplicado à análise de imagens de comportamento de vacas confinadas em sistemas de alojamento *freestall*.In: XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**São Pedro. p.8, 2004.

SPRUIJT, B. M., e GISPEN, W. H. Prolonged animal observations by use of digitized video displays. **Pharmacology, Biochemistry e Behavior**, v.19, p.765-769, 1983.

SPRUIJT, B. M., PITSIKAS, N., ALGERI, S., e GISPEN, W. H. Org2766 improves performance of rats with unilateral lesions in the fimbria fornix in a spatial learning task. **Brain Research**, v.527, p.192- 197, 1990.

SPRUIJT, B. M., BUMA, M. O. S., VAN LOCHEM, P. B. A., e ROUSSEAU, J. B. I. Automatic behavior recognition: What do we want to recognize and how do we measure it In Proceedings of Measuring Behavior 98, 2nd International Conference on Methods and Techniques in Behavioral Research, Wageningen, the Netherlands: Noldus Information Technology. **Proceedings**. Groningen . p. 264-266, 1998.

STOWELL, R. R.; GOOCH, C. A. BICKERT, W. G. Design parameters for hot-weather ventilation housing: a critical review. (Compact disc). In: International Dairy Housing Conference, 5, Fort Worth, **Proceedings**. Fort Worth: ASAE, 2003.

STRICKLIN, W. R., KAUTZ-SCANAVY, C. C. The role of behavior in cattle production: a review of research. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v.11, p.359-390, 1984.

TADINI, C. C., PARK, S. W., DING, H. **Aplicação da Análise de Componentes Principais na Elaboração de Cartas de Controle de Curvas de Calibração na Determinação do Teor de Glicose por Espectrofotometria**. <http://pqi.poli.usp.br/lea/docs/cbcta1998b.pdf> , acesso em 04/10/2006.

TEIXEIRA, D. L., HÖTZEL, M. J., MACHADO FILHO, L. C. Designing Better Water Troughs 2. Surface area and Height, but not Depth, influence Dairy Cows' Preference. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 96, n.1-2, p. 169-175, 2005.

THATCER. W., COLLER. R. J.. **Effect of heat on animal productivity**. Hand bock of agricultural production, vol II Ed. M. RECHA- CIGL, p.77-105, 1982.

TREVISAN, N. B., QUADROS, F. L. F., SILVA, A. C. F., BANDINELLI, D. G. MARTINS, C. E. N., SIMÕES, L. F. C., MAIXNER, A. R., PIRES, D. R. F. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.5, p. 1543-1548, 2004.

TUCERYAN, M. Moment-based texture segmentation. **Elsevier Science Inc**, 15(7): 659-668, July 1994.

TURNER, L. W.; CHASTAIN, J. P.; HEMKEN, R. W.; GATES, R. S. et al. Reducing heat stress in dairy cows through sprinkler and fan cooling. **Applied Engineering in Agriculture**, v.8, n. 3, p. 375-379, 1992.

TWINING. C.J., TAYLOR. C.J., E COURTNEY, P. **Robust tracking and posture description for laboratory rodents using active shape models**, p.120, 2001.

VILELA. D., **Leite: Bom para a saúde e melhor ainda para a economia brasileira**. Embrapa Gado de Leite-Eventos.pg 1-3. 2000. Acesso. <http://www.cnp.gl.embrapa.br/artigos/leite.html>, acesso em 05/07/2002.

WAIBLINGER, S. ; MENKE. C.; KORFF. J.; PALME. R.;BUCHER. A. Effects of handling and the presence of different persons on the behaviour and heart rate of dairy cows during rectalisation. In 33 rd Congress of the International Society for Applied Ethology, Lillehammer. **Proceedings**. Norway. p.49, 1999.

WAIBLINGER, S.; MENKE, C.; KORFF, J. Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 85, p. 31-42, 2004.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p.2131-2144, 2003.

WILSON, R. K., FLYNN, A. V. Feeding behavior of cattle when offered grass silage in troughs during winter and summer. **Applied Animal Ethology, Amsterdam**, v.5, n.1, p.35-41, 1979.

WOUTERS, P.; GEERS, R.; PARDUYNS, G.; GOOSSENS, K.; TRUYEN, B.; GOEDSEELS, V.; VAN DEER STUYFT, E. Image analysis parameters as inputs for automatic environmental temperature control in the piglets houses. **Computers and Electronics in Agriculture** v.5: n.2, p.233-246,1990.

YUNES, M. C. **Efeito da hierarquia social na produção, na reprodução e na interação humano-animal de vacas leiteiras.** Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), CETD UFSC PGAGR 0059. Florianópolis, 93p. 2001.

XIN, j., SHAO, B. Real- Time Assessment of swine thermal comfort by computer vision. In: World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources. **Proceedings.** Brazil. ASAE. Paper n° 701PO301, p.362-369, 2002

ZAMBALDE, A. L. et al. Considerações Estratégicas sobre o Processo de Informatização das Empresas e Propriedades Rurais, Artigo Técnico, **Revista Agrosoft** No. 00, p. 1-7, 1996.

