

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

**Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático
de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**

Sullivan Pereira Alves

**Tese apresentada, para obtenção do Título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Física do
Ambiente Agrícola**

**Piracicaba
2006**

Sullivan Pereira Alves
Zootecnista

**USO DA ZOOTECNIA DE PRECISÃO NA AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR
BIOCLIMÁTICO DE AVES POEDEIRAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO**

Orientador:
Prof Dr. **IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA**

**Tese apresentada, para obtenção do Título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Física do
Ambiente Agrícola**

Piracicaba
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Alves, Sullivan Pereira

Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação / Sullivan Pereira Alves. - - Piracicaba, 2006. 128 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Aves poedeiras 2. Bioclimatologia animal 3. Cama de galinheiro 4. Conforto Térmico das construções 5. Gaiolas 6. Zootecnia de precisão I. Título

CDD 636.514

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

À Jesus Cristo:

*"...pois nele foram criadas todas as coisas
nos céus e na terra, as visíveis e as invisíveis,
sejam tronos ou soberanias, poderes ou autoridades;
todas as coisas foram criadas por ele e para ele..."*

Col 1:16

À minha família:

Meus pais, minha irmã, minha sobrinha e tias Eliza e Maria

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me capacitou e me deu forças para vencer os obstáculos surgidos durante esse percurso.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pelas oportunidades oferecidas.

Ao Professor Dr. Iran José Oliveira da Silva, responsável pelo meu crescimento pessoal e científico, pela orientação e incentivo na execução deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, pelos ensinamentos e oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Dr. José Fernando Machado Menten e a todos os funcionários do departamento de Zootecnia não ruminantes, pelo apoio e colaboração, viabilizando a instalação e execução do experimento a campo.

Aos Professores Dr. Antonio Augusto Coelho e Dr. Vicente José Maria Savino pelas sugestões para a melhoria e engrandecimento deste trabalho.

À Professora Dra. Sônia Maria de S. Piedade, pelo auxílio na definição e execução das análises estatísticas.

À professora Dra. Késia O. Silva, pela contribuição nas discussões do trabalho.

Ao Professor Dr. Fernando Curvello, pelo apoio e sugestões.

À Solange e Ângela, secretárias do programa de pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, por todo apoio e colaboração.

Aos funcionários do departamento de Engenharia Rural, especialmente ao Hélio por toda ajuda na implantação do experimento a campo.

À Eliana e Sílvia da Seção de Referência pela paciência e boa vontade sempre.

À estagiária Camila de Souza, pelo apoio na condução do experimento.

À Maristela N. da Conceição, amiga e colega de trabalho, sempre muito solícita, minha admiração e meus agradecimentos por toda ajuda, direta e indireta.

À Valéria Rodrigues, pelo apoio e sugestões na aplicação da lógica Fuzzy.

À José Antônio e Aurélio, que acompanharam desde o início e sempre colaboraram de alguma forma para este trabalho.

Aos demais colegas do Núcleo de Pesquisa em Ambiente: Edilaine, Elizabete, Frederico, Wagner, Fabiana, Luiz Fernando e Euclides, pela amizade e troca de conhecimentos e apoio direto e indireto na realização deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, pelo convívio e amizade durante a realização do curso.

À Wander, por todo incentivo, apoio e ajuda para a realização do meu doutorado.

Às amigas Aninha, Cindy, Daniela e Nívia, pelo apoio e ajuda nos momentos mais difíceis.

À minha família, que me apoiou e incentivou sempre, entendendo minha ausência.

A Fernando, que durante esta trajetória surgiu em minha vida e desde então soube me compreender e animar na realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa – FAPESP, pelo financiamento para a realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE QUADROS	16
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 Bem-estar animal	20
2.2 Avaliações do bem-estar	21
2.3 Comportamento das aves poedeiras.....	24
2.4 Sistema de criação em gaiolas versus sistemas alternativos.....	26
2.5 Fatores do ambiente e a produção de ovos	29
2.5.1 Luz	29
2.5.2 Fatores termodinâmicos	30
2.6 Produção e qualidade de ovos	31
2.7 Aparência física das aves: condições do empenamento.....	32
2.8 Zootecnia de precisão: ferramentas tecnológicas	33
2.8.1. Análise de comportamentos por meio de imagens de vídeo	34
2.8.2 Lógica <i>Fuzzy</i>	35
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Tratamentos	39
3.1.1 Caracterização do sistema de criação em gaiolas convencionais.....	40
3.1.2 Caracterização do sistema de criação em cama.....	40
3.2 Delineamento experimental.....	41
3.3 Ração experimental	42
3.4 Variáveis e parâmetros avaliados	42
3.4.1 Análise bioclimática.....	43
3.4.2 Análises fisiológicas	44
3.4.3 Análises do desempenho zootécnico	44

3.4.3.1 Consumo médio de ração	45
3.4.3.2 Conversão alimentar	45
3.4.3.3 Peso corporal	45
3.4.3.4 Produção média de ovos.....	45
3.4.3.5 Porcentagem de perda de ovos	45
3.4.4 Análise da qualidade dos ovos.....	46
3.4.4.1 Peso dos ovos.....	47
3.4.4.2 Gravidade específica.....	48
3.4.4.3 Unidades Haugh.....	49
3.4.4.4 Espessura da casca	50
3.4.5 Análises do comportamento.....	51
3.4.6 Análise das condições de empenamento.....	53
3.4.7 Aplicação da lógica Fuzzy na caracterização dos parâmetros avaliados.....	53
3.4.7.1 Caracterização das zonas de conforto térmico	54
3.4.7.2 Caracterização de parâmetros “quantitativos” dos ovos.....	55
3.4.7.3 Caracterização dos comportamentos por meio da lógica Fuzzy	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1 Análise bioclimática.....	60
4.2 Análises fisiológicas	65
4.2.1 Temperatura retal e frequência respiratória	65
4.3 Análise do desempenho zootécnico.....	67
4.3.1 Características de desempenho produtivo.....	67
4.3.1.1 Consumo de ração e Conversão alimentar	67
4.3.1.2 Peso corporal	71
4.3.1.3 Produção de ovos	74
4.4 Análise da qualidade dos ovos.....	82
4.4.1. Peso do ovo e Unidade Haugh.....	82
4.4.2 Espessura da casca e Gravidade específica.....	85
4.4.3 Locais de postura, porcentagem de trincas e quebras.....	87
4.5 Avaliação do comportamento.....	90
4.5.1 Porcentagem de tempo sentada	96

4.5.2 Porcentagem de tempo comendo	96
4.5.3 Porcentagem de tempo bebendo	97
4.5.4 Porcentagem de tempo explorando penas.....	97
4.5.5 Porcentagem de tempo em bicagens	98
4.5.6 Porcentagem de tempo forrageando.....	98
4.5.7 Porcentagem de tempo em banho de “areia”	99
4.5.8 Porcentagem de tempo empoleirando	99
4.5.9 Porcentagem de tempo usando o ninho ou em postura.....	100
4.5.10 Porcentagem de tempo em outras atividades	100
4.5.11 Movimentos de conforto	103
4.5.12 Necessidades comportamentais	104
4.6 Análise das condições de empenamento.....	106
4.7 Aplicação lógica <i>Fuzzy</i> na caracterização dos parâmetros avaliados.....	107
4.7.1 Caracterização das zonas de conforto térmico	108
4.7.2 Caracterização de parâmetros “quantitativos” dos ovos	110
4.7.3 Caracterização dos comportamentos	113
5 CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS.....	118

RESUMO

Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o bem-estar de aves poedeiras em dois diferentes sistemas de criação (gaiola e cama) e a qualidade desses sistemas em relação aos aspectos comportamentais, fisiológicos e produtivos utilizando ferramentas da zootecnia de precisão. O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) em Piracicaba, SP. A pesquisa constou de cinco períodos experimentais de 28 dias cada. Foram utilizadas 64 poedeiras da linhagem Isabrown e 64 poedeiras da linhagem Hy-Line W-36 com 19 e 21 semanas de idade respectivamente. O regime de luz adotado foi de 16 horas claro e 8 horas de escuro. Foram estabelecidos 2 tratamentos, sendo Tratamento 1: criação em gaiolas convencionais; Tratamento 2: sistema de criação em cama. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (2 linhagens e 2 sistemas de criação) com 4 repetições cada. A pesquisa abordou diferentes parâmetros: análise bioclimática; análise fisiológica; análise do desempenho zootécnico; análise da qualidade dos ovos; análise dos comportamentos; análise das condições de empenamento e aplicação da lógica *Fuzzy* na avaliação dos dados. A avaliação térmica foi realizada mediante a análise dos dados de temperatura do ar seco, da temperatura de globo negro e da umidade relativa, utilizando os índices de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Entalpia Específica (H) (KJ/kg ar seco). A análise das condições meteorológicas mostrou que a maior parte dos períodos experimentais ocorreu em condições de conforto térmico para as aves. A avaliação do comportamento permitiu identificar atividades de preferência e atividades indicativas de estresse, possibilitando a determinação das necessidades ambientais importantes ao bem-estar das aves. A avaliação comportamental por meio de imagens de vídeo permitiu uma análise mais apurada, fornecendo um banco de dados mais confiável do que a observação direta. O sistema de criação em cama, quando devidamente projetado, pode ser compatível ao sistema de criação em gaiolas no que diz respeito ao desempenho zootécnico e à qualidade de ovos produzidos; além disso, mostrou estimular a realização dos comportamentos naturais das aves e dessa forma, maior adequação às exigências de bem-estar. Porém, a melhor condição de bem-estar do sistema de criação em cama não apresentou melhor resultado no desempenho produtivo. A aplicação da lógica *Fuzzy* na obtenção de parâmetros indicativos das condições de bem-estar das aves nos diferentes sistemas de criação forneceu um modelo de fácil interpretação, permitindo a integração dos parâmetros avaliados, tornando-se uma ferramenta importante na interpretação das condições de bem-estar das aves.

Palavras-chave: Bem-estar animal; Aves poedeiras; Sistemas de criação; Zootecnia de precisão

ABSTRACT**ABSTRACT****Use of precision animal production on bioclimatic welfare evaluations of laying hens in different rearing systems**

The objective of this study was to evaluate the welfare of laying hens in two different rearing systems (cages and floor) and the quality of these systems concerning with the behavioural, physiological and productive aspects, using tools of precision animal production. The trial was conducted for five experimental periods of 28 days each. Sixty four pullets of the laying strain Isabrown and 64 pullets of the laying strain Hy-Line W-36, with ages of 19 and 21 weeks, respectively, were used. The treatments consisted of a combination of two rearing systems (conventional cages system and floor system with litter) and the two layer strains in a completely randomized design, with a 2x2 factorial arrangement, and four replicates. Different evaluation parameters were studied including bioclimatical; physiological; productive performance; behavioural; egg quality; feathering conditions and application of Fuzzy logic in data evaluations. The thermal evaluation was carried by analysis of dry air and black globe temperature and relative humidity, using the indices Temperature of Globe and Humidity (ITGU) and Enthalpy (H) (KJ/kg dry air). The analysis of the meteorological conditions showed that most of the experimental periods occurred in conditions of thermal comfort for the birds. The evaluation of the bird's behaviour allowed identifying preference activities and those indicative of stress, making possible the determination of bird's environmental necessities, important to their welfare. The behavioral evaluation through video images allowed more refined analysis, supplying a more trustful data base than direct observations. The floor system, when properly projected, can be comparable to the cage system with respect to the productive performance and the egg quality; moreover, it was shown to stimulate the accomplishment of natural behaviours, thus providing greater adequacy to the welfare requirements. However, the improved welfare conditions resulting of the floor system did not produce better results in the productive performance. The application of Fuzzy logic in the attainment of indicative parameters of the conditions of laying hens welfare in different rearing systems supplied an easy model, allowing the integration of the evaluated parameters, becoming an important tool in the interpretation of welfare conditions.

Keywords: Animal welfare; Laying hens; Rearing systems; Precision animal production

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de uma função de pertinência triangular (μ_A)	37
Figura 2 – Vista externa (a) e interna (b) do aviário experimental.....	39
Figura 3 – Sistemas de criação em gaiola (a) e em cama (b)	40
Figura 4 – Croqui do delineamento experimental com layout dos tratamentos	41
Figura 5 – Mini datalogger com globo negro e globo negro analógico	43
Figura 6 – Processo de ovoscopia para avaliação externa do ovo.	46
Figura 7 – Divisões imaginárias da superfície da casca do ovo para análise visual	47
Figura 8 – Avaliação da gravidade específica dos ovos.....	48
Figura 9 – Avaliação da altura do albúmen	50
Figura 10 – Avaliação da espessura da casca.....	50
Figura 11 – Câmera instalada acima das parcelas experimentais (a) e tela com imagens capturadas (b).....	51
Figura 12 – Médias diárias de temperaturas mínimas, médias e máximas do ar para os períodos analisados.....	60
Figura 13 – Faixas limites de temperatura crítica inferior (TCI) e superior (TCS) para as linhagens e as médias de temperatura do ar no interior do aviário.....	61
Figura 14 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar dos períodos analisados.....	62
Figura 15 – Faixas limites de Entalpias críticas inferior (HCI) e superior (HCS) para as linhagens e as entalpias médias observadas no interior do aviário	63
Figura 16 – Valores de ITGU observados no interior do aviário.....	64
Figura 17 – Frequência respiratória (mov./min) das aves Hy-Line W-36 e Isabrown	66
Figura 18 – Consumo médio de ração para as linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown ao longo dos períodos experimentais	67
Figura 19 – Conversão alimentar das aves Hy-Line W-36 ao longo dos períodos experimentais.....	70
Figura 20 – Conversão alimentar das aves Isabrown ao longo dos períodos experimentais.....	70

Figura 21 – Peso vivo médio das aves Hy-Line W-36 alojadas em gaiolas e em cama e os ganhos de peso em cada período experimental.	72
Figura 22 – Peso vivo médio das aves Isabrown alojadas em gaiolas e em cama e os ganhos de peso em cada período experimental	73
Figura 23 – Porcentagem de postura da linhagem Hy-Line W-36 no primeiro período experimental	76
Figura 24 – Produção de ovos da linhagem Isabrown no primeiro período experimental	77
Figura 25 – Porcentagens de postura para as aves Hy-Line W-36 ao longo dos períodos experimentais.....	77
Figura 26 – Porcentagens de postura para as aves Isabrown ao longo dos períodos experimentais.....	78
Figura 27 – Porcentagem de postura das aves Hy-Line W-36 e a entalpia média observada no período	79
Figura 28 – Porcentagem de postura das aves Isabrown e a entalpia média observada no período.....	79
Figura 29 – Porcentagens de postura observada para as aves Hy-Line W-36 e o padrão esperado para a linhagem	81
Figura 30 – Porcentagens de postura observada para as aves Isabrown e o padrão esperado para a linhagem	82
Figura 31 – Espessura da casca dos ovos das aves Hy-Line W-36 e Isabrown	86
Figura 32 – Imagem capturada pelas câmeras do sistema de criação em gaiolas	91
Figura 33 – Imagem capturada pelas câmeras do sistema de criação em cama.....	91
Figura 34 – Valores de temperatura média e os limites críticos inferior e superior para as linhagens estudadas	92
Figura 35 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos em comum para gaiola e cama realizados pelas aves Hy-Line W-36 no período total do dia	94
Figura 36 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos em comum para gaiola e cama realizados pelas aves Isabrown no período total do dia	95

Figura 37 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos realizados pelas aves Hy-Line W-36 e Isabrown e no período total do dia no sistema de criação em cama.....	95
Figura 38 – Detalhamento dos comportamentos que compunham as observações em “Outras atividades” para aves em gaiola e em cama.....	102
Figura 39 – Número de movimentos de conforto observados para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama.	103
Figura 40 – Condições de empenamento e escores corporais aplicados	107
Figura 41 – Resultado do perfil de conforto associado à temperatura e umidade relativa do ar.....	108
Figura 42 – Distribuições dos intervalos do índice de conforto ao longo dos períodos experimentais.....	109
Figura 43 – Porcentagem de ocorrência de cada índice Fuzzy nos períodos experimentais estudados.	110
Figura 44 – Resultado do índice quantiquantitativo gerado para a linhagem Hy-Line W-36	111
Figura 45 – Resultado do índice "quantiquantitativo" gerado para a linhagem Isabrown	111
Figura 46 – Gráfico de superfície com o índice "condições de bem-estar".	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição da ração utilizada durante todo período experimental	42
Tabela 2 – Classificação das variáveis meteorológicas em função da temperatura de bulbo seco T (°C) e da umidade relativa do ar UR (%).	55
Tabela 3 – Classificações das variáveis “quantitativas” dos ovos	56
Tabela 4 – Classificação dos comportamentos e respectivos valores padrão para os percentuais médios para o tempo de realização.....	57
Tabela 5 – Classificações das variáveis de comportamentos.	59
Tabela 6 – Temperatura retal das aves Hy-Line W-36 e Isabrown nos sistemas de criação em gaiolas e em cama.	65
Tabela 7 – Conversão Alimentar (Kg ração/Dz. Ovo) em cada período experimental	69
Tabela 8 – Conversão Alimentar (kg ração/Dz. Ovo) no período experimental total.....	71
Tabela 9 – Ganho de peso em cada período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown alojadas em gaiola e em cama.....	71
Tabela 10 – Produção de ovos (%/ave/dia) no período experimental total	74
Tabela 11 – Produção de ovos (%/ave/dia) em cada período experimental	75
Tabela 12 – Peso do ovo e Unidade Haugh em cada período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown alojadas em gaiola e em cama	82
Tabela 13 – Peso dos ovos em todo período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama	83
Tabela 14 – Espessura da casca e Gravidade específica em cada período experimental	86
Tabela 15 – Porcentagem de ovos trincados e quebrados nos dois sistemas de criação durante o período experimental	88
Tabela 16 – Porcentagem de ovos pouco sujos e sujos classificados de acordo com o Egg-Grading Manual (2000)	89
Tabela 17 – Porcentagem média de tempo dispensado em cada comportamento analisado para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown.....	93
Tabela 18 – Médias diárias das porcentagens de tempo da realização dos comportamentos das aves Hy-Line W-36 e Isabrown.....	94

Tabela 19 – Escores atribuídos para as regiões analisadas do corpo das aves	106
Tabela 20 – Valores do Índice "quantitativo" <i>Fuzzy</i> obtidos pelos diferentes tratamentos para o no período analisado	112
Tabela 21 – Valores do Índice <i>Fuzzy</i> "condições de bem-estar" obtidos pelos diferentes tratamentos para o no período analisado	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação dos sistemas de criação em gaiola e em aviário com cama ...	27
Quadro 2 – Sistemas de criação de aves poedeiras distinguidas pela Diretiva 1999/74/EU	28
Quadro 3 – Classificação comercial dos ovos em função da Unidade Haugh	49
Quadro 4 – Etograma elaborado para a análise de comportamento.....	52
Quadro 5 – Escores de avaliação do empenamento para cada região avaliada	53
Quadro 6 – Classificações dos intervalos de comportamentos que visam as necessidades essenciais à vida e ao conforto	58
Quadro 7 – Idades das aves e os respectivos períodos experimentais	60
Quadro 8 – Distribuição dos comportamentos de acordo com as necessidades	104

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos ocorridos a partir da Segunda Guerra Mundial fizeram com que a produção avícola em países desenvolvidos se tornasse mais intensificada: o tamanho da propriedade, a produtividade das aves e a densidade de criação aumentaram expressivamente. Ao se tratar da avicultura de postura, esta intensificação foi possível principalmente devido à introdução em larga-escala do sistema de criação em bateria de gaiolas, as quais resultaram na mecanização da distribuição de alimento e água, da coleta de ovos e do manejo de dejetos. A mecanização melhorou a higiene, a nutrição e os padrões de saúde. Ainda, contribuiu significativamente para melhorar a oferta de ovos e a segurança dos alimentos. Porém, as características próprias do sistema de criação em gaiolas contribuíram também para o crescimento de um senso crítico a respeito dos impactos da produção intensiva sobre o ambiente, o homem e esses animais. Assim, o sistema de criação em gaiolas tornou-se uma das maiores polêmicas em assuntos a respeito do bem-estar animal. O reduzido espaço oferecido e a ausência de caracteres de enriquecimento ambiental impossibilitam ou limitam o repertório de atividades consideradas importantes para o animal, sendo este um dos focos principais das discussões sobre o bem-estar das aves poedeiras.

A convicção dos consumidores de que os animais utilizados para a produção de alimentos devem ser bem tratados é cada vez maior. As campanhas movidas pela comunicação social e a pressão de um número crescente de ONG (organização não governamental) sensibilizaram a opinião pública de muitos países para esta questão (principalmente nos países desenvolvidos), o que originou progressos legislativos consideráveis. Estas tendências são particularmente marcadas na União Européia, onde a Directiva 1999/74/CE estabelece normas mínimas de proteção das aves poedeiras. De acordo com essa norma, as gaiolas para poedeiras serão permitidas somente até o ano de 2012. Da mesma forma, um regulamento do Conselho de Dezembro de 2000 introduziu um sistema obrigatório de rotulagem dos ovos baseado nessas normas, também aplicável aos ovos importados.

Contudo, este processo implicou um aumento dos custos para os produtores. É evidente que qualquer requisito que exija investimentos e mudanças dos sistemas de criação tem impacto nos custos de produção. Não é, todavia, fácil quantificar, em termos

gerais, tal impacto. No caso da produção de ovos, o aumento dos custos de produção deverá ser muito mais significativo. Acredita-se, porém, que os custos inerentes a mais elevados padrões de bem-estar devem ser recuperados, pelo menos parcialmente, graças à importância conferida pelos consumidores a esses padrões elevados.

Dada a situação nos países em desenvolvimento, é de se prever um aumento substancial da produção animal nas próximas décadas, o que exigirá formas de exploração animal muito mais intensivas. Preocupações não somente com a utilização dos recursos naturais, mas também com as questões de bem-estar dos animais relacionadas com a produção intensiva, assumirão um papel cada vez mais importante no contexto da produção mundial. À medida que a globalização avança, será necessário ir mais longe para que estas preocupações de caráter não comercial sejam reconhecidas.

Vários estudos destinados a conceber metodologias para a medição científica do bem-estar dos animais estão sendo realizados, motivados por razões de ordem ética ou pelo reconhecimento dos custos mais elevados que essas mudanças implicam para produtores e consumidores.