ANEXOS

A.1. Resultados da visualização indireta no período das 7:00 as 18:00 do dia 25/09/2006.

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
25/set	07:04	1	3	4	8
25/set	07:14	5	0	3	8
25/set	07:24	7	3	2	12
25/set	07:34	4	2	1	7
25/set	07:44	8	1	1	10
25/set	07:54	8	1	1	10
25/set	08:04	6	0	0	6
25/set	08:14	8	0	0	8
25/set	08:24	8	0	1	9
25/set	08:34	8	0	0	8
25/set	08:44	9	2	2	13
25/set	08:54	9	1	0	10
25/set	09:04	12	3	1	16
25/set	09:14	10	0	1	11
25/set	09:24	8	0	2	10
25/set	09:34	10	2	0	12
25/set	09:44	9	3	2	14
25/set	09:54	4	6	3	13
25/set	10:04	5	5	2	12
25/set	10:14	0	0	4	4
25/set	10:24	0	0	0	0
25/set	10:34	0	0	0	0
25/set	10:44	0	0	0	0
25/set	10:54	0	0	0	0
25/set	11:04	0	1	3	4
25/set	11:14	0	1	3	4
25/set	11:24	3	0	2	5
25/set	11:34	5	3	4	12
25/set	11:44	7	3	4	14
25/set	11:54	10	3	1	14
25/set	12:04	9	0	1	10
25/set	12:14	9	0	1	10
25/set	12:24	9	1	0	10
25/set	12:34	10	1	2	13
25/set	12:44	9	0	2	11
25/set	12:54	9	1	2	12
25/set	13:04	9	0	0	9
25/set	13:14	11	2	0	13
25/set	13:24	9	1	0	10
25/set	13:34	5	2	0	7
25/set	13:44	0	7	1	8
25/set	13:54	0	6	1	7
25/set	14:04	2	5	1	8
25/set	14:14	2	4	0	6
25/set	14:24	3	3	2	8

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
25/set	14:34	3	3	2	8
25/set	14:44	4	3	1	8
25/set	14:54	4	3	0	7
25/set	15:04	4	4	2	10
25/set	15:14	4	7	2	13
25/set	15:24	4	2	1	7
25/set	15:34	1	5	2	8
25/set	15:44	6	2	3	11
25/set	15:54	4	2	2	8
25/set	16:04	3	6	1	10
25/set	16:14	3	4	0	7
25/set	16:24	1	5	2	8
25/set	16:34	3	3	1	7
25/set	16:44	4	4	0	8
25/set	16:54	4	2	1	7
25/set	17:04	4	2	1	7
25/set	17:14	3	2	1	6
25/set	17:24	5	1	1	7
25/set	17:34	8	1	1	10
25/set	17:44	0	0	0	0
25/set	17:54	0	0	0	0

A.2. Resultados da visualização indireta no período das 7:00 as 18:00 do dia 26/09/2006.

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
26/set	07:04	9	1	0	0
26/set	07:14	8	1	0	9
26/set	07:24	9	1	1	11
26/set	07:34	6	5	2	13
26/set	07:44	8	0	2	10
26/set	07:54	7	3	0	10
26/set	07:04	8	0	0	8
26/set	08:14	8	1	0	9
26/set	08:24	7	4	0	11
26/set	08:34	8	0	0	8
26/set	08:44	3	7	1	11
26/set	08:54	3	3	0	6
26/set	09:04	2	4	4	10
26/set	09:14	2	4	4	10
26/set	09:24	5	1	4	10
26/set	09:34	4	4	3	11
26/set	09:44	5	1	2	8
26/set	09:54	4	0	4	8
26/set	10:04	3	0	0	3
26/set	10:14	3	0	0	3

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
26/set	10:24	0	0	0	0
26/set	10:34	0	0	0	0
26/set	10:44	0	0	0	0
26/set	10:54	0	2	0	2
26/set	11:04	0	2	0	2
26/set	11:14	1	3	2	6
26/set	11:24	1	0	1	2
26/set	11:34	3	3	3	9
26/set	11:44	3	3	4	10
26/set	11:54	3	5	2	10
26/set	12:04	67	2	1	70
26/set	12:14	7	1	1	9
26/set	12:24	6	0	1	7
26/set	12:34	8	2	1	11
26/set	12:44	7	1	0	8
26/set	12:54	6	1	0	7
26/set	13:04	5	3	0	8
26/set	13:14	6	1	1	8
26/set	13:24	5	2	1	8
26/set	13:34	0	2	0	2
26/set	13:44	0	4	0	4
26/set	13:54	0	2	0	2
26/set	14:04	0	2	0	2
26/set	14:14	0	3	0	3
26/set	14:24	0	2	0	2
26/set	14:34	0	2	0	2
26/set	14:44	0	3	0	3
26/set	14:54	0	3	0	3
26/set	15:04	0	1	0	1
26/set	15:14	0	2	1	3
26/set	15:24	0	2	2	4
26/set	15:34	6	3	1	10
26/set	15:44	0	3	4	7
26/set	15:54	0	2	5	7
26/set	16:04	0	2	7	9
26/set	16:14	0	0	1	1
26/set	16:24	0	4	2	6
26/set	16:34	36	4	1	41
26/set	16:44	6	7	1	14
26/set	16:54	8	2	2	12
26/set	17:04	11	1	0	12
26/set	17:14	9	2	0	11
26/set	17:24	10	1	3	14
26/set	17:34	0	3	1	4
26/set	17:44	0	0	1	1
26/set	17:54	0	0	0	0