As avaliações de parâmetros produtivos, da qualidade dos ovos e de parâmetros fisiológicos são medidas que vêm sendo adotadas nos sistemas de criação e seus efeitos para o animal. Porém, acredita-se que a interpretação das respostas comportamentais das aves ao ambiente de criação possa prever melhor a forma como estas são afetadas pelo meio em que vivem. O emprego de ferramentas estratégicas na obtenção e interpretação das medições realizadas pode fornecer informações mais completas para uma melhor definição das condições de conforto e bem-estar ou estresse das aves poedeiras.

Baseando-se nas novas tendências e exigências de mercados consumidores e com auxílio de ferramentas da zootecnia de precisão, este trabalho teve como objetivo avaliar o bem-estar de aves poedeiras em dois diferentes sistemas de criação (cama e gaiola) e a qualidade desses sistemas no que diz respeito aos aspectos comportamentais, fisiológicos e de produtivos.

Como objetivos específicos têm-se:

- avaliar as inter-relações entre os comportamentos dos animais e o ambiente, bem como sistema de produção e desempenho produtivo com a qualidade dos ovos.
- avaliar o comportamento de aves poedeiras no sistema de cama e gaiolas, através da utilização de monitoramento visual eletrônico.
- desenvolver modelos matemáticos baseados na lógica Fuzzy na obtenção de parâmetros indicativos das condições de bem-estar das aves nos diferentes sistemas de criação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bem-estar animal

Um dos assuntos mais discutidos em produção animal atualmente é o bem-estar. Porém, o próprio conceito de bem-estar está ainda em formulação, o que faz com que a tarefa de assegurar o bem-estar dos animais seja considerada complicada. Assim, a FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1997) propôs as chamadas “cinco liberdades”, para serem utilizadas como base para que se possa assegurar o bem-estar dos animais. De acordo com a proposta, os sistemas de produção devem prover os animais de liberdade contra medo e estresse, liberdade contra dor, ferimentos e doença, liberdade contra fome e sede, liberdade contra desconforto e liberdade para expressar seus comportamentos normais.

Segundo Hurnik (1995), o termo bem-estar é amplamente entendido como um estado de condição satisfatória de um indivíduo. Considera-se que os requisitos mais importantes para o bem-estar são a saúde, o fornecimento de recursos adequados que permitem o funcionamento biológico completo do organismo e, sobretudo, a satisfação física e fisiológica do indivíduo em seu ambiente. Dessa forma, o oposto ao bem-estar seria a não satisfação desses requisitos, em função da presença de doenças, da restrição do funcionamento biológico e dos efeitos adversos do ambiente que cerca o animal, caracterizando um estado de sofrimento.

Dessa forma, o termo estresse é comumente utilizado para indicar uma condição que é adversa para o bem-estar do animal. De acordo com Hafez (1973) o estresse pode ser climático, nutricional, social ou devido a desordens fisiológicas, patógenos e toxinas. Assim, o animal sob essas condições, é considerado como anormal e a condição em que ele se encontra, indesejável.

A maioria das definições de bem-estar destaca a necessidade da harmonia entre o indivíduo e o ambiente. De acordo com Hurnik (1995), o ambiente de um animal consiste em numerosos componentes ou fatores que podem ser geralmente definidos por estímulos. As reações comportamentais à presença ou ausência de estímulos podem servir como indicadores imediatos dos estados fisiológicos dos animais e da qualidade de seu ambiente.

Determinar qual sistema de produção provê melhor qualidade de vida não é uma questão simples. Cada sistema de criação pode satisfazer alguns requisitos relacionados ao bem-estar que outro pode não oferecer. Para Hurnik (1995), um bom princípio seria oferecer condições para uma vida saudável, sendo essas condições consideradas como necessidades.

De acordo com Hurnik (1995), as necessidades dos animais podem ser divididas em 3 categorias:

- 1) necessidades essenciais ou para sustento da vida, que, quando não satisfeitas, levam à morte rápida ou imediata do organismo.
- 2) necessidades essenciais para sustento da saúde que, quando não satisfeitas, levam o animal ao adoecimento, deterioração progressiva e à eventual morte.
- 3) necessidades essenciais para o conforto, as quais, tampouco satisfeitas, resultam na ocorrência de estereotípias e outros desvios comportamentais freqüentemente inapropriados ou desnecessários, chamados de comportamentos não funcionais. Quando as necessidades de conforto são frustradas, o bem-estar do animal pode ser adversamente afetado ou pela incapacidade de realizar as atividades que são necessárias ao bem-estar ou por causa da realização de comportamentos que levam à injúria própria ou de outros.

Baseando-se nesta categorização, pode-se assumir que a satisfação desta terceira categoria, enquanto importante, é menos crítica do que as necessidades determinadas na 1ª e 2ª categorias. Contudo, o julgamento do peso de cada categoria também apresenta sua dificuldade.

A persistência na falha em satisfazer uma necessidade de conforto pode ter conseqüências piores para um indivíduo do que uma falha temporária no atendimento da necessidade de sustentação da saúde. Assim, para alcançar e manter padrões elevados de bem-estar, é necessário o atendimento das três categorias de necessidades (Hurnik, 1995).

2.2 Avaliações do bem-estar

Dada a complexidade de fatores envolvidos no atendimento das necessidades dos animais, torna-se importante reconhecer que as avaliações do bem-estar devem

envolver uma série de fatores. Assim, o relatório do Comitê Científico Veterinário para Saúde e Bem-estar Animal (2001) determinou a utilização de quatro abordagens diferentes que, combinadas, podem melhor determinar o bem-estar animal:

Produtividade: o conceito consiste em que, se o animal cresce bem, se reproduz, produz em quantidades ótimas, o seu bem-estar é aceitável. Porém, esta é uma maneira considerada insensível para medir o bem-estar, sendo encarada como um critério demasiadamente estreito.

Saúde e doença: O bem-estar de um animal fica comprometido se ele estiver doente. Isto pode estar relacionado com o tipo de sistema de produção. A aparência externa e as condições do empenamento das aves têm um impacto considerável na interpretação de sua saúde e bem-estar, principalmente quando o interesse é avaliação dos sistemas de criação. Dessa forma, os métodos de avaliações do escore têm sido freqüentemente utilizados como forma de avaliar os efeitos dos manejos direcionados às aves, tais como: as condições do alojamento, composição da dieta, genótipo, debicagens, programas de luz, etc. Além da condição das plumagens, as condições dos pés e pele também são avaliadas.

Fisiologia: A fisiologia descreve o funcionamento do organismo do animal. Embora o corpo normalmente tente manter um estado de equilíbrio (homeostase), ele possui mecanismos que permitem a quebra deste equilíbrio como resposta a estímulos variados. Fatores de estresse como o clima, mudança de ambiente, ruído, elevada densidade de animais etc., levam à liberação de hormônios que podem identificar o nível de estresse do animal. Quando sob condições de estresse, as aves podem responder com alterações fisiológicas e estas, relacionadas às mudanças no eixo do estresse. Os resultados são: elevada taxa cardíaca, aumento no corticosterona plasmático e níveis de catecolaminas, hipertrofia e atrofia da adrenal, imunossupressão, mudanças nos hormônios reprodutivos e do crescimento e mudanças neuroquímicas (FREEMAN, 1988).

A medida de hormônios indicativos do stress, como é o caso dos corticosteróides, tem sido amplamente utilizada em avaliações de bem-estar (CRAIG; CRAIG, 1985; ONBASILAR; AKSOY, 2005), porém, de acordo com

Dawkins (2003), há vários problemas de interpretação dos experimentos com essas medidas. O problema reside no fato de que muitos indicadores fisiológicos do bem-estar utilizados são, na verdade, mais indicativos de atividade ou excitação do que realmente das condições de bem-estar do animal, variando naturalmente em função do horário do dia, da temperatura e das condições de alojamento. Há, ainda, a inconveniência de alguns métodos, por serem invasivos ou causarem perturbação ao animal no ato de adquirir tais medidas, contrariarem os objetivos das análises de bem-estar.

Comportamento: Estudos indicam que a observação do comportamento do animal pode fornecer respostas mais confiáveis quanto ao seu bem-estar, uma vez que o comportamento está intimamente relacionado ao meio em que o indivíduo vive. Segundo Wechsler et al. (1997), o conhecimento da organização comportamental do animal deve ser incorporado ao do sistema de produção, utilizando-se a etologia aplicada como contribuidora para identificar e resolver problemas de bem-estar. De acordo com Becker (2002), na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais.

Segundo Broom (1988), o comportamento do animal é mudado em resposta às dificuldades ambientais enfrentadas, sendo este um componente das respostas regulatórias e emergenciais. Algumas medidas de respostas comportamentais às dificuldades são as ações que auxiliam o animal a enfrentar o problema, enquanto outras são patologias do comportamento que podem não ter efeito benéfico. Porém, um comportamento anormal é aquele que difere do padrão, da frequência ou do contexto do que é mostrado pelos demais membros da espécie em condições naturais. Mesmo podendo ajudar um animal a enfrentar um problema, ainda assim, o comportamento anormal é um indicador de bem-estar “pobre”. Além disso, alguns comportamentos são considerados importantes para o bem-estar, e a falta de oportunidade de exercê-los pode levar o animal à frustração.

Alguns parâmetros de avaliação do bem-estar fornecem apenas evidências de que este se encontra comprometido. Assim, para a determinação das condições de bem-estar, tornam-se necessárias a avaliação e a interpretação de um conjunto de

fatores que possam ser analisados concomitantemente. De acordo com Broom (1988), apesar de uma medida poder indicar que um indivíduo está tendo severas dificuldades em relação a seu ambiente, para uma adequada avaliação do sistema de criação é essencial que uma variedade de indicadores de bem-estar seja usada, uma vez que os indivíduos variam na forma como se relacionam com o ambiente. Simples medidas de comportamento podem dar informações válidas sobre o bem-estar dos animais, mas a combinação de medidas de comportamento, fisiológicas, injúrias, doenças e do desenvolvimento do animal podem permitir uma avaliação mais completa.

2.3 Comportamento das aves poedeiras

Todos os animais possuem o instinto de realizar os comportamentos que são importantes para sua espécie. No caso das aves poedeiras, esses comportamentos incluem ciscar e bicar no chão no ato do forrageamento, realizar postura no ninho, tomar banho de “areia”, empoleirar e executar outros comportamentos considerados de conforto, tais como esticar e bater asas, ruflar penas, etc. De acordo com Hurnik (1995), apesar de todo trabalho genético empregado na busca de animais mais adaptáveis ao confinamento, as necessidades comportamentais das aves domésticas não foram alteradas e estas ainda apresentam os atributos de seu ancestral, o Red Jungle Fowl. A confirmação deste fato vem sendo buscada por diversas pesquisas (BURBIER, 1996; HUGHES; DUNCAN, 1988; JENSEN et al., 2005; OLSSON et al., 2002 a,b; OLSSON; KEELING, 2005).

Alguns estudos indicam que dada a oportunidade à espécie por meio da oferta de espaço e enriquecimento do ambiente, as aves ampliam seus repertórios de atividades, utilizando com frequência os recursos oferecidos e realizando os comportamentos esperados pela espécie. Burbier (1996) mostrou que os atos de investigar e ciscar no piso são prioridades comportamentais e que podem ser definidas como uma necessidade para as aves.

Alves et al. (2004) realizaram estudo em câmara climática para comparar os comportamentos das aves poedeiras nos sistemas de criação em cama e em gaiola e concluíram que, mesmo estando em ambiente com espaço restrito (gaiolas), as aves

tendem a apresentar os mesmos comportamentos naturais das aves em cama, o que evidencia a importância desses comportamentos para esses animais.

É importante o conhecimento dos comportamentos de um animal para que se possa detectar a eficiência ou a falha na oferta de um ambiente confortável que atenda suas necessidades. Da mesma forma que o conhecimento dos comportamentos naturais à espécie, a interpretação daqueles que indicam alguma anomalia também é útil. De acordo com Hurnik (1995), os sintomas comportamentais das aves sujeitas a um ambiente inapropriado podem mudar, dependendo do local em que estas estão alojadas. A maioria dos sintomas inclui a competitividade pelos recursos, a excitabilidade temporária, seguida por reduzida atividade motora e aumento do tempo dispensado em posturas que preservam a energia, reduzindo a performance produtiva, enfraquecimento progressivo do organismo, comportamentos lentos e, eventualmente, morte. Os indicadores comportamentais das falhas na oferta de um ambiente que satisfaça as necessidades de conforto começam com a procura de um estímulo que o promova, seguido de um baixo nível de tolerância social, aumento na incidência de agressão, elevada ocorrência de redirecionamento de atividades, estereotípias ou atividades em vão.

As estereotípias são definidas por Mason (1991) como uma seqüência relativamente invariável e repetida de movimentos sem objetivos ou função. Em aves poedeiras, referem-se às movimentações excessivas de um lado ao outro nas gaiolas, a exploração exagerada das penas e os movimentos com a cabeça para fora das gaiolas (TANAKA; HURNIK, 1992).

Considerando que uma das “cinco liberdades” que devem ser asseguradas aos animais é a liberdade de realizar seus comportamentos naturais (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1997), o ambiente de criação deve oferecer espaço suficiente para a execução dessas atividades, possuir ninho para a realização da postura, substrato para o banho, ciscar e forragear. Em função disso, o sistema de criação em gaiolas vem sendo alvo de críticas em vários movimentos de defesa do animal e tem sido banido em alguns países (Suécia e Suíça) e até 2012, será proibida na maioria dos países europeus, pela Diretiva 1999/74 da União Europeia (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1999).

2.4 Sistema de criação em gaiolas versus sistemas alternativos

As gaiolas foram originalmente introduzidas para alojamento de cada ave separadamente a fim de permitir o registro individual da produção de ovos e o descarte das aves improdutivas. Posteriormente, várias aves foram alojadas por gaiola, sendo esta forma a mais comum de alojamento de poedeiras (APPLEBY et al., 1992). Atualmente, as gaiolas são arranjadas em fileiras de vários andares, constituindo o que se chama de “bateria de gaiolas”. De acordo com Hunton (1995) e Tauson (2005), com exceção de poucos países, onde já existe uma legislação que proíbe o uso de gaiolas, estas constituem o sistema predominante de criação de galinhas poedeiras.

A criação de poedeiras em gaiolas permitiu maior controle sobre a produção, manejo e a sanidade das aves, bem como o controle da distribuição de alimento, aplicação de medicamentos e vacinas, etc. Tal condição resultou em vantagens econômicas devido à redução da necessidade de mão-de-obra, à diminuição de desperdícios e gastos com ração. Além disso, somam-se as vantagens no manejo, devido à automação da alimentação e da remoção do esterco, sendo este último importante por reduzir os problemas com a produção de amônia no ambiente. O uso de gaiolas também permitiu maior controle sobre o local de postura e sobre a higiene, uma vez que neste sistema os ovos rolam para fora das gaiolas após a postura, o que evita seu contato com as aves e suas fezes. Da mesma forma, o piso das gaiolas em arame proporciona um ambiente mais limpo, ao separar as aves de suas fezes, facilitando assim, o controle de parasitas internos e doenças, já que o ciclo de vida dos parasitas e das bactérias não se completa (HUNTON, 1995). Problemas sociais relacionados com grupos de tamanho grande, tais como surtos de canibalismo, também foram reduzidos.

O espaço disponível por poedeira nas gaiolas varia em diferentes países. Nos Estados Unidos e países asiáticos a área oferecida é de no máximo 400 cm²/ave, enquanto na Noruega é de 700cm²/ave. No Brasil, preconiza-se a área de aproximadamente 350 a 450 cm² por ave podendo ser encontradas granjas que empregam densidades maiores. As recomendações da União Européia (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1999) para o ano de 2005 foram que as aves dispusessem de pelo menos 550 cm² nas gaiolas não melhoradas (convencionais).

Porém o sistema de criação em gaiolas, quando comparado a um sistema alternativo como o de aviário com cama, por exemplo, apresenta também uma série de desvantagens, configurando como pontos negativos deste sistema (Quadro 1).

Parâmetros	Gaiola	Cama
Qualidade do ar	-	-
Qualidade da água	+	+
Qualidade da dieta	+	+
Controle térmico	+	+
Detecção de problemas de saúde	+	-
Administração de medicamentos	+	-
Controle de parasitas	+	-
Facilidade de desinfecção	+	-
Contato com excretas	+	-
Espaço para exercícios	-	+
Complexidade ambiental	-	+
Oportunidades para ciscar e tomar banho no substrato	-	+
Acesso a ninho e poleiro	-	+
Oportunidade de interação social	-	+
Oportunidade para escapar/evitar perigos	-	+
Probabilidade de canibalismo	-	+
Emprego de debicagem	-	-

Adaptado de Hurnik (1995)

Quadro 1 – Comparação entre sistemas de criação em gaiola e em aviário com cama

Além das características próprias do sistema de criação em gaiolas, as práticas empregadas: elevada densidade, a muda forçada e a debicagem são questionadas. Além disso, o microclima dessas instalações muitas vezes é afetado, contribuindo para problemas como o estresse térmico. Tais situações, isoladamente ou em conjunto, podem levar a um declínio no bem-estar.

Em discussões sobre o bem-estar animal em sistemas intensivos, uma das mais freqüentes considerações é a restrição do comportamento. Este é o grande alvo das críticas às baterias de gaiolas convencionais, pois estas se contrapõem a uma das cinco liberdades defendidas pela FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL) chamada de “liberdade para exercer seus padrões normais de comportamentos”. O comprometimento do bem-estar das aves em gaiolas pode ser devido à ausência de caracteres que simulem as condições do ambiente natural, tais como cama, ninhos,

poleiros, ou até mesmo espaço para se movimentarem livremente, exercendo suas atitudes comportamentais mais comuns.

Além da questão do espaço outros problemas são gerados pelas gaiolas em função de suas características. Se por um lado, o arame das gaiolas apresenta facilidade de higiene, por outro lado, gera maior desconforto para as aves, que podem apresentar problemas no empenamento, devido à abrasão de seu corpo contra o piso da mesma. Da mesma forma, são relacionados problemas nas patas e fragilidade óssea devido à pouca movimentação (TAUSON, 2005).

As alternativas ao sistema de criação em gaiolas podem ser os sistemas de criação em piso com cama e as gaiolas enriquecidas. Os sistemas de criação em piso podem possuir um ou mais andares ou plataformas, constituídos por ripas ou telas de arame e ou poleiros para o maior aproveitamento do espaço vertical do aviário. Há também aqueles que agregam uma área externa, oferecendo espaço livre para acesso ao pasto. Ambos devem se adequar às exigências das diretivas, que determinam a área mínima por animal, dentre outras exigências (Quadro 2).

Gaiolas convencionais	Mínimo de 550cm ² /ave. A partir de 01/2003 não poderão mais ser construídas ou colocadas em serviço pela primeira vez.
Gaiolas enriquecidas	Mínimo 750cm ² /ave. Serão proibidas a partir de 2012.
Sistemas sem gaiolas	Densidade máxima de 9 aves/m ² de área livre, ninho (1:7 aves) e poleiros.

Quadro 2 – Sistemas de criação de aves poedeiras distinguidas pela Diretiva 1999/74/EU

As gaiolas enriquecidas vêm sendo empregadas em alguns países (Suíça, Noruega, Alemanha e Grã-Bretanha) como forma de melhorar as condições de bem-estar das aves, sem abrir mão das vantagens do confinamento das gaiolas. Porém, seu uso nos países que adotam a Diretiva 1999/74 da União Européia foi limitado até o ano de 2012.

Os sistemas de criação alternativos às gaiolas oferecem benefícios às aves com respeito ao aumento do repertório de atividades e provisão de espaço e liberdade para a execução de comportamentos que são considerados de conforto e essenciais para as aves. Porém, estes sistemas requerem cuidados especiais de manejo. De acordo com Hauser e Fölsh (1993), do ponto de vista etológico e econômico, o sistema de criação em cama tem produzido bons resultados; porém os aspectos relacionados à saúde e

higiene têm sido alvo de críticas e especulações. Há maior dificuldade de controle, em grupos grandes de aves, das desordens parasitárias, do surgimento e propagação de canibalismo, do consumo alimentar, da perda de ovos e descarte das más poedeiras, além dos níveis de poeira e amônia que geralmente alcançam proporções maiores nestes sistemas de criação.

Para a determinação do melhor sistema de criação, torna-se necessária a avaliação simultânea dos sistemas de criação propostos, sob os aspectos econômicos, ecológicos e sociais, envolvendo a produtividade e o bem-estar do animal.

2.5 Fatores do ambiente e a produção de ovos

O ambiente ao redor do animal envolve fatores que irão afetar seu desenvolvimento, bem-estar e produtividade. Segundo Esmay (1982), os componentes ambientais de influência direta para o animal são classificados em **físicos**: como área por animal, luz, som, pressão e equipamentos; **sociais**: densidade populacional, comportamento animal e dominância e **térmicos**: como temperatura, umidade relativa, ventilação e radiação.

2.5.1 Luz

Um dos fatores que mais afetam a produção das aves é a quantidade de luz recebida desde a fase de cria até a fase produtiva, uma vez que seu ritmo biológico é mediado pela luz. Assim, a duração do dia é o principal fator que controla mudanças sazonais na fisiologia e no comportamento da ave. A luz tem um efeito decisivo sobre a maturidade sexual, produção, persistência e peso dos ovos. Segundo Lewis e Morris (2000), os padrões de energia luminosa que atingem a região hipotalâmica do cérebro controlam a secreção do hormônio receptor da gonadotrofina (GnRH) que estimula a pituitária a liberar o hormônio luteinizante (LH) e o hormônio folículo estimulante (FSH). O total e o momento de liberação da gonadotrofina influenciam a taxa de maturidade sexual e o ciclo ovulatório.

De acordo com Pyrzak et al. (1986), o avanço ou o atraso na maturidade sexual da poedeira é alcançado com um aumento ou decréscimo na quantidade de luz fornecida à ave. Assim, quanto mais cedo as aves são expostas a um fotoperíodo maior,

mais cedo irá atingir a idade do primeiro ovo, ou seja, a maturidade sexual. Em um dado fotoperíodo, a maior intensidade luminosa também avança a maturidade. Além disso, o comprimento de onda também influencia a maturidade sexual.

De acordo com Mazzuco et al. (1997), para a manutenção da atividade produtiva das aves, preconiza-se o fornecimento de 16 a 17 horas de luz e 10 a 20 lumens/m² na fase de produção.

2.5.2 Fatores termodinâmicos

No que diz respeito às características termodinâmicas do ar, a temperatura e a umidade relativa são fatores preponderantes por exercerem influência direta no desempenho e na produtividade animal.

Segundo Freeman (1988), a faixa de termoneutralidade, onde há conforto térmico, para aves poedeiras situa-se entre 21 e 28°C. Charles (1985) afirma que a temperatura ideal de um aviário para poedeiras é de 21°C.

Por serem animais homeotérmicos, as aves devem manter a temperatura corporal constante, e isso se dá por meio de processos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais. Quando a umidade relativa e a temperatura ambiente aumentam acima da zona de conforto térmico das aves, estas apresentam estresse por calor. À medida que estes dois parâmetros aumentam, a capacidade de as aves dissiparem calor é acentuadamente reduzida, tendo como conseqüência sua temperatura corporal aumentada. Este aumento na temperatura corporal vai exercer um impacto negativo sobre o desempenho, afetando, por exemplo, o consumo de alimento, a eficiência alimentar, a taxa de crescimento (MACARI et al., 1994) e a qualidade dos ovos produzidos.

De acordo com Meltzer (1987a), quando expostas a temperatura estressante, as aves sofrem uma rápida mudança nos níveis de metabolismo e em outros parâmetros fisiológicos, com conseqüências como variações na pressão sangüínea, atividade cardiovascular, e mudanças na temperatura retal, a qual está relacionada a mudanças na taxa respiratória da ave. Assim, durante o estresse térmico, as aves ativam os processos fisiológicos responsáveis pela dissipação e os de diminuição da produção de calor. O resfriamento evaporativo, através da evaporação de água pelo trato respiratório,

constitui um dos principais meios na tentativa de perda de calor. Contudo, a maior taxa de ventilação alveolar resulta em perda de dióxido de carbono e, conseqüentemente, em perturbações no equilíbrio ácido-básico (LINSLEY; BURGER, 1964 apud MACARI et al., 1994), devido ao decréscimo na $p\text{CO}_2$, o que leva a uma alcalose respiratória, desencadeando também um desequilíbrio eletrolítico e mineral, o que pode resultar em ovos de casca fina.

Alguns estudos indicam que os efeitos prejudiciais de temperaturas elevadas podem ser compensados pelos regimes de flutuações nas temperaturas, que permitem um período do dia de temperatura menos extrema. Porém, de acordo com Daniel e Balnave (1981), os benefícios das flutuações de temperatura são incertos. Segundo esses autores, a diminuição na produção de ovos de aves expostas a temperaturas extenuantes é devida à diminuição prévia no consumo de ração, que ocorre com aves sob estresse por calor.

2.6 Produção e qualidade de ovos

Além das características próprias do ambiente, o desempenho produtivo de uma ave pode ser influenciado por vários fatores, sendo estes de ordem genética, nutricional, ou dependente do manejo, da densidade e do tipo de alojamento.

De acordo com Euclides (1980), a taxa de postura pode ser influenciada também pelo nível de proteína e energia da dieta e pelo número de aves por gaiola. Da mesma forma, a qualidade dos ovos produzidos dependerá da genética da ave e alojamento empregado, bem como das práticas de manejo realizadas.

Segundo Alleoni e Antunes (2001), as medidas da qualidade dos ovos são realizadas para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, a dietas e aos fatores ambientais, aos quais as galinhas são submetidas, ou também para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento.

A qualidade externa do ovo é dada pelas condições da casca, envolvendo fatores como forma, cor, integridade e limpeza da mesma. As avaliações da qualidade da casca podem ser feitas diretamente, através de pesagem e medida de espessura ou indiretamente, através da determinação da gravidade específica. As avaliações das

características de limpeza e integridade são feitas visualmente, obedecendo-se a critérios determinados para estas análises (ESTADOS UNIDOS, 2000). Uma das características que mais comprometem a qualidade da casca é a sua espessura, e esta pode ser afetada por fatores como idade da poedeira, temperatura e umidade da instalação, nutrição, manejo, sanidade e ambiente (WASHBURN, 1982).

A qualidade interna dos ovos é avaliada de acordo com os aspectos da gema, dimensionamento da câmara de ar, presença de manchas de sangue ou carne e, fundamentalmente, pela consistência, altura e diâmetro do albúmen. De acordo com Alleoni e Antunes (2001) as alterações do albúmen são mais fáceis de serem avaliadas e também dão melhor idéia da qualidade interna dos ovos.

Para Van Den Brand (2004), as conseqüências dos sistemas de criação para a qualidade dos ovos ainda não são muito claras, e as informações muitas vezes ambíguas, o que torna necessária a realização de mais estudos com análise comparativa da qualidade interna dos ovos em diferentes sistemas de criação.

2.7 Aparência física das aves: condições do empenamento

De acordo com Freire et al. (1999), imagens de aves depenadas ou com o empenamento reduzido a poucas quilhas têm sido freqüentemente utilizadas em publicações a respeito do bem-estar de aves para demonstrar o sofrimento das aves poedeiras em gaiolas (por exemplo, as *home pages* das sociedades de proteção animal (<http://www.awionline.org>). Essas imagens são escolhidas para provocar a reação do público, uma vez que alguns estudos (APPLEBY et al., 1988) têm demonstrado que o empenamento é pior nas aves criadas em gaiolas.

Uma substancial proporção de perda de penas das aves em gaiolas é devida às bicagens de penas (Hughes¹, 1985 apud Freire et al., 1999) o que é doloroso para as aves. Além disso, a pele exposta é mais propensa a injúrias e abrasão, o que pode estimular o canibalismo entre as aves. Outro fator a considerar, é que o empenamento de má qualidade é também um problema econômico, porque as aves nestas condições aumentam o consumo de ração, devido a perdas de calor e mudanças no metabolismo.

¹ HUGHES, B. O. Feather loss as a problem: how does it occur? In: WEGNER, R.M. (Ed.). **Proceedings second european seminar on poultry welfare**. Celle: Worlds Poultry Science Association, 1985. p 177-188.

De acordo com Tauson et al. (2006), o aspecto do empenamento das aves tem considerável impacto na interpretação do bem-estar das aves poedeiras. Isto se aplica tanto para as pesquisas quanto para a avaliação dos diferentes sistemas de criação. Dessa forma, os métodos de avaliação de escore de empenamento têm sido freqüentemente utilizados com o objetivo de avaliar os efeitos dos tratamentos destinados às aves para o seu bem-estar, como por exemplo, as condições de alojamento, composição da dieta, genótipo, debicagem, programas de luz, etc.

Há algumas características cruciais que um método de avaliação de escore deve atender: deve ser simples de aplicar e não consumir muito tempo, bem como mostrar boa condição de repetibilidade (TAUSON et al., 2006).

2.8 Zootecnia de precisão: ferramentas tecnológicas

De acordo com Bandeira Filho (2003), entende-se por Zootecnia de Precisão a utilização de técnicas especiais e ferramentas que possibilitem manejos específicos em situações específicas que ocorrem no campo. O uso de tais técnicas e ou ferramentas é direcionado para tomada de decisão e ações mais precisas do que aquelas baseadas em “valores médios” ou “valores típicos”.

Segundo Nääs (2001), o termo Avicultura de Precisão é utilizado para determinar o emprego de sensores e atuadores para coletas de informações inerentes ao ambiente e a inferência em processos psicrométricos para a alteração das variáveis do ambiente de galpão. Além disso, a utilização de métodos avançados de controle e rastreamento em que geralmente são utilizados sistemas de automação, visando principalmente a reduzir ou evitar perdas localizadas.

A utilização de biosensores, equipamentos para medidas ambientais ligados a *dataloggers*, e mais atualmente as análises de imagens (XIN; SHAO, 2002) são alguns exemplos de ferramentas que vêm sendo utilizadas. De acordo com Bandeira Filho (2003), as principais aplicações dos dispositivos eletrônicos em uma instalação rural são as identificações de animais, as medidas do peso e da temperatura, controle de parâmetros ambientais úteis, tais como temperatura e umidade, além do registro de eventos como vacinação, cio, parto, etc.

Apesar do desenvolvimento da Zootecnia de Precisão estar atrelado à utilização de biosensores, outras técnicas e ferramentas que vêm sendo empregadas em produção animal devem ser consideradas, uma vez que estas têm facilitado a aquisição de dados para análises mais apuradas, contribuindo para o avanço e a velocidade das pesquisas. O uso da lógica *Fuzzy* no tratamento dos dados obtidos auxilia na tomada de decisão e determinação de estratégias apropriadas, devendo também ser incorporado ao conceito da zootecnia de precisão. Tais ferramentas podem ser úteis ao próprio produtor, dando suporte para o gerenciamento, implantação de estratégias e controle dos processos da produção animal.

2.8.1 Análise de comportamentos por meio de imagens de vídeo

A técnica de observação e análise do comportamento dos animais é um método não-invasivo de monitoramento das condições dos mesmos, que permite estudar como os animais interagem com outros e com o ambiente de criação, provendo informações sobre as preferências sociais e ambientais dos mesmos. Trata-se de uma técnica simples e de fácil execução, dando uma boa estimativa da proporção do tempo despendido pelas aves nas atividades mais comuns, o que pode ser reflexo da sua condição de conforto. Tais informações facilitam a realização de pesquisas bem como o desenvolvimento de sistemas de prevenção para bem-estar nas propriedades agropecuárias.

A análise de imagens de vídeo permite o monitoramento contínuo do comportamento dos animais, e também como a observação de um número maior do que seria possível por meio da observação direta, permitindo a verificação dos dados obtidos sempre que necessário.

Dusenberry (1985) descreveu as possibilidades de registro individual e simultâneo dos movimentos efetuados por 25 animais por meio do uso de uma câmera de vídeo e um microcomputador. Neste trabalho mostrou-se a possibilidade de obtenção de dados dos comportamentos dos animais por meio de um equipamento relativamente barato que proporcionou a coleta de imagens de um modo real-time, através do processamento de imagens.

No Brasil, a técnica de análise de imagens de vídeo para o estudo do comportamento animal tem sido utilizada com êxito nas áreas de bovinocultura (PERISSINOTO, 2003; MATARAZZO, 2004), suinocultura (PANDORF, 2002, 2005) e em avicultura (BARBOSA FILHO, 2004; PEREIRA, 2005; SEVEGNANI et al., 2002).

Várias pesquisas visando à análise do bem-estar de aves poedeiras vêm sendo realizadas a nível experimental (BARBOSA FILHO, 2004; BURBIER, 1996; FREIRE et al., 1999; LINDBERG; NICOL, 1997; LUNDBERG; KEELING, 1999) ou em granjas comerciais (MOLLENHORST et al., 2005), evidenciando a utilidade da avaliação do comportamento por análises de imagens de vídeo nas avaliações de bem-estar.

Rudkin e Stewart (2003) avaliaram os comportamentos de aves poedeiras em diversos tipos de gaiolas e concluíram que uma importante vantagem da análise de vídeos sobre a observação direta foi que os comportamentos de todas as aves puderam ser observados ao mesmo tempo, permitindo, assim, a avaliação das interações entre as mesmas.

Yo et al. (1997) utilizaram a análise de imagens de vídeo para a avaliação do comportamento digestivo de frangos de corte, confirmando a eficiência do uso de câmeras de vídeo na observação do comportamento de aves.

A análise de comportamento por meio de imagens de vídeo tornou-se grande aliada na avaliação do comportamento de aves, porque possibilitou a aquisição de dados simultâneos de diferentes grupos de animais para posterior análise. Além disso, o emprego de câmeras de vídeo também se torna importante em função da própria característica das aves, que é de constante atividade, facilitando a observação e interpretação de resultados.

2.8.2 Lógica *Fuzzy*

A lógica *Fuzzy* é uma teoria matemática que leva em consideração as ambigüidades encontradas na definição de um conceito ou no sentido de uma palavra. Esse tipo de ambigüidade é chamado de nebulosidade (*fuziness*) (SHAO; SIMÕES, 1999). A teoria *Fuzzy* se baseia no princípio de que o pensamento humano é estruturado não em números, mas sim em classes de objeto, cuja transição entre pertencer ou não a um conjunto é gradual e não abrupta, o que diferencia os humanos

dos computadores digitais. Uma área de aplicação da teoria *Fuzzy* é a chamada "raciocínio aproximado" (ZADEH, 1965) em que um tipo de raciocínio não é totalmente certo nem totalmente errado. Enquanto a lógica clássica aristotélica é "bivalente", isto é, reconhece apenas dois valores: verdadeiro ou falso, a lógica *Fuzzy* é "multivalente", o que quer dizer que reconhece uma multitude de valores, assegurando que a verdade é uma questão de ponto de vista de graduação, definindo o grau de veracidade em um intervalo numérico [0, 1].

A teoria de conjuntos *Fuzzy* foi introduzida por Zadeh (1965) como uma teoria matemática aplicada a conceitos vagos. Desde então a pesquisa e aplicação desta teoria em sistemas de informação têm crescido (SHAO; SIMÕES, 1999).

De acordo com Cornelissen et al. (2002), a idéia da lógica *Fuzzy* é combinar conceitos da lógica clássica (ou lógica *crisp*) com uma relação graduada que permita melhor realizar análises que se aproximem do mundo real. Dessa forma, a lógica *Fuzzy* é uma ferramenta de gerenciamento de incertezas, através da expressão de termos com um grau de certeza compreendido no intervalo [0, 1].

Na Lógica Clássica, o valor verdade de uma proposição assumirá somente o valor falso (0) ou o valor verdadeiro (1) e, necessariamente, terá que assumir um desses dois, não havendo outra possibilidade. Já na Lógica *Fuzzy*, o valor verdade de uma proposição, pode ser um subconjunto *Fuzzy* de qualquer conjunto parcialmente ordenado. Assim, na Lógica *Fuzzy*, não existem apenas o verdadeiro (1) e falso (0), mas uma infinidade de valores verdades, os quais são expressões lingüísticas interpretadas como subconjuntos *Fuzzy* do intervalo unitário. Na Lógica Clássica, os predicados são termos exatos como: igual a, maior que, ímpar, primo, etc. Na Lógica *Fuzzy*, os predicados são termos subjetivos, indefinidos ou "nebulosos" como: magro, alto, úmido, quente, velho, etc. Uma variável lingüística, cujos valores são predicados lingüísticos associados a conjuntos *Fuzzy*, pode ser, por exemplo, a temperatura de um dado processo assumindo os valores baixa, média ou alta. Neste caso, variáveis lingüísticas são representadas por conjuntos *Fuzzy*, interpretando uma variável lingüística como uma variável cujos valores são palavras ou sentenças em uma linguagem natural. Assim, para expressar a idéia de que uma temperatura tem seu valor por volta de 25, pode-se utilizar por exemplo, uma função de pertinência triangular (Figura 1) com o

máximo em 25, para sugerir a idéia de que, quanto mais perto for o número de 25, mais ele se identifica com o conceito de estar próximo a 25. Este tipo de função serve para indicar apenas um único ponto de máximo no conjunto. A definição dessa função é do tipo:

$$f(x) = \begin{cases} y_{\min}, & x \leq i \text{ ou } x \geq f \\ y_{\min} + (y_{\max} - y_{\min}) \times (x - i) / (m - i), & i < x \leq m \\ y_{\min} + (y_{\max} - y_{\min}) \times (f - x) / (f - m), & m < x < f \end{cases}$$

onde:

y_{\min} = menor valor possível para a função;
 y_{\max} = o maior valor;
 i = início da ascendente da função;
 m = o valor de máximo;
 f = final da descendente.

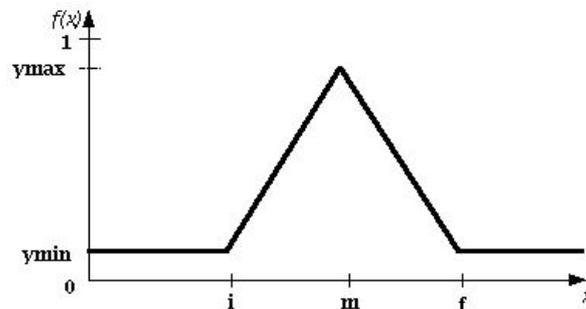


Figura 1 – Exemplo de uma função de pertinência triangular (μ_A)

Formalmente, seja U uma coleção de objetos denominados genericamente por $\{u\}$. U é chamado de universo de discurso, podendo ser contínuo ou discreto. Um conjunto Fuzzy A em um universo de discurso U é definido por uma função de pertinência μ_A que assume valores no intervalo $[0,1]$:

$$\mu_A = U \rightarrow [0,1]$$

O conjunto Fuzzy A em U é então, um conjunto de pares ordenados.

$$A = \{ \mu_A(u)/u \}, u \in U$$

A lógica *Fuzzy* pode sistematicamente traduzir os termos fuzzy da comunicação humana em valores compreensíveis por computadores. Já que os computadores são máquinas de aplicações gerais que podem interfacear com processos físicos, químicos, térmicos e biológicos, a forma de comunicação humana pode ser utilizada para diretamente intercambiar as informações entre operadores e tais processos. As informações obtidas dos sistemas de produção geralmente são interpretadas em termos lingüísticos. Os índices de desempenho, a qualidade do produto final, do ambiente de criação e, mais atualmente, o bem-estar animal, são parâmetros avaliados qualitativamente e classificados por variáveis lingüísticas. Dessa forma, a aplicação da teoria dos conjuntos *Fuzzy* vem sendo utilizada nas áreas de ambiência e produção animal (AMENDOLA et al., 2005a; GATTES et al., 1999; NAKAMURA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005) comprovando a eficácia do uso desta ferramenta nestes estudos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) em Piracicaba, SP, apresentando latitude de 22° 42' 30" S, longitude de 47° 38' 00" W e 546 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é Cwa (subtropical). A pesquisa constou de cinco períodos experimentais de 28 dias cada.

A instalação onde foi realizado o experimento (Figura 2 a e b) possui dimensões de 12 m de comprimento, 8m de largura e 2,80m pé direito, na qual foram alocados as fileiras de gaiolas e os boxes experimentais para a execução do projeto.



(a)

(b)

Figura 2 – Vista externa (a) e interna (b) do aviário experimental

Para a realização do trabalho foram utilizadas 128 aves, sendo 64 poedeiras leves da linhagem Hy-Line W-36 com 21 semanas de idade e 64 poedeiras semipesadas da linhagem Isabrown com 19 semanas de idade. O regime de luz adotado foi de 16 horas de luz e 8 horas de escuro.

3.1 Tratamentos

Com o objetivo de confrontar os sistemas de criação, optou-se por 2 tratamentos:

(a) Tratamento 1: criação em gaiolas convencionais

(b) Tratamento 2: criação em cama

3.1.1 Caracterização do sistema de criação em gaiolas convencionais

Foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado (Figura 3a) com três compartimentos de 0,33 x 0,40 x 0,40 cada. Em cada compartimento foram alojadas 3 aves, totalizando 9 aves por gaiola, num espaço de 440cm² para ambas as linhagens, de acordo com os manuais de criação. Cada gaiola compunha uma unidade experimental, sendo empregadas 4 gaiolas no alojamento de 36 aves Hy-Line W-36 e 4 gaiolas no alojamento de 36 aves Isabrown. As gaiolas dispunham de bebedouro tipo “nipple” e comedouro tipo calha em chapa galvanizada.

3.1.2 Caracterização do sistema de criação em cama

Para o sistema de criação em cama (Figura 3b), foram construídos boxes experimentais em madeira e tela, com 1m² de área livre, com densidade de 7aves/m². Cada boxe dispunha de um ninho, que atende as 7 aves alojadas, de acordo com as normas da União Européia (CEC, 1999), comedouro tipo calha e bebedouro tipo *nipple*.



(a)



(b)

Figura 3 – Sistemas de criação em gaiola (a) e em cama (b)

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (2 linhagens e 2 sistemas de criação) com 4 repetições cada (Figura 4). As aves foram pesadas e, com base nos pesos iniciais, distribuídas nas parcelas experimentais.

As variáveis respostas foram analisadas adotando o DIC para análise geral e o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação entre as médias.

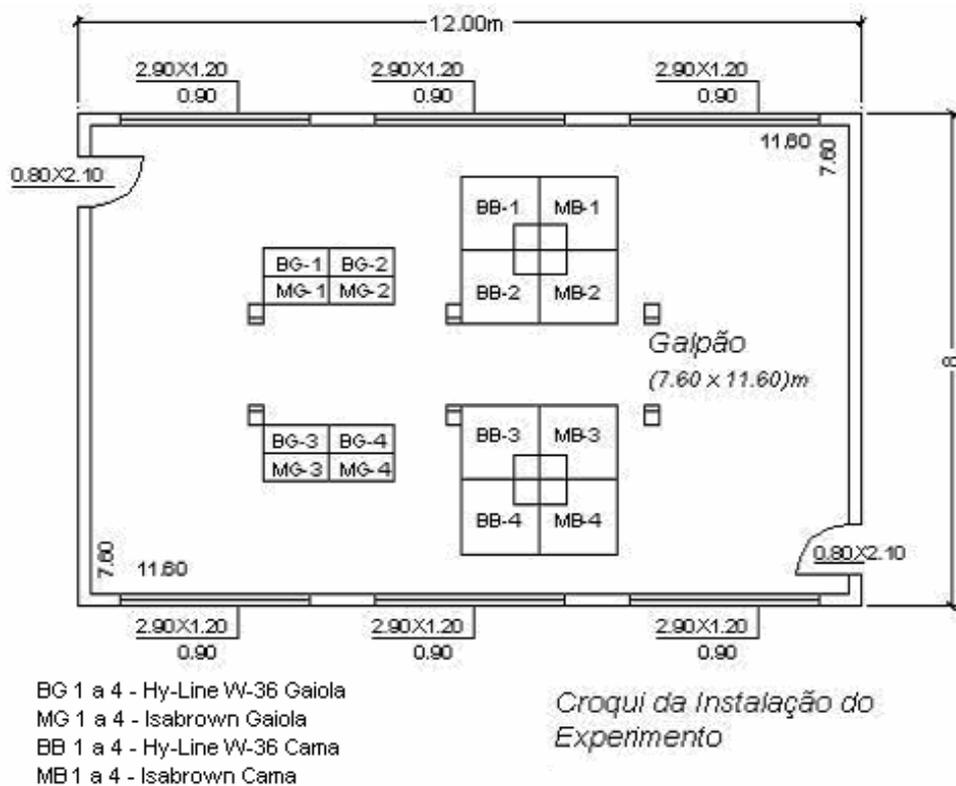


Figura 4 – Croqui do delineamento experimental com layout dos tratamentos

3.3 Ração experimental

A composição da ração fornecida às aves durante todo experimento é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição da ração utilizada durante todo período experimental

Ingredientes	Quantidades (Kg)
Milho moído	186
Farelo de Soja	69
Protenose	9
Calcário	23
Fosfato bicalcico	2,1
Sal	1,0
Óleo	6
Metionina	0,5
Colina	0,3
Premix Vitamínico	0,3
Premix Mineral	0,15
Total	300

3.4 Variáveis e parâmetros avaliados

Para melhor avaliação dos sistemas de criação e seus reflexos no bem-estar dos animais, foram adotadas diferentes abordagens, empregando-se os seguintes parâmetros:

- 4.4.1 Análise bioclimática;
- 4.4.2. Análises fisiológicas;
- 4.4.3 Análise do desempenho zootécnico;
- 4.4.4 Análise da qualidade dos ovos;
- 4.4.5 Análise dos comportamentos
- 4.4.6 Análise das condições de empenamento;
- 4.4.7 Aplicação da lógica *Fuzzy* na a avaliação dos dados.