A.3. Resultados da visualização indireta no período das 7:00 as 18:00 do dia 27/09/2006.

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
27/set	07:04	7	1	0	8
27/set	07:14	7	1	2	10
27/set	07:24	7	1	4	12
27/set	07:34	5	3	1	9
27/set	07:44	5	5	2	12
27/set	07:54	4	2	0	6
27/set	07:04	6	2	0	8
27/set	08:14	5	1	0	6
27/set	08:24	6	1	0	7
27/set	08:34	5	0	2	7
27/set	08:44	6	4	2	12
27/set	08:54	5	3	4	12
27/set	09:04	7	3	0	10
27/set	09:14	7	2	4	13
27/set	09:24	7	4	1	12
27/set	09:34	8	0	2	10
27/set	09:44	8	2	4	14
27/set	09:54	5	4	4	13
27/set	10:04	7	0	5	12
27/set	10:14	8	1	2	11
27/set	10:24	0	0	0	0
27/set	10:34	0	0	0	0
27/set	10:44	0	0	0	0
27/set	10:54	0	0	0	0
27/set	11:04	0	0	0	0
27/set	11:14	0	3	3	6
27/set	11:24	0	3	4	7
27/set	11:34	0	4	7	11
27/set	11:44	0	0	5	5
27/set	11:54	0	4	5	9
27/set	12:04	0	4	2	6
27/set	12:14	3	3	0	6
27/set	12:24	8	5	2	15
27/set	12:34	6	2	1	9
27/set	12:44	7	2	2	11
27/set	12:54	9	0	0	9
27/set	13:04	10	3	0	13
27/set	13:14	9	3	0	12
27/set	13:24	6	5	1	12
27/set	13:34	6	8	1	15
27/set	13:44	5	6	0	11
27/set	13:54	5	5	0	10
27/set	14:04	6	5	1	12
27/set	14:14	7	5	0	12
27/set	14:24	7	6	0	13

dia	Observações 25/09	CAMA	BEBEDOURO	COMEDOURO	Total de vacas
27/set	14:34	9	3	1	13
27/set	14:44	6	3	2	11
27/set	14:54	7	1	1	9
27/set	15:04	4	3	0	7
27/set	15:14	2	2	2	6
27/set	15:24	4	2	0	6
27/set	15:34	3	3	0	6
27/set	15:44	3	1	3	7
27/set	15:54	3	1	3	7
27/set	16:04	4	4	4	12
27/set	16:14	2	5	2	9
27/set	16:24	2	7	2	11
27/set	16:34	1	3	2	6
27/set	16:44	1	5	1	7
27/set	16:54	1	5	1	7
27/set	17:04	2	4	0	6
27/set	17:14	2	0	3	5
27/set	17:24	2	4	5	11
27/set	17:34	3	1	0	4
27/set	17:44	8	4	0	12
27/set	17:54	8	0	0	8

A.4. Resultados das análises de regressão para a previsão de comportamento.

Regression Analysis: Bebedouro versus TEMP EXTERNA

The regression equation is
Bebedouro = 0,149 TEMP EXTERNA

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
TEMP EXTERNA	0,14869	0,03649	4,08	0,055

S = 1,42909

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	33,915	33,915	16,61	0,055
Residual Error	2	4,085	2,042		
Total	3	38,000			

Residual Plots for Bebedouro

----- Regression Analysis: Comedouro versus TEMP EXTERNA

The regression equation is
Comedouro = 0,0596 TEMP EXTERNA

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
TEMP EXTERNA	0,05958	0,01344	4,43	0,047

S = 0,526540 R-Sq = 82,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	5,4455	5,4455	19,64	0,047
Residual Error	2	0,5545	0,2772		
Total	3	6,0000			

A.5. Resultados das análises de regressão para a previsão de produção.

Regression Analysis: produtividade versus TEMP EXTERNA

The regression equation is
produtividade = - 1,50 TEMP EXTERNA

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
TEMP EXTERNA	1,49812	0,03893	38,48	0,001

S = 1,52472 R-Sq = 17,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	3443,1	3443,1	1481,03	0,001
Residual Error	2	4,6	2,3		
Total	3	3447,7			