As análises foram realizadas em periodicidades que permitiram um melhor acompanhamento das respostas, sendo empregadas avaliações diárias, semanais e por período experimental.

3.4.1 Análise bioclimática

Foram monitoradas as variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar) e temperatura de globo negro no interior do aviário durante todo período experimental. Os registros das variáveis meteorológicas foram realizadas a cada 15 minutos por meio de sensores conectados a um mini *datalogger* além dos equipamentos convencionais (psicrômetro e termômetro de globo analógicos) para aferição dos dados. Os sensores foram instalados no interior da instalação, a 0,5 m de altura do piso, posição esta considerada intermediária aos dois sistemas de criação, representando o microclima do local (Figura 5).



Figura 5 – Mini datalogger com globo negro e globo negro analógico

A avaliação térmica dos sistemas de criação foi realizada mediante a análise dos dados de temperatura do ar seco e de globo negro e da umidade relativa, bem como através dos índices de conforto: (eq. 1) Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), (eq 2) Entalpia Específica (H) (KJ/kg ar seco).

Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tg + 0,36 Tpo + 41,5 \quad (1)$$

em que:

Tg = temperatura de globo negro (°C)

Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C)

Entalpia (kJ/kg ar seco), proposta por Albright (1990):

$$H = 1,006T_s + W(2501 + 1,805T_s) \quad (2)$$

em que:

T_s = temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$)

W = razão de mistura (kg vapor d'água/kg ar seco)

3.4.2 Análises fisiológicas

A temperatura retal e a frequência respiratória das aves foram medidas ao fim de cada período experimental, na semana seguinte às avaliações da qualidade dos ovos. Determinou-se o horário de 14h para o início das análises, período este observado como de maior temperatura na instalação e, possivelmente, de maior estresse por calor para as aves.

Para a medida da frequência respiratória, foi observado o número de movimentos respiratórios da região frontal do pescoço de três aves de cada parcela, uma de cada compartimento, durante um intervalo de 15 segundos. Os resultados foram transformados em movimentos por minuto. Após tomar a frequência respiratória de todas as aves selecionadas, as mesmas foram retiradas da gaiola para a medição da temperatura retal. Para tanto, utilizou-se um termômetro inserido no reto das aves durante 2 minutos.

3.4.3 Análises do desempenho zootécnico

Uma das maneiras de se analisar a eficiência de um sistema de criação e o bem-estar da ave é através das avaliações do desempenho produtivo e da qualidade dos ovos produzidos, uma vez que estes parâmetros sofrem interferência direta do ambiente de criação. De acordo com Euclides (1980), a taxa de postura, obtida pela percentagem de ovos num intervalo de tempo e o peso do ovo são as principais características determinantes dos lucros e custos de produção em avicultura de postura.

3.4.3.1 Consumo médio de ração

Foi obtida pela diferença entre a quantidade de ração servida e a consumida. Para tanto, cada parcela experimental possuía seu próprio comedouro e reservatório de ração, no qual foi servida uma quantidade determinada de ração para uma semana. Ao final de cada semana, pesaram-se as sobras do comedouro e reservatório, obtendo-se o consumo médio semanal. Os dados de consumo médio foram utilizados no cálculo da conversão alimentar.

3.4.3.2 Conversão alimentar

Foi avaliada por meio da relação entre a quantidade de alimento consumido (kg) e a produção de ovos em massa (kg), semanalmente.

3.4.3.3 Peso corporal

As aves foram pesadas no início do experimento e no fim de cada período experimental. Calculou-se o ganho de peso médio por parcela experimental para cada período avaliado.

3.4.3.4 Produção média de ovos

Diariamente foi registrado o número de ovos de cada parcela experimental, incluindo os trincados, quebrados e, anormais. A produção média foi obtida por meio da relação entre o número de ovos produzidos e o número de aves da parcela (produção na base ave/dia). Ao final de cada semana foi calculada a produção média, em porcentagem.

3.4.3.5 Porcentagem de perda de ovos

Diariamente foram anotados os números de ovos trincados e quebrados e ao final de cada semana, calculou-se a relação entre o número de ovos com estas características e o total produzido, para se obter a porcentagem de perda de ovos em cada sistema de criação.

3.4.4 Análise da qualidade dos ovos

A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada em etapas de análises diárias, quando estes eram classificados com relação à integridade e limpeza da casca e em períodos experimentais, ao fim dos quais eram avaliadas características de qualidade interna e da casca dos ovos.

Diariamente, depois de coletados e separados de acordo com a parcela experimental, os ovos passavam por ovoscopia (Figura 6), para a observação da integridade da casca, determinando-se o número de ovos íntegros, trincados ou quebrados.



Figura 6 – Processo de ovoscopia para avaliação externa do ovo.

A aparência externa da casca dos ovos também foi avaliada quanto à limpeza, sendo estes classificados em limpos, pouco sujos e sujos, de acordo com sugestões do Estados Unidos (2000), mostrado na Figura 7.

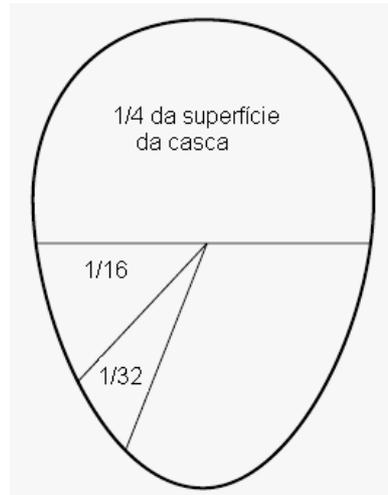


Figura 7 – Divisões imaginárias da superfície da casca do ovo para análise visual

Foram considerados ovos limpos aqueles sem nenhuma sujeira ou aderência de materiais estranhos na casca, e ovos sujos, os ovos com sujeira localizada e aderida, cobrindo aproximadamente $1/32$ da área da casca ou espalhadas cobrindo aproximadamente $1/16$ da área da casca. A caracterização de pouco sujo foi feita para ovos com sujeira cobrindo menos que $1/32$ da superfície da casca ou com pequenos pontos de sujeira espalhados e não aderidos.

Para os ovos das aves alojadas em cama, foram anotados os locais de postura para relacionar a percentagem de ovos colocados em ninho ou no piso. A qualidade externa dos ovos é uma importante característica, porque quebras e sujeiras reduzem o preço dos ovos bem como a higiene dos alimentos.

Ao final dos períodos experimentais, durante os três últimos dias, foram separados três ovos por parcela para análises qualitativas: gravidade específica, peso e espessura da casca e unidades Haugh.

3.4.4.1 Peso dos ovos

O total de ovos íntegros coletados de cada parcela foi pesado junto em balança digital com graduação de 0,01g. O peso médio dos ovos foi calculado pela divisão pelo número de ovos produzidos no dia, e o resultado expresso em gramas

3.4.4.2 Gravidade específica

Após a identificação e pesagem os ovos foram analisados quanto à gravidade específica, segundo Abdallah et al. (1993), é a forma mais comum de avaliação da qualidade da casca, sendo um método indireto de avaliação da qualidade e da porcentagem de casca dos ovos.

Para tanto, foi realizada a imersão dos ovos em baldes com diferentes soluções salinas (Figura 8), com densidades que variavam de 1,0650 a 1,0950 com aumento de 0,005, preparadas conforme recomendações de Moreng e Avens (1990), com os devidos ajustes para 15 litros de água.

A gravidade específica do ovo foi então indicada pela gravidade específica da solução em que o ovo flutuou.

De acordo com Hamilton (1982), a gravidade específica de um ovo é relacionada a sua porcentagem de casca, logo, o aumento na gravidade específica implica o aumento concomitante na sua espessura e resistência. Segundo North e Bell (1990), a gravidade específica está correlacionada com a probabilidade dos ovos quebrarem nos manuseios e processamentos. Holder e Brodford (1979) afirmam que o número de ovos quebrados aumenta com a diminuição da gravidade específica e porcentagem de casca dos ovos.



Figura 8 – Avaliação da gravidade específica dos ovos

3.4.4.3 Unidades Haugh

A Unidade Haugh indica a qualidade de ovos frescos, uma vez que as características do albúmen e sua altura estão relacionadas à sua funcionalidade nos alimentos. Sendo assim, foi desenvolvido um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura da clara espessa, corrigida por 100, resultou na unidade “Haugh” (BRANT et al., 1951).

A qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura da clara espessa e de modo geral, quanto maior o valor da unidade “Haugh”, melhor a qualidade do ovo. No presente estudo, para a medida da altura do albúmen, foi utilizado um paquímetro apoiado sobre um ponto de referência (Figura 9) desenvolvido para este fim, de forma a simular o micrômetro. Para a determinação da unidade Haugh, utilizou-se a fórmula descrita em Pardi (1977):

$$UH = 100 * \log (h + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

onde:

h= altura do albúmen

W = peso do ovo

De acordo com o Estados Unidos (2000), os ovos são classificados em:

TIPO	UH
AA	100 até 72
A	71 até 60
B	59 até 30
C	29 até 0

Fonte: Egg-Grading Manual (2000)

Quadro 3 – Classificação comercial dos ovos em função da Unidade Haugh



Figura 9 – Avaliação da altura do albúmen

3.4.4.4 Espessura da casca

Além da gravidade específica, as cascas dos ovos foram avaliadas quanto à sua espessura e porcentagem em relação aos demais componentes do ovo. Segundo Abdallah et al. (1993), outras metodologias para a medida da qualidade de casca devem ser feitas para que erros sejam evitados e se obtenha maior acurácia nas avaliações.

A medida de espessura das cascas foi realizada com um paquímetro (Figura 10), em dois pontos na área centro-transversal da casca do ovo, obtendo-se a média das medidas. O valor foi expresso em milímetros (mm).

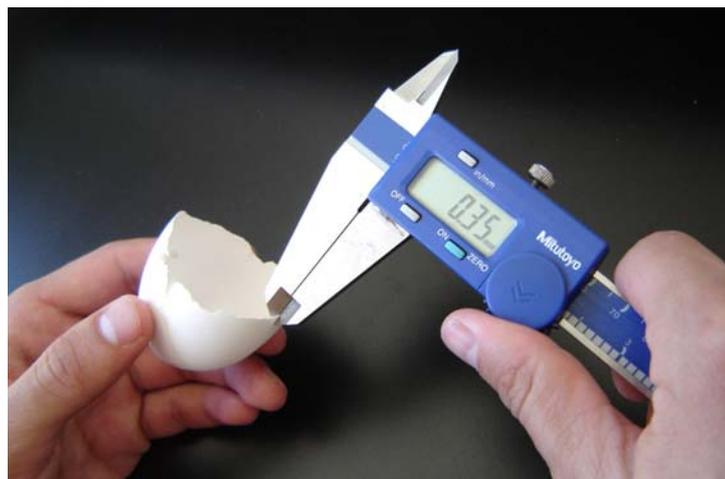


Figura 10 – Avaliação da espessura da casca.

3.4.5 Análises do comportamento

As imagens dos comportamentos foram capturadas por 4 microcâmeras (Figura 11a) coloridas (sistema NTSC) analógicas de 300 linhas horizontais de definição, com sensibilidade mínima de 1 lux, 12 V de tensão à 180 mA e lente convergente de 2,45 mm. O monitoramento dos comportamentos foi realizado por meio de imagens de vídeo (Figura 11b), gerenciadas pelo software “Geovision”.

As gravações das imagens foram realizadas quinzenalmente em diferentes períodos do dia, selecionados em função da abrangência dos comportamentos. Assim, as gravações envolveram três períodos: manhã (de 8:00 às 10:00h) em que se concentravam os comportamentos de pré-postura e postura e o alimentar, meio do dia (12:00 às 13:00h) e tarde (de 15:00 às 16:00h) quando se concentravam os comportamentos de banho de “areia”, forrageamento e demais comportamentos de conforto. Cada gravação ocorria em intervalos de 5 minutos teve duração média de 0,5 minuto.



(a)



(b)

Figura 11 – Câmera instalada acima das parcelas experimentais (a) e tela com imagens capturadas (b).

Para avaliar a importância da expressão corporal para o bem-estar, é necessário um entendimento de quais comportamentos são importantes para as aves. Assim, para a determinação dos comportamentos a serem observados, foi elaborado um etograma (Quadro 4) com base em gravações preliminares no local do experimento e de acordo com estudos realizados por Alves et al. (2004); Barbosa Filho (2004); Mollenhorst et al. (2005); Rudkin e Stewart (2003); Jendral (2002) e Taylor et al. (2001). As imagens foram

analisadas determinando-se a porcentagem de tempo dispensado em cada comportamento listado no etograma. Posteriormente foi analisada a porcentagem de tempo em que as aves permaneceram nestes comportamentos ao longo do período de observação nos dois sistemas de criação avaliados.

Comportamentos	Descrição
Sentada	Corpo em contato com o piso, sem realizar nenhum outro comportamento listado.
Comendo	Consumindo ou bicando alimento do comedouro.
Bebendo	Consumindo água do bebedouro.
Forrageando.	Ciscando e/ou bicando o substrato de cama
Explorando as penas	Explorando o empenamento com o bico, tanto para manutenção, quanto para investigação.
Bicagem não agressiva	Bicando levemente outras aves, geralmente na região inferior ventral do pescoço, dorso, base e ponta da cauda ou abdômen.
Bicagem agressiva	Bicagem forte de outra ave provocando reação agressiva ou defensiva, geralmente direcionada à região superior da cabeça e cristas ou na região inferior dorsal do pescoço.
Bicagem de objetos	Bicagem direcionada a objetos ou partes do box ou gaiola, com exceção ao comedouro e bebedouro.
Movimentos de conforto	Movimentos de esticar as asas e pernas do mesmo lado do corpo simultaneamente, sacudir e rufar as penas, levantar parte de ambas as asas próximo ao corpo ou estender as pontas das asas e/ou bater asas.
Usando o ninho	Visitando o ninho ou permanecendo por um período.
Tomando banho de “areia”	Revolvendo-se no substrato de cama, espalhando-o pelo corpo. No presente trabalho, foi considerado o banho realizado em qualquer material de cama.
Empoleirada	Sobre o poleiro.
Outros	Sem executar nenhum outro comportamento dentre as categorias previamente relacionadas.

Adaptado de Mollenhorst et al. (2005) Rudkin e Stewart (2003), Jendral (2002), Taylor et al. (2001).
 Quadro 4 – Etograma elaborado para a análise de comportamento

3.4.6 Análise das condições de empenamento

A avaliação da aparência externa das aves foi realizada ao fim do quinto período experimental, correspondendo às 38 e 41 semanas de idade das aves das linhagens Isabrown e Hy-Line W-36, respectivamente. Todas as aves de cada sistema de criação foram avaliadas, totalizando 128 aves analisadas individualmente. Os danos no empenamento foram registrados para as seguintes regiões do corpo das aves: cabeça, pescoço, peito, cauda, asas e região da cloaca. Os escores empregados para as avaliações foram adaptados das observações de Barehan (1976), Taylor et al. (2001), Mollenhorst et al. (2005) Onbasilar e Aksoy (2005), Tauson et al. (2006). Dessa forma, foram adotadas as pontuações listadas no Quadro 5.

Escores	Descrição
4	Nenhum dano, penas íntegras.
3	Penas ligeiramente quebradas.
2	Penas muito quebradas, sem expor a pele.
1	Região sem penas e com lesão na pele.

Quadro 5 – Escores de avaliação do empenamento para cada região avaliada

Adaptado de Barehan (1976), Taylor et al. (2001), Onbasilar e Aksoy (2005), Tauson et al. (2006), Mollenhorst et al. (2005)

A soma total dos escores pode atingir o valor de 24, uma vez que são seis áreas analisadas, e o valor de escore máximo é quatro. Assim, quanto mais próximo de 24, melhor as condições de empenamento das aves.

3.4.7 Aplicação da lógica Fuzzy na caracterização dos parâmetros avaliados

A teoria dos conjuntos Fuzzy foi aplicada para classificação das variáveis meteorológicas ocorridas durante os períodos experimentais, a fim de se caracterizar as condições bioclimáticas oferecidas às aves, bem como os parâmetros de produção e qualidade dos ovos e o comportamento. Por meio da lógica *fuzzy*, objetivou-se dar um tratamento matemático às variáveis de cunho subjetivo e “nebuloso”. Portanto, considera-se que, por essas características, a metodologia proposta consista em uma ferramenta valiosa para ser usada na avaliação de sistemas de criação para aves poedeiras. Para tanto, foi utilizado o *Fuzzy Logic Toolbox* do MATLAB® 6.0.

De acordo com Amendola et al. (2005b), a estrutura básica de um sistema baseado em regras *Fuzzy* inclui quatro componentes principais:

- 1) um *fuzzificador*, que traduz a informação de entrada em Conjuntos *Fuzzy*. A cada variável de entrada são atribuídos termos lingüísticos que são os estados da variável, e cada termo lingüístico é associado a um Conjunto *Fuzzy* traduzido por uma função de pertinência;
- 2) uma base de conhecimento, que contém um conjunto de regras *Fuzzy* (conhecido como base de regras) e um conjunto de funções de pertinência conhecido como base de dados;
- 3) um método de inferência, que aplica um raciocínio *Fuzzy* para obter uma saída *Fuzzy*;
- 4) um *defuzzificador*, que traduz o valor da variável lingüística de saída, inferida pelas regras *Fuzzy*, por um valor numérico.

3.4.7.1 Caracterização das zonas de conforto térmico

Para a classificação das variáveis meteorológicas dos períodos experimentais, foram considerados, primeiramente, os valores de temperatura e umidade relativa como variáveis independentes, constituindo as variáveis de entrada do modelo. A variável Conforto Térmico foi adotada como variável de saída (variável dependente). Em seguida, foram feitas as partições do domínio, ou seja, as representações das variáveis numéricas como variáveis lingüísticas. Na construção dos conjuntos fuzzy foi utilizado um modelo com cinco caracterizações lingüísticas em que foram consideradas as condições de conforto térmico em: muito ruim, ruim, médio, bom e muito bom, com relação aos valores das faixas de temperatura e umidade relativa (Tabela 2).

As classificações foram formuladas segundo informações em Cunningham et al. (1960); Daniel e Balnave (1981); Freeman (1988); Guia de Manejo Hy-line W-36 (2002); Guia de manejo Isabrown (2002); Kirunda et al. (2001); Leeson e Summers (1997); Oliveira et al. (2005) e Silva (1998).

Tabela 2 – Classificação das variáveis meteorológicas em função da temperatura de bulbo seco T (°C) e da umidade relativa do ar UR (%)

UR %	Temperatura (°C)				
	<12	12-21	21-24	24-27	>27
<65	ruim	Médio	bom	bom	ruim
65-75	ruim	Médio	Muito bom	bom	ruim
>75	ruim	Médio	bom	bom	muito ruim

As variáveis lingüísticas ou variáveis fuzzy são, a princípio, os elementos usados para descrever o conhecimento e possuem a estrutura: nome da variável e predicados que a identificam lingüisticamente. A definição das variáveis lingüísticas se completa com a atribuição de uma função de pertinência e um termo lingüístico a cada partição do domínio. As funções de pertinência associam uma definição de uma função matemática à essas variáveis qualitativas. Uma função de pertinência é uma função numérica gráfica ou tabulada que atribui valores de pertinência *Fuzzy* para os valores discretos de uma variável em seu universo de discurso. É importante lembrar que o universo de discurso de uma variável representa o intervalo numérico de todos os possíveis intervalos reais que uma variável possa assumir.

Na atribuição das funções de pertinência para a avaliação do conforto térmico, foi utilizada a forma trapezoidal, como descrito em Amendola et al. (2005b).

3.4.7.2 Caracterização de parâmetros “quantiqualitativos” dos ovos

Apesar de o desempenho produtivo das aves nem sempre estar relacionado a seu bem-estar, pode dar indícios das condições oferecidas pelo sistema de criação. É sabido que são inúmeros os fatores não inerentes ao animal (alimentação, manejo, sanitários e ambientais) que influenciam diretamente na quantidade e qualidade dos ovos produtivos. Dessa forma, procurou-se aliar um parâmetro quantitativo (porcentagem de postura) e um parâmetro qualitativo (espessura da casca) como variáveis independentes, com o objetivo de obter um índice “quantiqualitativo” (variável dependente) que avalie a contribuição do sistema de criação para o desempenho produtivo e para a qualidade dos ovos produzidos. Assim, as variáveis de entrada neste sistema foram a produção de ovos e espessura de casca, e a variável de saída, um

índice "quantitativo" da produção. Desse modo, foram assumidos três conjuntos *Fuzzy* com função de pertinência triangular.

Para determinar os valores médios (padrão) da produção de ovos foram utilizados guias de manejo das linhagens (GUIA DE MANEJO HY-LINE W-36, 2002; GUIA DE MANEJO ISABROWN, 2002) e trabalhos realizados por Faria (1996); Pedroso et al. (2001) e Sechinato (2003). Na determinação dos padrões para "espessura da casca", foram adotados intervalos de valores com base nos trabalhos realizados por Barbosa Filho (2004); Emery et al. (1984); Faria (1996) e Lin et al. (2004).

Da mesma forma como realizado para as variáveis meteorológicas, os conjuntos de valores foram descritos por variáveis lingüísticas, sendo para o parâmetro produção de ovos: muito baixa, baixa, média boa e muito boa e para a espessura da casca: muito fina, fina, média e boa. Para o índice "quantitativo" (variável de saída) foram utilizados os termos muito ruim, ruim, médio, bom e muito bom. Na tabelas 3 são apresentadas as classificações adotadas para os parâmetros avaliados, as quais darão subsídios para a construção da base de regras.

Tabela 3 - Classificações das variáveis "quantitativas" dos ovos

Produção de ovos (%)	Espessura da casca (mm)			
	Hy-Line W-36			
	< 0,34	0,34 – 0,36	0,36 – 0,37	>0,37
>85,5	Muito ruim	Bom	Bom	Muito bom
87,0 - 88,5	Muito ruim	Bom	Bom	Muito bom
85,5 - 87,0	Muito ruim	Médio	Médio	Médio
84,0 - 85,5	Muito ruim	Ruim	Médio	Médio
< 84,0	Muito ruim	Muito ruim	Ruim	Médio
	Isabrown			
	< 0,37	0,37 – 0,39	0,39 – 0,41	>0,41
>89,5	Muito ruim	Bom	Bom	Muito bom
87,0 - 89,5	Muito ruim	Bom	Bom	Muito bom
85,0 - 87,0	Muito ruim	Médio	Médio	Médio
83,0 – 85,0	Muito ruim	Ruim	Médio	Médio
< 83,0	Muito ruim	Muito ruim	Ruim	Médio

3.4.7.3 Caracterização dos comportamentos por meio da lógica Fuzzy

Considerando as proposições (e as devidas ressalvas) de Hurnik (1995) a respeito das necessidades dos animais (tópico 3.1), os comportamentos analisados no presente trabalho foram divididos em classes de necessidades, o que resultou em:

- essenciais à vida: comer, beber;
- essenciais à saúde e ao conforto: explorar penas; tomar banho; empoleirar; forragear; usufruir ninho.

Como o ambiente de criação com cama é o que está sendo preconizado para a criação de aves (199/74/CE), por ser mais apto a atender as necessidades das mesmas, utilizaram-se os limites de tempo de execução nestes sistemas de criação como padrão normal para as aves. Para tanto, foram avaliados estudos realizados por diversos autores (BARBOSA FILHO, 2004; BAREHAN, 1976; MENCH et al., 1985; MOLLENHORST, 2005; RUDKIN; STWART, 2003) sobre comportamento de aves em ambientes com cama. Com base nesses trabalhos foi estipulada, para cada comportamento, uma faixa limite de porcentagem média de tempo considerado como padrão. Posteriormente, esses comportamentos foram separados nas categorias propostas por Hurnik (1995).

Na tabela 4 são apresentados os valores (em porcentagem) do tempo médio padrão para cada comportamento.

Tabela 4 – Classificação dos comportamentos e respectivos valores padrão para os percentuais médios para o tempo de realização

Necessidades	Comportamento	Porcentagem de tempo	Total da categoria
Essenciais à vida	Comendo	20-27%	20-32%
	Bebendo	1-5%	
Essenciais à saúde e ao conforto	Explorando penas	10-15	30-65
	Banho areia	2-8	
	Empoleirada	3-10	
	Forragear	10-20	
	Usufruir ninho	5-12	

Assim, considerou-se que os comportamentos que visam ao atendimento das necessidades essenciais das aves (comer e beber) devem ocupar, em média, de 20 a

32% de seu tempo. Da mesma forma, o tempo de realização de comportamentos essenciais à saúde e conforto deve situar-se entre 30 e 65%.

É importante ressaltar que a soma total do tempo das duas categorias de comportamento não deve necessariamente totalizar 100, uma vez que outros comportamentos não listados podem ocorrer, tais como as bicagens (agressivas e não agressivas), as bicagens de objeto, “andar” ou “ficar parada”.

Baseando-se nestes intervalos de valores propostos para os comportamentos essenciais à vida e à saúde e ao conforto, foram adotadas as seguintes regras (Quadro 6):

Atendimento das necessidades essenciais à vida	
% tempo	Categorização
>32	Muito Ruim (excesso) – o tempo dispensado nessas atividades excede o necessário, podendo comprometer o tempo livre para as demais necessidades.
26 -32	Ruim – indica que a ave passa muito tempo em comportamento alimentar ou bebendo, o que pode ser resultado de uma frustração, dificuldade na obtenção do alimento ou de satisfação.
23-26	Bom – indica os valores esperados para este comportamento, considerando as variações das condições do ambiente de criação.
20-23	Médio – faixa contendo o limite mínimo de tempo necessário ao atendimento das atividades.
<20	Ruim – tempo considerado pouco para o atendimento das necessidades essenciais à vida, podendo comprometer a produtividade do animal.
Atendimento das necessidades essenciais à saúde e ao conforto	
>65	Bom – Limite de porcentagem de tempo considerado bom, permitindo sobra de tempo para os comportamentos essenciais à vida; o excesso dessas acima desta faixa pode limitar o tempo das atividades essenciais à vida.
50-65	Médio – faixa contendo o limite mínimo de tempo necessário ao atendimento das atividades.
30-50	Ruim – Faixa de tempo limitada demais para o atendimento das necessidades de movimentação e execução das atividades consideradas importantes ou essenciais à saúde e ao conforto.
<30	Muito ruim – tempo insuficiente para o atendimento de mais que uma atividade/necessidade; O animal pode estar se mostrando prostrado ou em inatividade, o que é um reflexo de más condições para o bem-estar.

Quadro 6 – Classificações dos intervalos de comportamentos que visam às necessidades essenciais à vida e ao conforto

Baseando-se nestas proposições, as seguintes inferências foram adotadas (Tabela 5) para a obtenção da classificação das condições de bem-estar das aves:

Tabela 5 - Classificações das variáveis de comportamentos

Essenciais à vida	Essenciais ao conforto			
	<30%	30-50%	50 – 65%	> 65%
>32%	Ruim	Médio	Bom	Ruim
26 – 32%	Médio	Bom	Bom	Bom
23 – 26%	Médio	Médio	Bom	Médio
20 – 23%	Ruim	Médio	Médio	Ruim
< 20%	Muito ruim	Ruim	Ruim	Muito ruim

Com base nas variáveis lingüísticas de cada problema foi construído um sistema de inferência *Fuzzy* de acordo com um conjunto de regras que descreveu as relações entre as variáveis independentes e a variável dependente do mesmo problema. O método de inferência utilizado foi Mandani.

Através das funções de pertinência, um mapa de regras é devidamente ativado. Assim, o formato geral da regra *Fuzzy* será por exemplo:

SE temperatura =<baixa> e umidade = <baixa> ENTÃO conforto térmico = <ruim>

O mapa de regras é uma implicação *Fuzzy* associativa, em que as entradas implicam em uma determinada saída, que é explicitada graficamente. Como descrito anteriormente, na etapa final do processo, ocorrerá a *defuzificação*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os períodos experimentais envolveram as idades de 22 a 41 semanas das aves da linhagem Hy-Line W-36 e 19 a 38 semanas das aves da linhagem Isabrown, sendo as etapas assim divididas (Quadro 7):

Períodos experimentais	Vigência	Idade em semanas	
		Hy-Line W-36	Isabrown
1º período	02 a 29 de março	22 a 25	19 a 22
2º período	30 março a 26 de abril	26 a 29	23 a 26
3º período	27 abril a 24 de maio	30 a 33	27 a 30
4º período	25 maio a 21 de junho	34 a 37	31 a 34
5º período	22 junho a 19 de julho	38 a 41	35 a 38

Quadro 7 – Idades das aves e os respectivos períodos experimentais

4.1 Análise bioclimática

A Figura 12 ilustra os valores médios diários de temperatura mínima, média e máxima durante os períodos experimentais analisados. Pode-se observar que, no primeiro e no segundo período experimental, houve uma tendência de temperatura média mais elevada, com valores de mínima e máxima mais próximos, configurando menor amplitude térmica. Por outro lado, no 3º, no 4º e no 5º período experimental, foram encontrados menores valores de temperatura média, porém com ocorrência de maior amplitude térmica, com variações de até 17°C entre a temperatura mínima e a máxima no 4º e no 5º período.

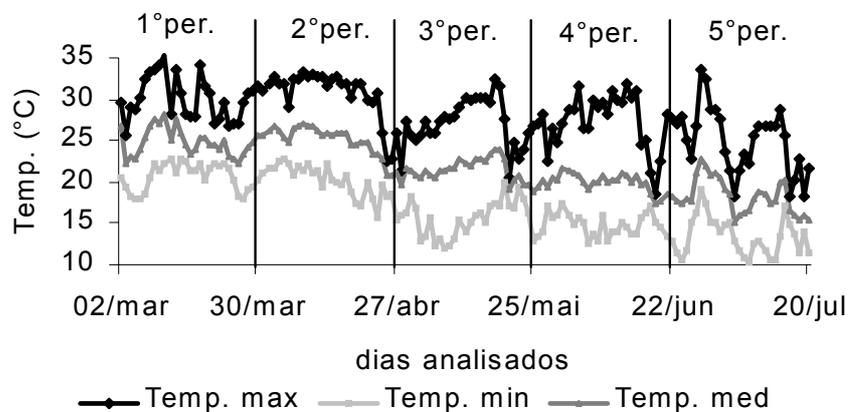


Figura 12 – Médias diárias de temperaturas mínimas, médias e máximas do ar para os períodos analisados

Segundo Freeman (1988) a faixa de termoneutralidade para aves poedeiras situa-se entre 21 e 28°C. De acordo com o Guia de Manejo da linhagem Hy line W-36 (2002), a temperatura ambiente e a umidade relativa ótimas devem variar entre 21 e 27°C e 40 a 60% respectivamente. Para as aves Isabrown, estes valores situam-se entre 20 e 27°C e 65 a 75 %, sendo recomendado valores ideais entre 23 e 24°C durante a fase de postura (Guia de manejo Isabrown, 2002). De acordo com Daghir² (1995), apud Kirunda et al. (2001), a temperatura máxima para uma boa performance das poedeiras é de aproximadamente 30°C em umidade relativa alta. Segundo o autor, temperaturas superiores a 32°C são consideradas de efeito prejudicial para a performance das poedeiras.

A Figura 13 apresenta as variações de temperatura e as faixas de limite crítico inferior (TCI) e superior (TCS) de temperaturas recomendadas para aves segundo os manuais de criação.

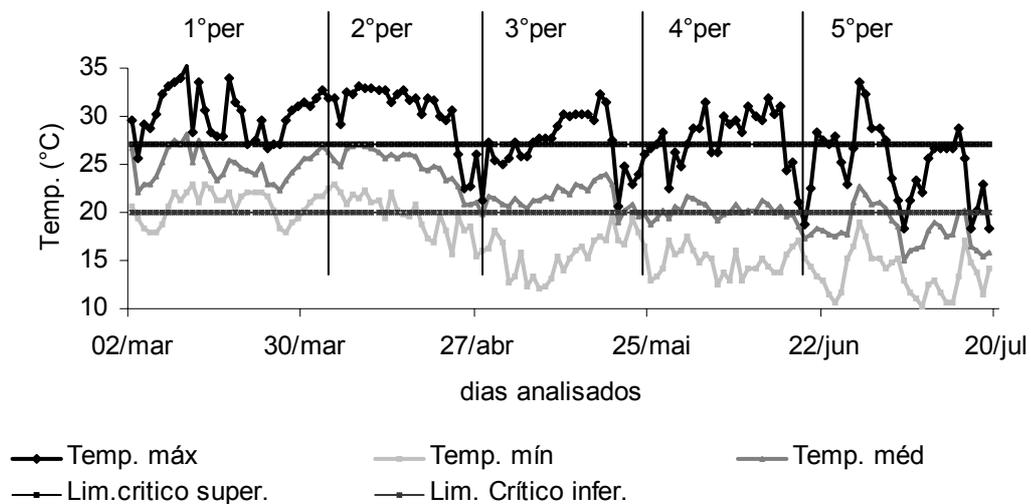


Figura 13 – Faixas limites de temperatura crítica inferior (TCI) e superior (TCS) para as linhagens e as médias de temperatura do ar no interior do aviário

Apesar dos valores de temperatura média situaram-se dentro dos limites críticos estabelecidos pela literatura e pelos manuais destas linhagens, pode ser observado, na Figura 13, que os valores de temperatura máxima ultrapassaram os limites críticos superiores em praticamente todos os dias dos períodos analisados.

² DAGHIR, N.J. Nutrient requirements of poultry at high temperatures In: DAGHIR, N.J. (Ed.). **Poultry Production in hot climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 112

De acordo com o manual de criação da poedeira Isabrown (GUIA DE MANEJO ISABROWN, 2002), temperaturas superiores a 23°C afetam o peso do ovo de forma que este diminui de 0,5 a 1% de seu peso para cada 1°C acima desta temperatura. Em temperaturas acima de 27°C há diminuição do consumo alimentar, o que irá afetar no atendimento das exigências de suas necessidades de consumo. Da mesma forma, recomenda-se não ultrapassar o valor máximo de 75% para a umidade relativa.

Na figura 14 são apresentados os valores médios de temperatura e umidade relativa para os períodos analisados. Pode-se observar que a umidade relativa média ultrapassou os limites críticos superiores em grande parte do período experimental.

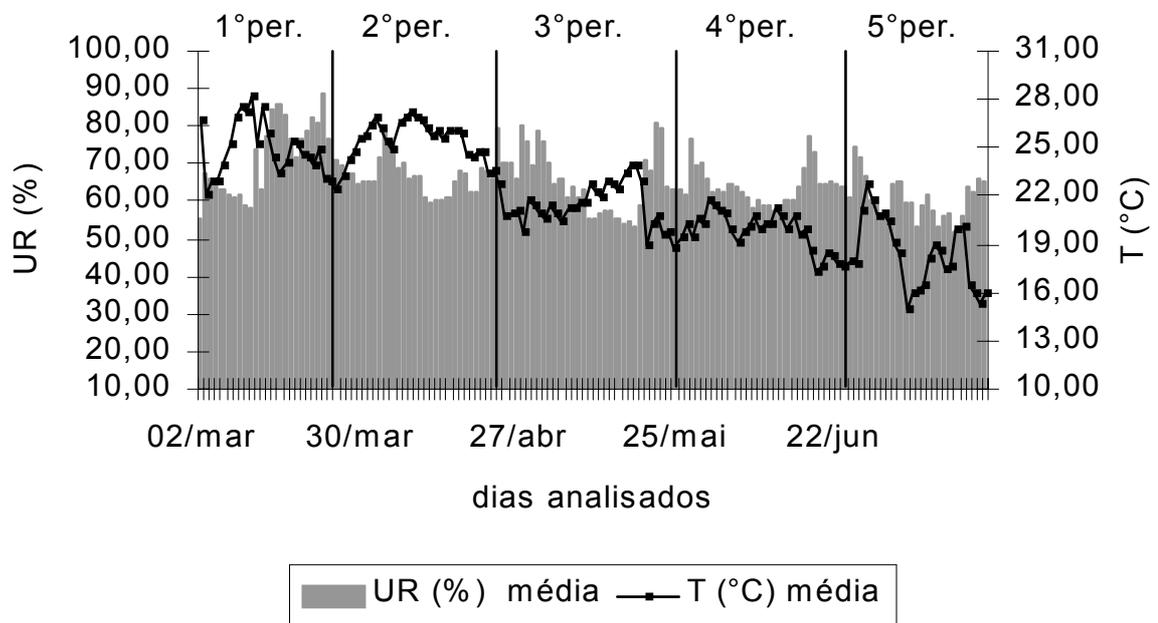


Figura 14 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar dos períodos analisados

Dada a importância da umidade relativa do ar e sua relação com a temperatura do ar seco para o conforto térmico ambiental, foi realizada análise do Índice de Entalpia (KJ/Kg ar seco). Assim, por meio dos valores médios de temperatura e umidade relativa do ar obtidos no período e os valores de temperatura e umidade relativa crítica superior e inferior para ambas as linhagens, foi calculada a entalpia média do período e as entalpias críticas superiores e inferiores para a linhagem Hy-Line W-36 (Figura 15).

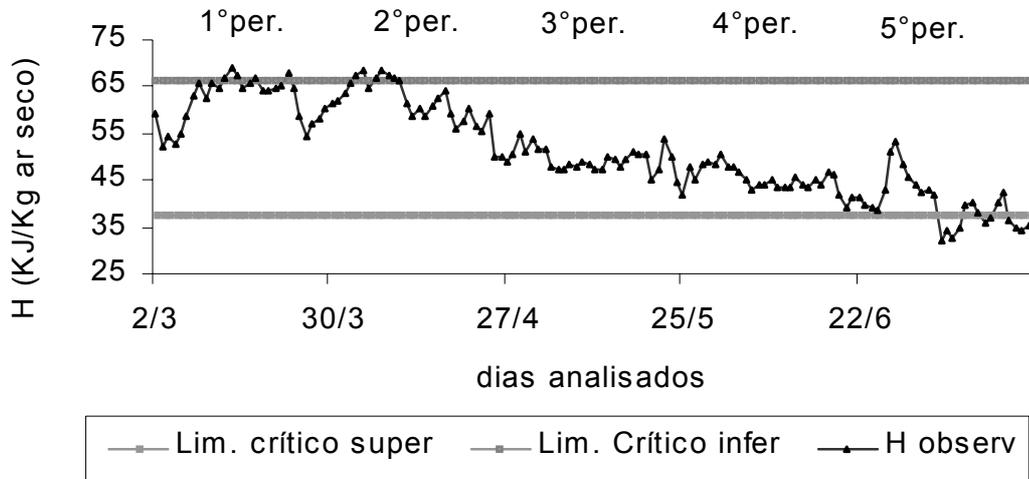


Figura 15 – Faixas limites da Entalpia crítica inferior (HCI) e superior (HCS) para as linhagens e as entalpias médias observadas no interior do aviário

Em função dos elevados valores de temperatura e umidade relativa observados nas primeiras semanas do primeiro período experimental (de 2 a 30 de março) e as temperaturas elevadas durante as três primeiras semanas do segundo período experimental (de 30 de março a 27 de abril) pôde-se observar os valores médios de entalpia aproximando-se mais do limite crítico superior, o que pode indicar piores condições de conforto térmico para as aves, com possíveis reflexos na produção durante a própria semana e nas semanas posteriores.

Deve-se considerar que, quanto maior a entalpia, maior a quantidade de calor existente no ar, e dessa forma, percebe-se que nos dois períodos iniciais, houve um excesso de calor que ultrapassou o limite superior admissível, refletindo possivelmente no estresse térmico dos animais.

Ao se analisar as condições de conforto do local onde foi realizada a pesquisa, por meio do índice ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade) na Figura 16, pode ser observado que os maiores valores para o índice foram encontrados nos dias referentes ao segundo período experimental, entre 30 de março e 27 de abril, período em que coincidiram valores elevados de temperatura e umidade relativa, devido ao ITGU ser um índice dependente da temperatura.

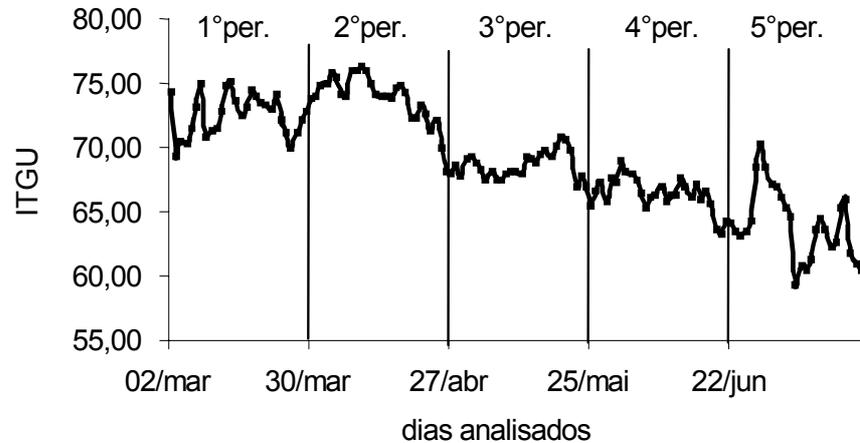


Figura 16 – Valores de ITGU observados no interior do aviário

Há vários estudos que indicam os efeitos do estresse por calor e das variações sazonais e diárias de temperatura e umidade relativas sobre a performance produtiva das aves e a qualidade dos ovos (CUNNINGHAM, 1960; DANIEL; BALNAVE, 1981; MAHMOUD et al., 1996; MASHALY et al., 2004; MILLER; SUNDE, 1975). Normalmente, temperaturas acima de 32°C são consideradas causadoras de detrimento no desempenho de aves poedeiras (DANIEL; BALNAVE, 1981; PAYNE, 1968 ; SMITH; OLIVER, 1971). Além disso, os efeitos da elevada temperatura são exacerbados pela umidade relativa alta (DANIEL ; BALNAVE, 1981 e PAYNE, 1968).

Sabe-se que, sob estresse calórico, a ave poedeira pode apresentar perda de peso corporal (SCOTT; BALNAVE, 1988), diminuição na produção de ovos (MUIRURI; HARRISON, 1991), no peso dos ovos (BALNAVE; MUHEEREZA, 1997) e na qualidade de casca (EMERY et al., 1984; MAHMOUD et al., 1996), geralmente acompanhado pelo decréscimo no consumo alimentar, que pode ser a causa no declínio da produção.

4.2 Análises fisiológicas

4.2.1 Temperatura retal e frequência respiratória

A tabela 6 apresenta os dados médios de temperatura retal observados para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown nos sistemas de criação em gaiola e em cama.

Pela análise da tabela, pode-se observar que as aves mantiveram as temperaturas retais dentro dos limites considerados normais, que, de acordo com Elson (1995); Meltzer (1987a) variam entre 41 e 42°C.

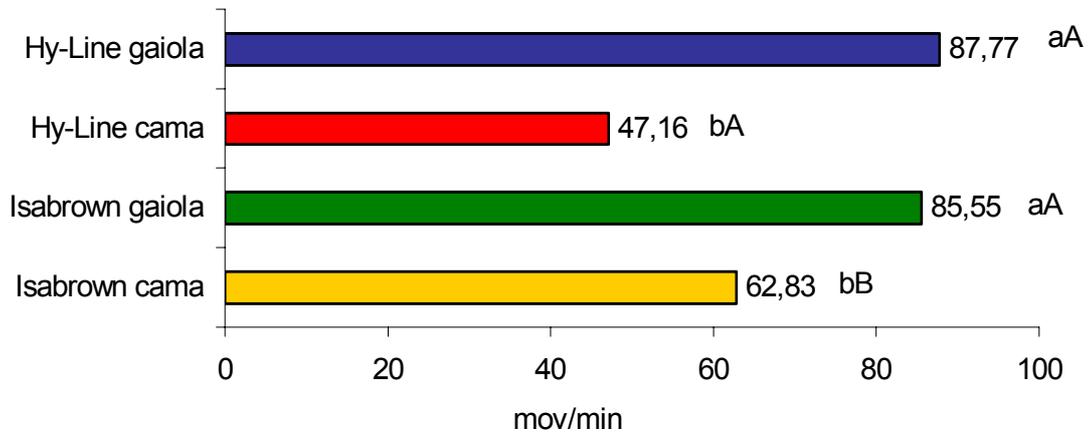
Tabela 6 – Temperatura retal das aves Hy-Line W-36 e Isabrown nos sistemas de criação em gaiolas e em cama

Período experimental total	Sistemas de criação		CV (%)
	Gaiola	Cama	
Linagem			
Hy-Line W-36	41,41aA	41,33aA	0,86
Isabrown	41,39aA	41,18bA	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas (maiúsculas) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Porém, nota-se que a temperatura retal das aves Isabrown em gaiola, mostrou-se mais elevada do que as aves em cama. Uma possível explicação é o fato de que em cama, as aves têm maior possibilidade de perder temperatura por trocas com o ambiente (condução e ou convecção), antes que haja elevação da temperatura retal; já nas gaiolas, a maior densidade e a falta de espaço podem contribuir para o aumento da temperatura entre as mesmas, além de prejudicar ou impedir a troca de calor com o ambiente. Smith e Oliver (1971); Yahav e Shinder (2000) destacam que em temperaturas elevadas, a ave ativa o mecanismo respiratório para perda de calor através de evaporação pulmonar, aumentando sua frequência respiratória, e assim a umidade relativa toma grande importância no processo de perda de calor da ave.

A frequência respiratória das aves Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama são apresentadas na Figura 17.



Letra igual minúscula (maiúscula) para mesma (diferente) linhagem em sistemas de criação diferentes (iguais) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Figura 17 – Frequência respiratória (mov./min) das aves Hy-Line W-36 e Isabrown

A maior frequência respiratória foi observada para as aves em gaiola, uma vez que as aves em cama tinham possibilidade de realizar trocas de temperatura com o ambiente sem a necessidade de fazê-lo por evaporação pulmonar, através da ofegação.

Segundo Sturquie (1976), a variável frequência respiratória tem grande relação com o peso corporal. Assim, uma ave de 3,4 kg apresenta uma média de 25 respirações por minuto. Estudos realizados por Kassin e Sykes (1982), demonstraram que a frequência respiratória de poedeiras pode variar de 23 movimentos por minuto, em ambiente termoneutro (20°C) a 273 movimentos por minuto quando submetidas a temperaturas elevadas (35°C).

Como pode ser verificado, as aves em gaiola tiveram maior suscetibilidade ao estresse por calor, uma vez que a execução de comportamentos que auxiliariam na perda de calor foi dificultada ou até mesmo impedida. Além disso, a maior densidade das aves em gaiolas coopera com a manutenção do calor gerado pelo animal. Dessa forma, as medidas de temperatura retal e da frequência respiratória podem explicar possíveis diferenças observadas na produção e qualidade dos ovos nos diferentes sistemas de criação nos períodos de maior estresse térmico.

4.3 Análise do desempenho zootécnico

4.3.1 Características de desempenho produtivo

4.3.1.1 Consumo de ração e Conversão alimentar

O consumo médio diário de ração ao longo dos períodos experimentais das aves Hy-Line W-36 e Isabrown alojadas em gaiola foi de 95 e 112 g enquanto para as aves alojadas em cama foi de 96 e 111g, respectivamente. Devido às características de peso, há diferenças na quantidade de alimento consumida entre as linhagens, pois as aves Hy-line W-36 são consideradas leves e consomem menos ração do que as aves Isabrown, semipesadas. Porém, para a mesma linhagem entre os dois sistemas de criação, praticamente não houve diferença nas quantidades consumidas.

A Figura 18 ilustra as variações no consumo médio de ração ao longo das semanas experimentais.

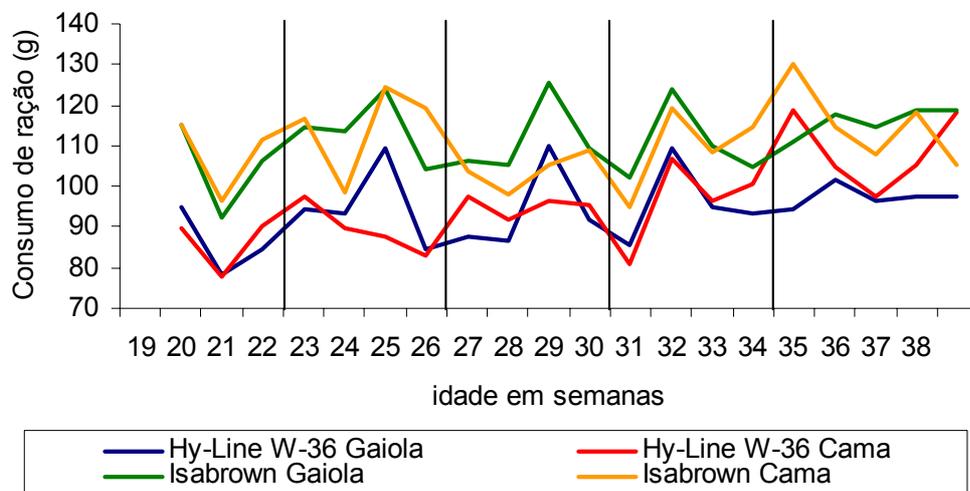


Figura 18 – Consumo médio de ração para as linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown ao longo dos períodos experimentais

O consumo de ração com valores aproximados em ambos os sistemas mostra-se contrário às observações de Hughes e Duncan (1988), que afirmam que aves em gaiolas têm a tendência de comer mais, por ficarem mais tempo em comportamento de consumo de alimentos. Embora para ambas as linhagens o tempo dispensado no comportamento de consumo de ração tenha sido superior para as aves em gaiola (tópico

5.5.2), estas apresentaram consumo de ração similar às aves em cama. O maior tempo que as aves em gaiolas se mantiveram em comportamento de consumo de ração não refletiu em maior quantidade de ração consumida, o que indica que estas se mantiveram bicando o alimento e não necessariamente comendo.

De acordo com North e Bell (1990), o consumo de alimento é função da necessidade energética das poedeiras para atender às exigências de manutenção, crescimento e produção. Entretanto, as variações do consumo de alimento podem ser influenciadas não só pelos fatores genéticos, mas também pela temperatura ambiente, número de aves por gaiola e níveis de proteína na dieta.

As aves em produção consomem mais ração que as aves mais atrasadas ou que não estão produzindo (NORTH; Bell, 1990) e segundo Abrahanson e Tauson (1995), a maior movimentação das aves nos sistemas com mais espaço e as diferenças nos pesos vivos das linhagens, podem causar diferenças nas necessidades de energia para manutenção, principalmente para as aves semipesadas como a Isabrown.

Um fator de relevância para as variações no consumo de ração foi a temperatura ambiente. Pela análise da Figura 18, pode ser observado que as variações no consumo tiveram comportamento parecido com as curvas observadas para as oscilações de temperatura e entalpia, variando com as oscilações destas. As quedas de consumo se deram principalmente nos períodos de maior estresse térmico, o que está de acordo com Daniel e Balnave (1981); Scott e Balnave, (1988); Muiruri e Harrison (1991); Kirunda et al. (2001). Em estudos realizados por Mashaly et al. (2004) a redução no consumo de ração foi proporcional à severidade e duração do estresse por calor.

Segundo Kirunda et al. (2001), o consumo alimentar e a produção de ovos são similarmente influenciados pela exposição ao calor. Porém, Muiruri e Harrison (1991) afirmam que determinadas temperaturas podem provocar queda no consumo de ração sem maiores prejuízos à produção de ovos, o que favorece a conversão alimentar.

A tabela 7 mostra os valores de conversão alimentar por dúzia de ovos nos períodos experimentais. Pode ser notado que não houve diferenças significativas entre tratamentos em nenhum dos períodos estudados.

Tabela 7 – Conversão Alimentar (Kg ração/Dz. Ovo) em cada período experimental

Período	Linhagens	Conversão alimentar (Kg ração/Dz. Ovos)		CV (%)
		Gaiola	Cama	
1	Hy-Line W-36	1,36aA	1,55aA	32,13
	Isabrown	1,61aA	1,72aA	
2	Hy-Line W-36	1,24aA	1,25aA	15,41
	Isabrown	1,35aA	1,50aB	
3	Hy-Line W-36	1,33aA	1,28aA	10,33
	Isabrown	1,50aB	1,45aB	
4	Hy-Line W-36	1,38aA	1,40aA	15,67
	Isabrown	1,63aB	1,57aA	
5	Hy-Line W-36	1,37aA	1,40aA	11,55
	Isabrown	1,72aB	1,60aB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

O elevado valor do coeficiente de variação observado no primeiro período experimental (32,13%) provavelmente fez com que não fossem observadas diferenças significativas entre as médias, mesmo tendo estas valores distantes. Uma possível explicação para este alto valor de coeficiente de variação é o elevado valor de conversão alimentar observado para algumas parcelas experimentais das aves em cama neste período. Este por sua vez, possivelmente se deva à diferença de início da maturidade sexual entre as aves nos dois sistemas de criação, o que fez com que as aves em cama apresentassem produção mais atrasada que as aves em gaiola, elevando o valor da conversão alimentar.

As variações nos valores de conversão alimentar entre os períodos experimentais podem ser efeitos não somente das diferenças dos níveis de produção, mas também das variações na temperatura e entalpia observadas. Segundo Appleby e Hughes (1991), a conversão alimentar em temperaturas acima de 24°C pode ser melhorada, uma vez que é menor o desvio de energia para manutenção de temperatura corporal. Porém Lesson e Summers (1991) afirmam que essa relação não é linear, pois em temperaturas críticas (acima de 27°C), a demanda de energia é aumentada para que o organismo da ave possa iniciar os mecanismos de perda de calor. De acordo com Meltzer (1987b), temperaturas acima de 28°C têm efeito negativo na conversão alimentar. Por meio das Figuras 19 e 20 podem ser visualizadas as variações nos valores de conversão alimentar para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown,

respectivamente, ao longo dos períodos experimentais. Pode ser notado que, no segundo período experimental, no qual houve grande ocorrência de temperaturas elevadas durante quase todo período, ocorreram diminuições nos valores de conversão alimentar para ambas as linhagens.

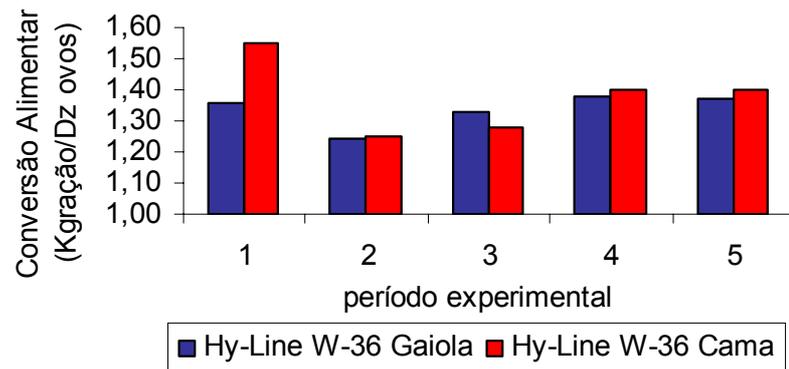


Figura 19 – Conversão alimentar das aves Hy-Line W-36 ao longo dos períodos experimentais

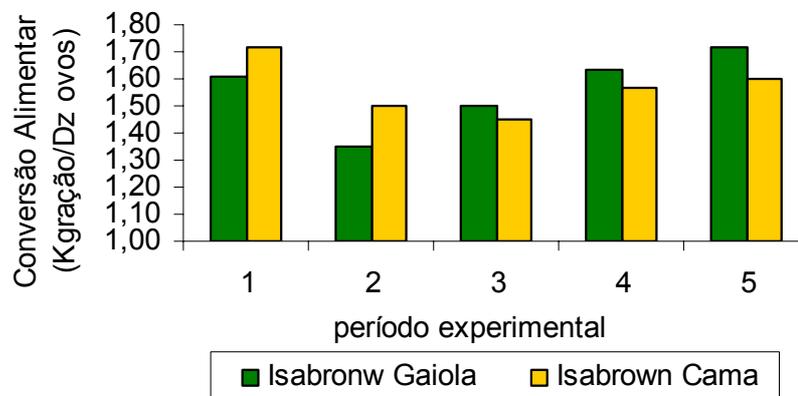


Figura 20 – Conversão alimentar das aves Isabrown ao longo dos períodos experimentais

Na avaliação do período experimental total (Tabela 8) não foram observadas diferenças significativas entre sistemas para os valores de conversão alimentar. As diferenças nos valores de conversão alimentar entre as aves da linhagem Hy-Line W-36 e Isabrown se devem às características intrínsecas das mesmas.

Mostert et al. (1995) observaram melhor conversão alimentar para aves em gaiolas e consideraram que o menor desperdício de ração e a menor movimentação das aves em gaiolas contribuíram para que isto ocorresse. Da mesma forma, Tauson (2005)

afirma que a conversão alimentar nos sistemas alternativos às gaiolas é pior devido à maior movimentação das aves nestes espaços. Porém, no presente estudo não foram observadas diferenças significativas entre os valores de conversão alimentar nos dois sistemas de criação para ambas as linhagens.

Tabela 8 – Conversão Alimentar (kg ração/Dz. Ovo) no período experimental total

Linhagem	Sistemas de criação		CV (%)
	Gaiola	Cama	
Hy-Line W-36	1,33aA	1,38aA	14,17
Isabrown	1,56aB	1,57aB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

4.3.1.2 Peso corporal

Os pesos vivos médios das aves Hy-Line W-36 na data de alojamento foram de 1202g para aves em gaiolas e 1175g para aves em cama enquanto que para as Isabrown foram de 1485g para aves em gaiola e 1323g para aves em cama.

A Tabela 9 apresenta os dados referentes ao ganho de peso das aves ao longo dos cinco períodos experimentais. Pela análise da Tabela pode ser observado que tanto as aves Hy-Line W-36 quanto as Isabrown ganharam maior quantidade de peso vivo no primeiro período experimental. A partir de então, houve variações no ganho de peso em todos os períodos analisados, com tendências de queda e recuperação, como pode ser visualizado nas Figuras 21 e 22.

Tabela 9 – Ganho de peso em cada período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown alojadas em gaiola e em cama

Período	Linhagens	Ganho de peso (g)		CV (%)
		Gaiola	Cama	
1	Hy-Line W-36	256a	182a	23,26
	Isabrown	297a	344a	
2	Hy-Line W-36	-54a	-133b	-29,86
	Isabrown	-47a	-30a	
3	Hy-Line W-36	41a	131b	40,67
	Isabrown	108a	147a	
4	Hy-Line W-36	-32a	21a	26,87
	Isabrown	102a	-11b	
5	Hy-Line W-36	15a	10a	17,68
	Isabrown	-17a	3,57a	

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Ao se analisar a Figura 21, pode ser observado que o ganho de peso das aves Hy-Line W-36 em gaiola e em cama foi aproximado, não diferindo significativamente, como pode ser constatado na tabela 6. Já no segundo período, houve uma perda de peso em ambos os sistemas de criação, porém, as aves em cama perderam mais peso. No quarto período as aves em gaiolas perderam peso, enquanto as aves em cama ganharam, porém não apresentando diferenças significativas. No quinto período, em ambos os sistemas de criação houve pouco ganho de peso em relação ao período anterior.

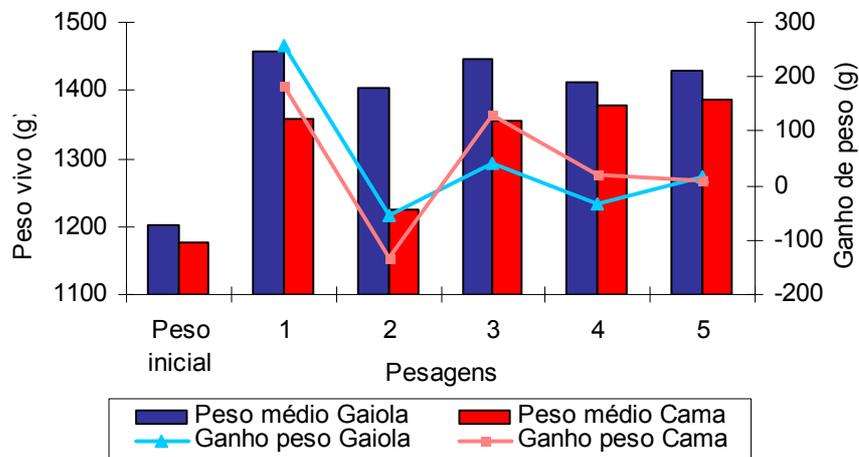


Figura 21 – Peso vivo médio das aves Hy-Line W-36 alojadas em gaiolas e em cama e os ganhos de peso em cada período experimental

Para as aves Isabrown (Figura 22) também pode ser observado o maior ganho de peso no primeiro período, e as perdas no segundo, quarto e quinto períodos, para as aves em gaiolas, principalmente.

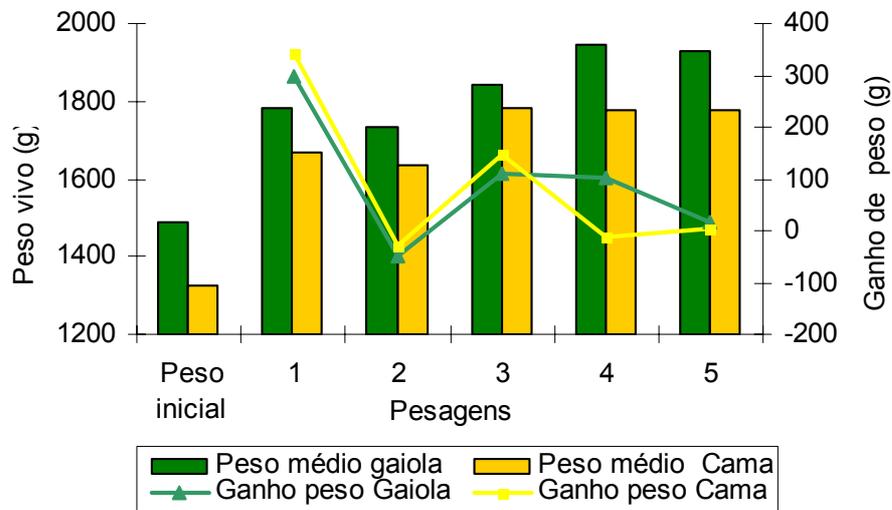


Figura 22 – Peso vivo médio das aves Isabrown alojadas em gaiolas e em cama e os ganhos de peso em cada período experimental

O peso corporal de poedeiras tende a um crescimento linear com o aumento da idade. Parte desse crescimento se deve à deposição de gordura na carcaça, fazendo com que as aves se tornem menos eficientes na produção de ovos. Além disso, as aves mais pesadas necessitam de maior quantidade de alimentos para manutenção (EUCLYDES, 1980).

A observação do peso vivo das aves é de grande importância, uma vez que esta característica está relacionada positivamente com outras variáveis. De acordo com Euclides (1980), dentro de uma mesma linhagem, as aves mais pesadas apresentam melhor desempenho reprodutivo e atingem a maturidade sexual mais cedo, quando comparadas às aves mais leves. Segundo o autor, mudanças no peso corporal ocasionam modificações na taxa de postura e principalmente no peso dos ovos, devido à alta correlação entre estas características.

Pode ser observado que, de maneira geral, as perdas de peso ocorreram nos períodos considerados críticos para o conforto térmico das aves. A maior perda de peso corporal para ambas as linhagens nos sistemas de criação ocorreu no segundo período experimental que coincidiu com piores índices de conforto térmico para as aves, o que está de acordo com Mashaly et al. (2004). Os autores associam esta perda à redução no consumo de ração.

O quarto e quinto períodos, em que também foram observadas perdas de peso vivo, foram caracterizados por grande amplitude térmica, com temperaturas mínimas abaixo do limite crítico inferior, e as máximas acima do limite crítico superior recomendado para as linhagens. Tal condição pode levar à perda de peso das aves, como constatado por Emery et al. (1984), sendo que as aves expostas a temperaturas cíclicas que variavam entre 15, 6, 21,1 e 37,7°C perderam mais peso corporal do que aquelas expostas a temperaturas constantes de 23,9°C.

4.3.1.3 Produção de ovos

A Tabela 10 mostra os dados de produção de ovos (%/ave.dia) das aves das linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown no período experimental total analisado.

Tabela 10 – Produção de ovos (%/ave/dia) no período experimental total

Período total Linhagem	Produção de ovos (%/ave.dia)		CV (%)
	Gaiola	Cama	
Hy-Line W-36	86,92aA	85,86aA	17,62
Isabrown	87,79aA	86,55aA	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Ao se analisar a Tabela 10, pode ser observado que não houve diferenças produtivas entre sistemas de criação, e a produção de ovos em gaiola e em cama foram equivalentes. Conclusões sobre produção de ovos em experimentos de pequena escala e em curto período podem levar a constatações equivocadas. Contudo, a similaridade na produção de ovos entre os dois sistemas de criação suportam as observações de Abrahamsson e Tauson (1995); Tanaka e Hurnik (1992); Mench et al. (1985).

De acordo com North e Bell (1990) vários são os fatores envolvidos na eficiência de produção de um lote. Além da linhagem, a idade ao início da postura, o peso corporal e sua uniformidade, nutrição, sanidade e o manejo aplicado estão amplamente envolvidos. A manutenção e o controle desses fatores dependem das condições do ambiente físico ao qual a ave está submetida. Segundo Marsdensen e Morris (1987), idade e temperatura ambiente estão entre os fatores mais importantes que afetam o desempenho das aves poedeiras. Dessa forma, as características meteorológicas do ambiente de criação são fatores fundamentais no desempenho produtivo. Deve ser

considerado, que no presente trabalho, ambos os sistemas de criação estavam inseridos no mesmo ambiente, e as possíveis diferenças de microclima devem-se às características de cada sistema. Ao se analisar a produção de ovos em cada período experimental separadamente (Tabela 11) pode ser observado que no 2° período, para as aves Hy-Line W-36 e no 3° período, para as aves Isabrown, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre tratamentos (sistemas de criação) para o parâmetro produção de ovos.

Tabela 11 – Produção de ovos (%/ave/dia) em cada período experimental

Períodos	Linhagem	Produção de ovos (%/ave/dia)		CV (%)
		Gaiola	Cama	
1	Hy-Line W-36	82,64aA	75,51aA	29,12
	Isabrown	82,74aA	79,21aA	
2	Hy-Line W-36	91,96aA	85,33bA	13,43
	Isabrown	92,06aA	90,68aB	
3	Hy-Line W-36	88,79aA	88,52aA	13,51
	Isabrown	91,17aA	86,98bA	
4	Hy-Line W-36	88,83aA	88,78aA	14,29
	Isabrown	86,41aA	89,41aA	
5	Hy-Line W-36	87,38aA	91,20aA	13,24
	Isabrown	86,61aA	86,48aB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Também pode ser notado que houve um desenvolvimento produtivo diferenciado entre os sistemas de criação e, conseqüentemente, a maior taxa de postura ocorreu em momentos diferentes em gaiola e em cama para as aves de ambas as linhagens, o que pode ser devido a diferenças na maturidade sexual entre as aves nos dois sistemas de criação. Dessa forma, conclui-se que o sistema de criação pode ter interferido na idade de maturidade sexual das aves. Assim, as aves da linhagem Hy-Line W-36 em gaiola apresentaram maior porcentagem de postura no 2° período experimental e as aves em cama, no quinto período. Com relação às aves da linhagem Isabrown, a ocorrência da maior taxa de postura se deu no mesmo período em ambos os sistemas de criação, porém com um declínio da produção, após o pico menos acentuado para as aves em gaiola. Uma possível explicação foi o fato, de que as aves em gaiolas estavam mais próximas do ponto de luz, recebendo estímulos luminosos mais intensos, com efeitos na

taxa de ovulação. Além disso, as pequenas diferenças de peso vivo também podem ter favorecido a maturidade sexual mais avançada para as aves em gaiola.

Pode-se notar que as diferenças nos valores de produção de ovos, observadas na Tabela 11, se deram nos períodos em que ocorreram os picos de postura das aves em gaiola de ambas as linhagens. Preconiza-se que o pico de postura ocorra na 28ª semana de idade (GUIA DE MANEJO HY-LINE W-36, 2002; GUIA DE MANEJO ISABROWN, 2002).

Na Figura 23 na qual é mostrada a porcentagem de postura no primeiro período experimental das aves Hy-Line W-36, pode ser observado que no sistema de criação em gaiolas, o nível de 50% produção foi atingido na primeira semana (entre os dias 2 e 9), correspondente às 22 semanas de idade das aves, enquanto no sistema de criação em cama, ocorreu na segunda semana do período experimental (entre os dias 9 e 16), correspondente às 23 semanas de idade das aves.

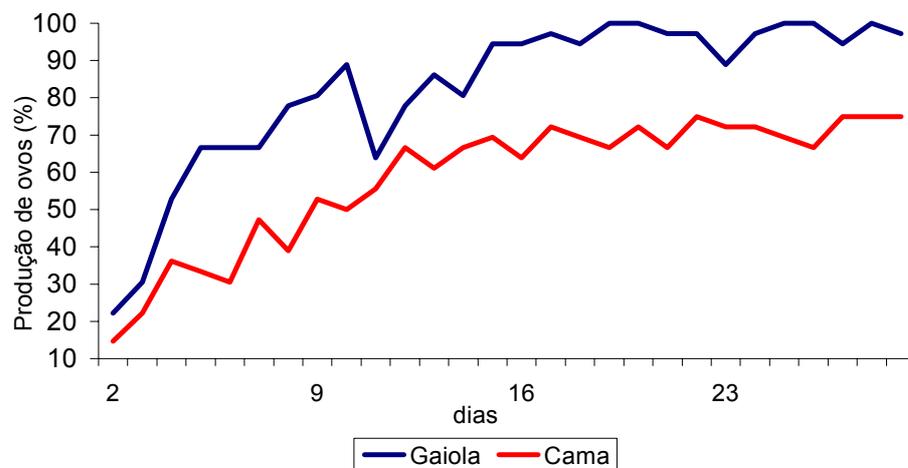


Figura 23 – Porcentagem de postura da linhagem Hy-Line W-36 no primeiro período experimental

Para as aves Isabrown, o nível de produção de 50% (Figura 24) se deu na mesma época em ambos os sistemas de criação, ocorrendo nas 19 semanas de idade.

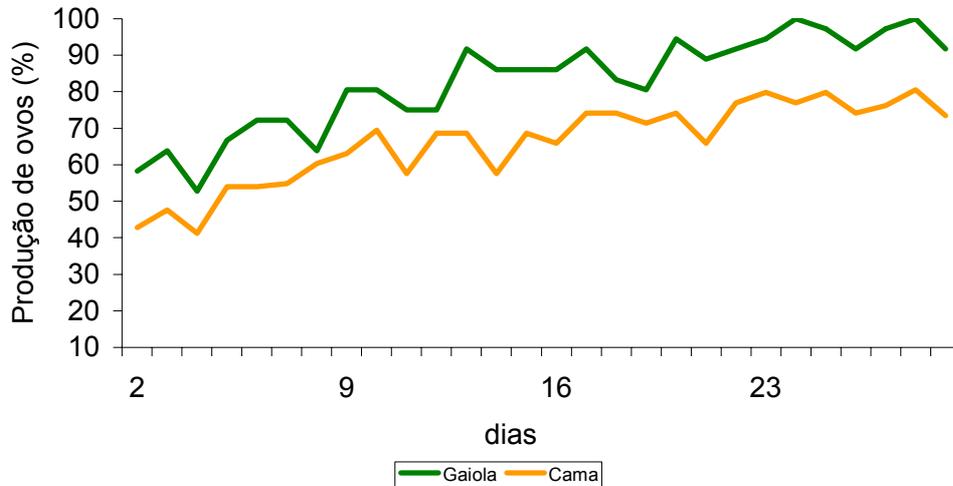


Figura 24 – Produção de ovos da linhagem Isabrown no primeiro período experimental

Embora as diferenças estatísticas de produção entre sistemas de criação tenham sido observadas apenas no 2º e no 3º período experimental, ao se analisar a curva de produção da linhagem Hy-Line W-36 (Figura 25) pode ser notado que a porcentagem de postura sofreu variações ao longo de todos os períodos experimentais.

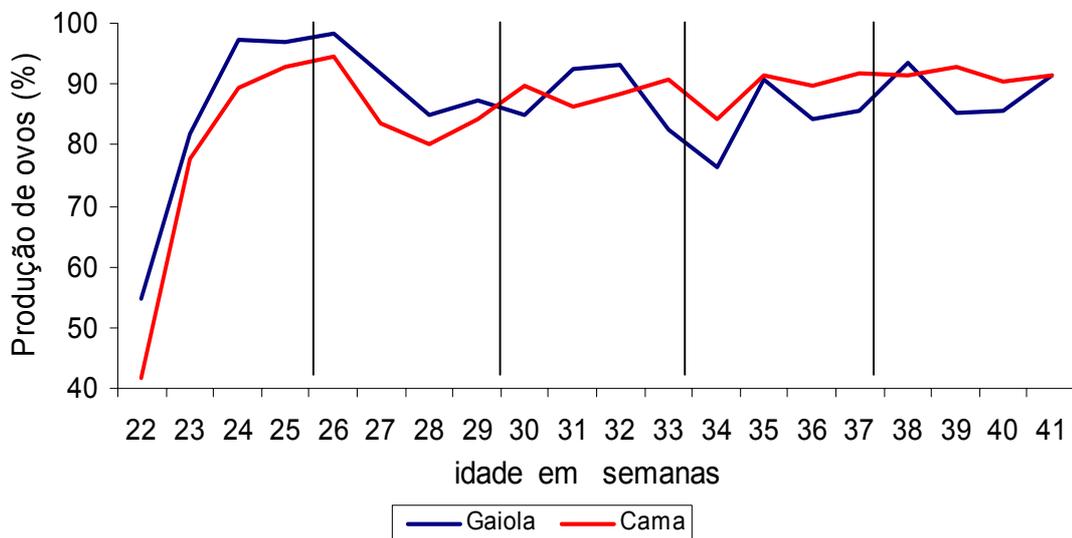


Figura 25 – Porcentagens de postura para as aves Hy-Line W-36 ao longo dos períodos experimentais

Ao se avaliar a Figura 25, pode-se observar quedas bruscas na porcentagem de postura das aves Hy-Line W-36 na 27ª e 28ª semana (segundo período) em ambos os sistemas de criação e na 30ª, 33ª, 34ª, 36ª e 39ª semanas para as aves em gaiola,

enquanto para as aves em cama, essas quedas bruscas ocorreram apenas nas 31^a e 34^a semana. Também pode ser notado que as quedas de produção sofridas pelas aves em gaiolas na 34^a semana levaram a valores de produção inferiores às aves em cama, na referida semana.

As diferenças na maturidade sexual também podem ter feito com que o declínio da postura, após o pico, ocorresse em momentos diferentes. Assim, pode-se verificar que, enquanto a produção das aves em gaiola começava a declinar, a produção das aves em cama ainda tendia a subir ou manter-se constante.

Ao se analisar a Figura 26, na qual é mostrada a porcentagem de postura ao longo dos cinco períodos experimentais para aves Isabrown, podem ser observadas as quedas nos valores de produção entre o 2^o e 3^o período experimental (na 24^a. e na 26^a semana) e novamente no quarto período (na 31^a semana) e no 5^o período (35^a semana).

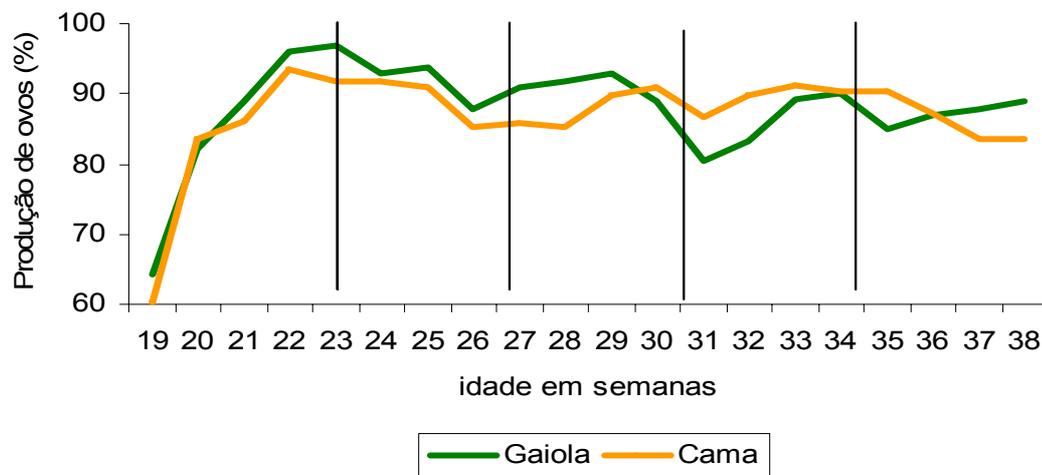


Figura 26 - Porcentagens de postura para as aves Isabrown ao longo dos períodos experimentais

Pode-se notar que, para ambas as linhagens, as quedas bruscas de produção ocorreram, em sua maioria, nos períodos de maior entalpia, como pode ser visualizado nas Figuras 27 e 28.

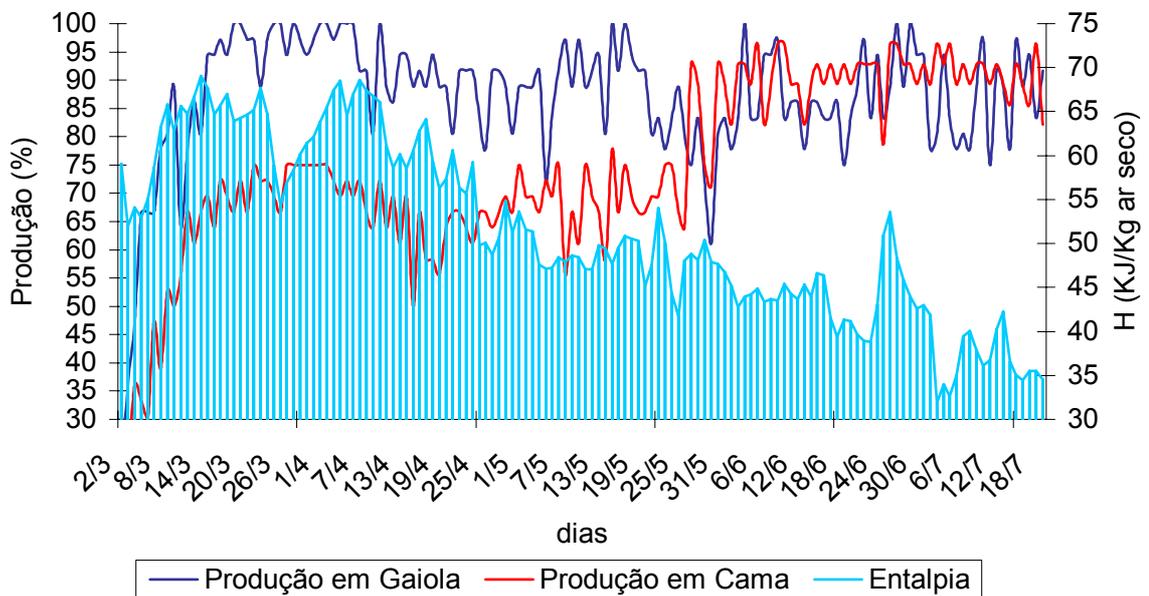


Figura 27 – Porcentagem de postura das aves Hy-Line W-36 e a entalpia média observada no período

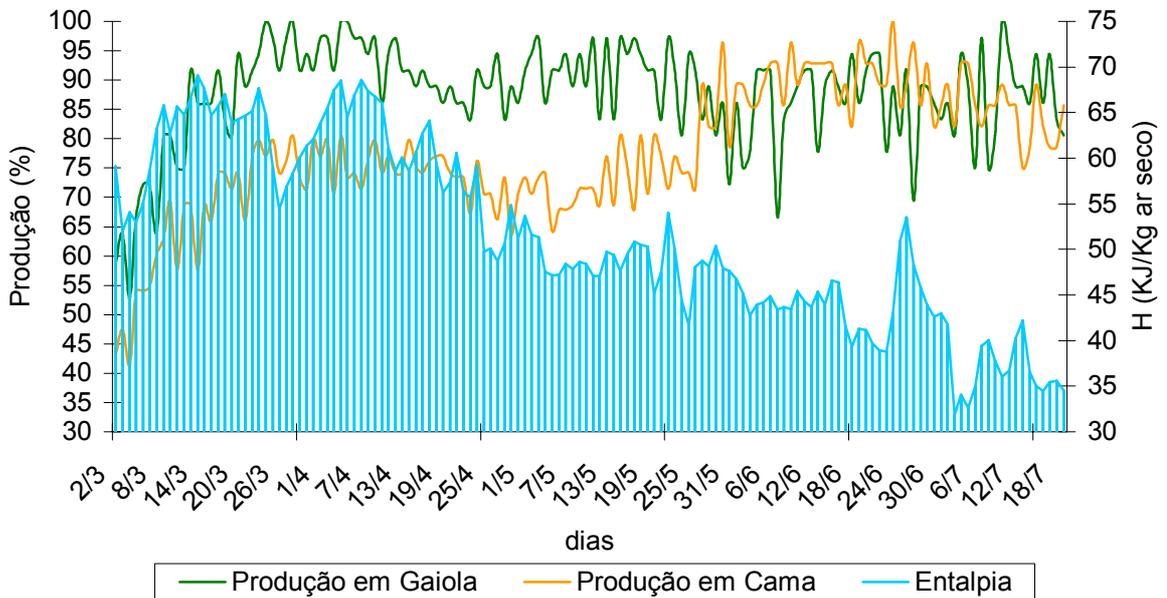


Figura 28 – Porcentagem de postura das aves Isabrown e a entalpia média observada no período

Pode ser notado que as quedas nos valores de produção seguida dos dias de maior entalpia são mais visíveis para as aves em gaiolas.

De acordo com Mahmoud (1996), o estresse por calor provoca alterações no balanço ácido-base, no status do Ca^{2+} e a diminuição da habilidade das células do

duodeno no transporte de cálcio, o que pode ter efeito deletério na produção e nas características da casca do ovo. Além disso, as quedas de produção nos períodos quentes podem estar relacionadas às quedas no consumo alimentar. Daniel e Balnave (1981) observaram que o estresse por calor reduz o consumo alimentar e consequentemente a produção de ovos. Porém, Novero et al. (1991) observaram que o estresse por calor interrompe os mecanismos de controle da ovulação antes do declínio no consumo.

De acordo com Mueller e Amezcua (1959), aves poedeiras expostas a elevadas temperaturas (30°C) secretam menos tiroxina, o que pode comprometer a produção de ovos, uma vez que esta se correlaciona positivamente com a secreção de tiroxina.

Muiruri e Harrison (1991) observaram que as quedas na produção podem ser efeito também dos elevados valores de temperatura das semanas anteriores.

Observa-se que há uma tendência, para ambas as linhagens, de recuperação gradativa, após as quedas de produção nos períodos quentes, porém sem alcançar os valores anteriores à queda de postura. De acordo com Muiruri e Harrison (1991) os efeitos do estresse calórico na produção de ovos pode ser prolongado mesmo após o retorno à termoneutralidade, podendo perdurar por até 28 dias.

Também pode ser observado que a queda dos valores de entalpia ocorridas nas últimas semanas experimentais (5° período) provocou pequenas variações na produção das aves, sendo mais facilmente observado para as aves da linhagem Hy-Line W-36 alojadas em gaiolas. Essa redução na porcentagem de postura pode estar relacionada à maior demanda energética para a manutenção da temperatura corporal, devido à exposição ao vento frio, principalmente das aves em gaiolas, que ficavam mais expostas às correntes de ar do que as aves em cama. Aliado a isso, a maior amplitude térmica observada neste período pode ter influenciado no equilíbrio térmico das aves, uma vez que tanto as temperaturas máximas como as mínimas ultrapassaram os limites inferior e superior recomendado para as linhagens, que são de 20 e 27°C.

Para as aves da linhagem Isabrown, outro fator que poder ter contribuído para a queda nos valores de produção no quinto período experimental foi a tendência de bicar e comer ovos, apresentada pelas aves de uma parcela experimental de gaiolas. Apesar dos ovos quebrados terem sido considerados para a contagem do percentual de

produção/ave.dia, é possível que alguns ovos tenham sido bicados e ingeridos antes de serem contabilizados, o que pode ter contribuído para a queda da curva de produção observada no referido período. O comportamento de bicagem de ovos é relatado por alguns autores como “vício” desencadeado como resposta, dentre outros fatores ao estresse devido ao confinamento.

É sabido que uma das vantagens do sistema de criação em gaiolas é o maior controle sobre a produção, o consumo e a qualidade dos ovos. Porém, como pôde ser constatado, ao se tratar de ambientes de clima quente, as conseqüências de elevadas temperaturas podem ser mais severas neste sistema. O menor espaço oferecido à ave nas gaiolas, a maior densidade de criação e a maior dificuldade de manutenção de temperatura corpórea podem contribuir com alterações do consumo alimentar e desvios energéticos para a manutenção de temperatura e pioras na qualidade dos ovos. Esses assuntos serão melhor explorados nos tópicos a seguir.

Ao se comparar a produção média de ambas as linhagens nos dois sistemas de criação com o padrão produtivo preconizado pelos manuais de manejo das mesmas (GUIA DE MANEJO HY-LINE W-36, 2002; GUIA DE MANEJO ISABROWN, 2002) não foram observadas diferenças significativas (teste-t aderência). Assim, em ambos os sistemas de criação, as aves obtiveram produção média aproximada dos valores esperados para as linhagens (Figuras 29 e 30).

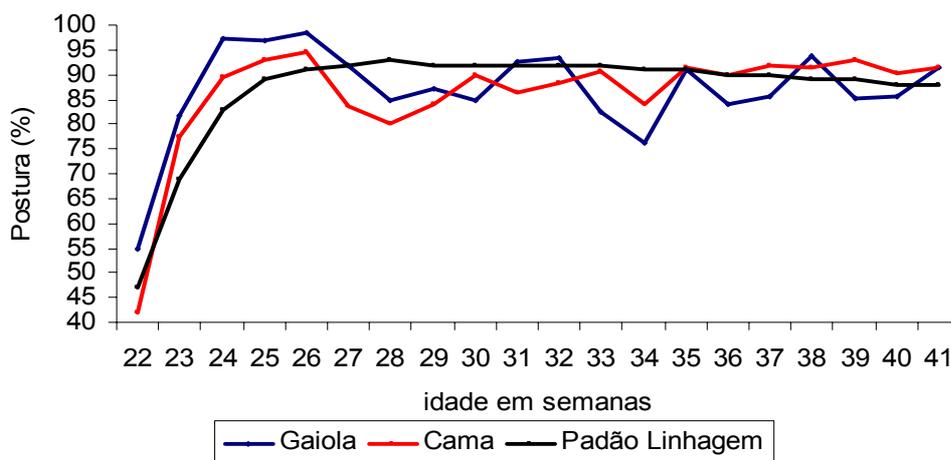


Figura 29 – Porcentagens de postura observadas para as aves Hy-Line W-36 e o padrão esperado para a linhagem

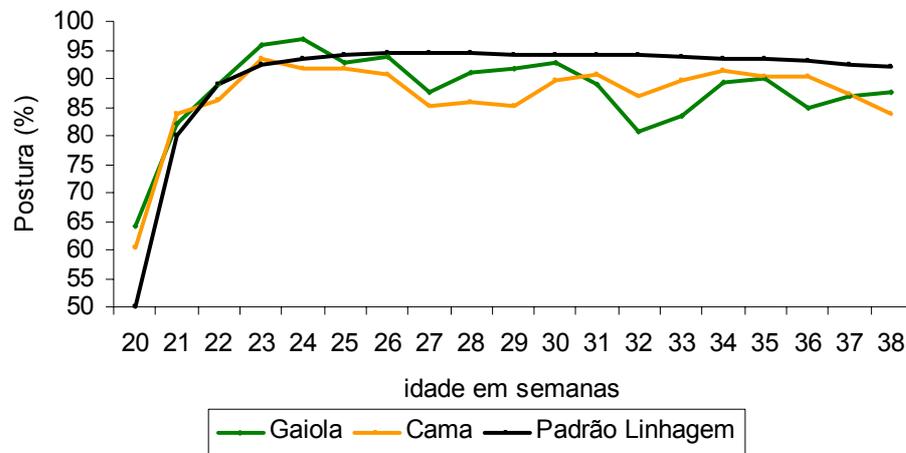


Figura 30 – Porcentagens de postura observadas para as aves Isabrown e o padrão esperado para a linhagem

4.4 Análise da qualidade dos ovos

Os resultados de cada parâmetro qualitativo dos ovos foram organizados de acordo com os períodos experimentais.

4.4.1 Peso do ovo e Unidade Haugh

Na Tabela 12, são apresentados os valores dos pesos dos ovos e a Unidade Haugh das linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama nos períodos analisados.

Tabela 12 – Peso do ovo e Unidade Haugh em cada período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown alojadas em gaiola e em cama

Período	Linhagem	Peso do ovo		CV (%)	Unidade Haugh		CV (%)
		Gaiola	Cama		Gaiola	Cama	
1	Hy-Line W-36	54,08aA	52,75aA	6,49	97,56aA	97,80aA	6,88
	Isabrown	58,96aB	59,21aB		91,80aB	89,32aB	
2	Hy-Line W-36	55,82aA	53,23bA	7,11	94,90aA	96,73aA	7,22
	Isabrown	60,30aB	59,42aB		86,86aB	87,13aB	
3	Hy-Line W-36	58,58aA	57,45aA	7,21	96,44aA	96,40aA	6,67
	Isabrown	64,72aB	62,50aB		89,86aB	92,00aB	
4	Hy-Line W-36	61,84aA	60,84aA	7,07	97,56aA	95,61aA	6,31
	Isabrown	63,04aB	62,16aB		92,65aB	88,62bB	
5	Hy-Line W-36	62,29aA	60,78aA	7,18	89,84aA	95,69bA	9,16
	Isabrown	65,25aB	63,22bB		85,64aA	84,75aB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Pela análise da tabela, pode ser observado que, para o parâmetro peso do ovo, apenas no segundo período, para as aves Hy-Line W36, e no quinto período, para as aves Isabrown, foram observadas diferenças significativas entre sistemas de criação. Essas diferenças podem estar relacionadas às diminuições no peso vivo sofridas pelas aves nestes períodos, as quais podem ser conseqüências da diminuição do consumo de ração nos dias de maior estresse por calor.

Estes resultados estão de acordo com Daniel e Balnave (1981); Emery et al. (1984); Kirunda et al. (2001); Mashaly et al. (2004) que observaram queda no peso dos ovos em função de temperaturas elevadas e atribuíram como conseqüência da diminuição do consumo alimentar no período. Como já citado, foi observada uma diminuição no consumo de ração e diminuição na conversão alimentar e no peso vivo das aves nos período de maior temperatura e entalpia, o que pode ter acarretado diminuição no peso dos ovos na semana em que ocorreu o estresse e nas semanas posteriores.

De acordo com Kirunda et al. (2001), as diminuições do consumo e da capacidade de digerir nutrientes, devido ao estresse por calor, afetam não somente a produção de ovos, mas também seus atributos de peso e qualidade. Segundo Wilson (1949); Miller e Sunde (1975), um período de exposição de 24 horas a temperaturas elevadas é suficiente para causar a diminuição do peso dos ovos.

Na avaliação do período experimental total (Tabela 13) foram observadas diferenças significativas entre sistemas de criação para ambas as linhagens. Porém, de acordo com a classificação comercial dos ovos em função do peso (Avicultura Industrial 2005) os ovos das aves da linhagem Hy-Line W-36 de ambos os sistemas enquadraram-se na caracterização de médio, e os das aves Isabrown em extra-grande, sendo estas diferenças devido às características de peso vivo de cada linhagem.

Tabela 13 – Peso dos ovos em todo período experimental para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama

Linhagem	Sistemas de criação		CV (%)
	Gaiola	Cama	
Hy-Line W-36	56,50aA	55,07bA	4,96
Isabrown	61,56aB	60,23bB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Vários são os fatores envolvidos nas determinações dos pesos dos ovos, os quais foram relacionados nos tópicos anteriores. O maior peso dos ovos das aves em gaiolas pode estar relacionado ao maior peso observado para as aves neste sistema, o que está de acordo com Mostert et al. (1995); Mench et al. (1985). Pode ser observado que o peso dos ovos das aves de ambas as linhagens tanto em gaiolas quanto em cama, tendeu a aumentar com a idade das aves, de acordo com o descrito por Van der Brant (2004).

De acordo com Fletcher et al. (1981; 1983) ao se analisar os escores de Unidade Haugh, deve ser considerado que estes são maiores nos ovos mais pesados e diminuíram com o aumento da idade da galinha poedeira (CUNNINGHAM et al., 1960). Para este parâmetro, somente foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de criação no 4º período experimental para as aves da linhagem Isabrown e no 5º período para as aves da linhagem Hy-Line W-36, podendo ser reflexo das variações observadas para o peso dos ovos. Os ovos provenientes de ambos os sistemas de criação foram selecionados, de acordo com a classificação do Estados Unidos (2000), em AA, ou seja, escores compreendidos entre 72 e 100 UH.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os sistemas de criação, para a linhagem Hy-Line W-36 (Tabela 12) pode ser observado que no segundo período experimental, houve uma diminuição dos valores de Unidade Haugh, sendo visualizado, principalmente para as aves em gaiola. No quarto período foram notadas melhoras nos valores de Unidade Haugh para as aves em gaiola, enquanto para as aves em cama, mantiveram-se praticamente constantes. Porém no quinto período experimental, houve um declínio mais acentuado para as aves em gaiola. Para as aves Isabrown (Tabela 12) também pôde ser observada uma queda acentuada dos valores de Unidade Haugh para ambos os tratamentos no segundo período experimental. No quarto período podem ser observadas quedas nos valores de Unidade Haugh para as aves em cama, o que levou a apresentar diferenças significativas entre os sistemas de criação. No quinto período, em ambos os sistemas de criação, foi notado um declínio bastante acentuado nos valores de Unidade Haugh, o que pode ter sido consequência da grande amplitude térmica observada no período além da idade mais avançada das aves.

Em ambas as linhagens, pode ser notado que as variações e quedas mais acentuadas nos valores de Unidade Haugh ocorreram principalmente no segundo, quarto e quinto períodos. Provavelmente isso se deu devido à maior carga de estresse térmico sofrida pelas aves nestes períodos, o que está de acordo com Kirunda et al. (2001). Segundo esses autores, o declínio nos escores de Unidade Haugh de aves expostas ao estresse por calor é devido a uma redução na síntese de proteínas e à grande excreção de água no albúmen.

Também pode-se verificar que as quedas mais acentuadas nos valores de Unidade Haugh ocorreram principalmente para as aves em gaiola, o que está de acordo com North e Bell (1990) que observaram que a qualidade interna dos ovos diminui mais rapidamente para aves neste sistema. Pavlovski et al.³. (1981) apud Mostert et al. (1995) também observaram maior escore de Unidade Haugh em ovos de aves criadas em sistema extensivo quando comparado ao sistema intensivo. Porém, Mostert et al. (1995) não observaram diferenças na Unidade Haugh de ovos provenientes de aves no sistema de criação em gaiola comparado ao das aves em cama.

4.4.2 Espessura da casca e Gravidade específica

Os valores observados para espessura da casca e gravidade específica de cada período experimental foram apresentados na Tabela 14. Ao se analisar os dados de ambas as linhagens, pode ser verificado que apenas no segundo e terceiro períodos experimentais foram observadas diferenças significativas nas espessuras da casca entre sistemas de criação.

³ PAVLOSKI, Z.; MASIC, B.; APOSTOLOV, N. Quality of eggs layd by hens kept on free range and in cages. In: BEUVING, G.; SCHEELE, C.W.; SIMONS, P.C.M. (Ed.). **Spelderholt Jubikee Symposia**. Apeldoorn, 1981.

Tabela 14 – Espessura da casca e Gravidade específica em cada período experimental

Período	Linhagem	Espessura da casca		CV (%)	Gravidade específica		CV (%)
		Gaiola	Cama		Gaiola	Cama	
1	Hy-Line W-36	0,40aA	0,41aA	6,23	1,087aA	1,088aA	0,38
	Isabrown	0,41aB	0,43aB		1,089aA	1,090aA	
2	Hy-Line W-36	0,34aA	0,36bA	9,56	1,080aA	1,081aA	0,66
	Isabrown	0,32aB	0,37bA		1,076aA	1,083bA	
3	Hy-Line W-36	0,33aA	0,34bA	9,28	1,077aA	1,082aA	0,85
	Isabrown	0,34aA	0,37bB		1,082aA	1,085aA	
4	Hy-Line W-36	0,38aA	0,38aA	7,98	1,084aA	1,083aA	0,47
	Isabrown	0,41aB	0,42aB		1,088aB	1,089aB	
5	Hy-Line W-36	0,44aA	0,40aA	11,92	1,087aA	1,085aA	0,30
	Isabrown	0,44aA	0,46aB		1,088aA	1,089aB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Pode-se observar, por meio da Figura 31 que nestes referidos períodos, principalmente para as aves em gaiolas, os ovos apresentaram casca mais finas, o que levou a diferenças significativas entre sistemas de criação.

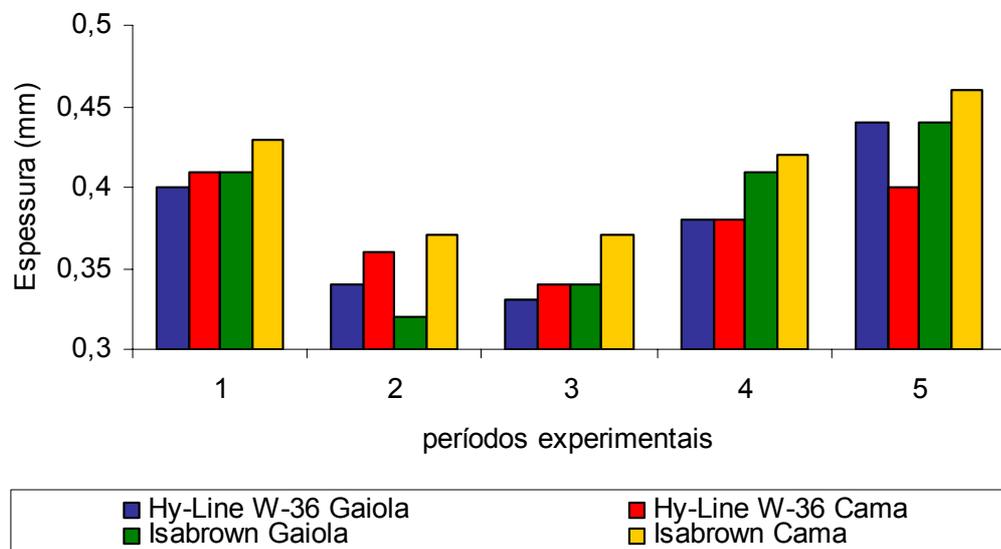


Figura 31 – Espessura da casca dos ovos das aves Hy-Line W-36 e Isabrown

Por meio da Figura 31, pode-se verificar que o efeito da elevada temperatura no segundo período afetou a espessura da casca das aves de ambas as linhagens e sistemas de criação, sendo que em gaiola, esse efeito se deu de maneira mais acentuada, em função do estresse ser maior para aves em gaiolas, conforme observado

por Barbosa Filho (2004). Pode ser observado que esses efeitos se estenderam até o terceiro período, quando a temperatura era menos elevada. Também pode ser destacado que para as aves Isabrown, houve maior diferença nos valores de espessura de casca entre sistemas de criação nestes períodos.

De acordo com Mashaly et al. (2004) e Emery et al. (1984), aves sob estresse por calor apresentam cascas mais finas e isto se deve, parcialmente, à redução do cálcio plasmático. Mahmoud et al. (1996) e Odom et al. (1986) afirmam que há uma redução significativa do cálcio plasmático de aves poedeiras quando expostas a elevadas temperaturas. Porém, além das mudanças climáticas, fatores relacionados ao metabolismo da própria ave podem estar envolvidos no processo de recuperação da espessura da casca dos ovos (FRONING e FUNK, 1958).

Nos demais períodos experimentais não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de criação, o que está de acordo com Mench et al. (1985) que não observaram diferenças entre as cascas de ovos das aves em gaiola e em piso.

Por se tratar de uma medida da qualidade da casca, as observações para a análise de gravidade específica são similares às feitas para avaliação da espessura da casca. Da mesma forma, pode ser notado que há diferenças significativas nos valores de gravidade específica apenas no segundo período experimental, porém, somente para as aves da linhagem Isabrown. Essa menor gravidade específica pode ter ocorrido em função de temperaturas elevadas, conforme observado por Harrison e Biellier (1969). Segundo estes autores, há um rápido decréscimo na gravidade específica dos ovos tão logo as aves sejam expostas ao estresse por calor. Conforme constatado por Barbosa Filho (2004), as aves de maior porte, como as Isabrown, podem ser menos tolerantes às condições de estresse térmico, quando em gaiolas.

4.4.3 Locais de postura, porcentagem de trincas e quebras

Em função dos dados de locais de postura, perdas de ovos e porcentagens de trincas e quebras estarem relacionados tanto com os dados produtivos quanto qualitativos, estes foram apresentados em um único tópico.

A presença de ovos em cama pode ser um grande problema em granjas comerciais. De acordo com Appleby et al. (1992), podem ser observados até 80% de ovos em piso e estes podem representar mais trabalho e perdas devido à maior proporção de quebras e sujeiras, que têm reduzido a qualidade e as vendas dos mesmos. As perdas de ovos em sistemas alternativos, como os que possuem cama, assumem grande importância, sendo o maior responsável pelas diferenças produtivas entre os sistemas de criação. Da mesma forma, há uma preocupação com a possibilidade de sujeiras na casca, uma vez que os ovos, ao entrarem em contato com as aves ou com o material de cama do piso ou ninho, podem se contaminar mais facilmente. De Reu et al. (2005) compararam os níveis de contaminação das cascas de ovos provenientes da criação em gaiola com outros sistemas de criação em piso com cama e observaram que a contaminação foi maior para os ovos provenientes de aviários com cama. Segundo os autores, as contaminações podem ser devido ao contato dos ovos com as fezes das aves, alimentos, poeiras e devido ao próprio material de cama.

No presente trabalho, foram poucos os ovos coletados em cama, devido à grande utilização do ninho pelas aves. De acordo com Appleby (1991) quando os ninhos se aproximam do ambiente natural a ser escolhido para a postura, há pouca tendência desta ser realizada em cama.

Assim, para as aves Hy-Line W-36 apenas 0,35% dos ovos foram colocados em cama, e destes, 92% eram sujos, e para as aves Isabrown apenas 0,26% foram colocados em cama, sendo 67% sujos e o restante limpo.

Na Tabela 15 são mostrados os valores médios da porcentagem de ovos trincados e quebrados para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown nos sistemas de criação em gaiola e em cama.

Tabela 15 – Porcentagem de ovos trincados e quebrados nos dois sistemas de criação durante o período experimental

Linhagem	Trincados			Quebrados		CV
	Gaiola	Cama	(%)	Gaiola	Cama	(%)
Hy-Line W-36	2,8aA	0,5Bb	38,91	1,51aA	1,08aA	42,84
Isabrown	2,03aA	0,8Bb		2,35aB	1,42aA	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Pela análise da tabela, pode ser observado que a porcentagem de ovos trincados foi maior em ambas as linhagens para as aves em gaiolas, diferindo significativamente das aves em cama.

Já ao se avaliar a porcentagem de ovos quebrados, pode-se verificar que não houve diferença entre o sistema de criação gaiola e cama para as aves Hy-Line W-36. Por outro lado, ao se tratar das aves Isabrown, foram observadas diferenças significativas entre sistemas de criação, com maior porcentagem de quebras no sistema de criação em gaiolas. Foi observado que uma parcela experimental das aves Isabrown em gaiolas apresentou o vício de bicar e comer ovos no último período experimental, o que contribuiu para a maior porcentagem de ovos quebrados ou ainda perdidos, levando à menor porcentagem de postura observada neste período para este tratamento.

A maior proporção de ovos trincados nos sistema de criação em gaiolas pode estar relacionada ao seu maior impacto ao rolar na grade das gaiolas, o que já não acontece com os ovos colocados em ninho, o que está de acordo com Barbosa Filho (2004). Dessa forma, o sistema de criação em gaiolas, contrariamente ao que foi observado por Mostert et al. (1995), foi o que mais apresentou perdas por trincas e quebras.

Na tabela 16 são mostradas as porcentagens de ovos pouco sujos e sujos para as linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama.

Tabela 16 – Porcentagem de ovos pouco sujos e sujos classificados de acordo com o Egg-Grading Manual (2000)

Linhagem	Limpos		CV (%)	Pouco Sujos		CV (%)	Sujos		CV (%)
	Gaiola	Cama		Gaiola	Cama		Gaiola	Cama	
Hy-Line W-36	91,19aA	81,35bB	5,46	5,89aA	11,65aA	27,80	2,92aA	6,99aA	53,00
Isabrown	94,58aA	81,33bB		2,99aA	9,73bA		2,93aA	8,92bA	

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na mesma linha (coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Ao se analisar a Tabela 16, pode ser observado que para as aves da linhagem Hy-line W-36 não houve diferenças na proporção de com sujeiras na casca (pouco sujos e sujos) entre sistemas de criação em gaiola e em cama. Já para as aves Isabrown, o sistema de criação em cama foi o que mais apresentou ovos com estas características, concordando com as proposições de Pavlovski et al. (1981) apud Moster et al. (1995).

Por outro lado, Barbosa Filho (2004) comparou a proporção de ovos limpos, pouco sujos e sujos em gaiola e em cama e observou maior proporção de ovos limpos em cama.

Também pode ser notado que entre linhagens no mesmo sistema de criação não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros analisados, o que indica que em ambos os sistemas de criação, há uma tendência similar das linhagens quanto à porcentagem de sujeiras na casca.

Durante a realização do presente trabalho, verificou-se que os boxes experimentais com as aves Isabrown apresentavam a cama mais úmida e compacta, o que pode ser consequência da maior quantidade de fezes produzidas em função do maior consumo de ração, além da maior compactação da cama em função da característica de peso das aves Isabrown. Tal condição pode ter facilitado a sujeira dentro dos ninhos, o que explica a maior proporção de ovos pouco sujos e sujos para as aves Isabrown criadas em cama.

4.5 Avaliação do comportamento

A análise do comportamento das aves mostrou-se uma tarefa de difícil realização, demandando muito tempo para observação e análise das imagens de vídeo. Devido às características das aves de se movimentarem constantemente ou de realizarem movimentos rápidos, foi necessário que as imagens fossem observadas atentamente e muitas vezes, repetidamente, ressaltando a importância da análise por meio de imagens gravadas. Para a observação das aves em gaiolas, a análise foi mais fácil e rápida, uma vez que o repertório de atividades era mais limitado do que o das aves em cama. Foi observado que o pequeno espaço oferecido nas gaiolas dificultou e até mesmo impediu a realização de alguns movimentos das aves, ou ainda a sincronização daqueles que costumam ser estimulados pelo convívio social, tal como o comportamento alimentar (Hughes, 1971). Assim, algumas aves se mantinham sentadas enquanto outras estavam se alimentando, devido à impossibilidade de acessarem o comedouro concomitantemente. Tal condição pode ter favorecido a agressividade e a realização de outros comportamentos não listados e que muitas vezes se caracterizavam por estereotípias.

Nas Figuras 32 e 33 são mostradas as imagens de vídeo capturadas pelas câmeras para o sistema de criação em gaiola e cama respectivamente.



Figura 32 – Imagem capturada pelas câmeras do sistema de criação em gaiolas



Figura 33 – Imagem capturada pelas câmeras do sistema de criação em cama

As características meteorológicas dos 8 dias de análise de comportamento são apresentadas nas Figuras 34 e 35.

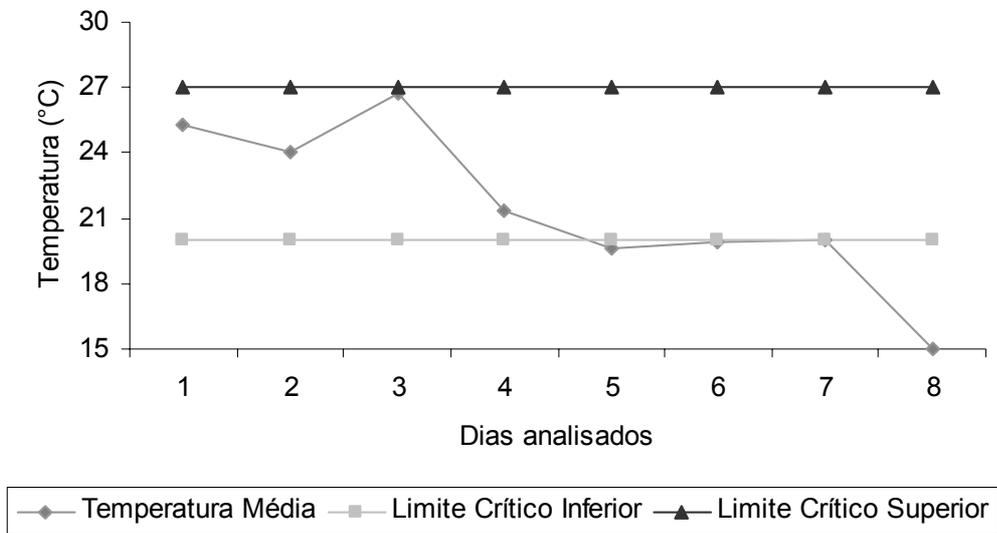


Figura 34 – Valores de temperatura média e os limites críticos inferior e superior para as linhagens estudadas

Como pode ser observado, na Figura 34, a maioria dos dias de análise de comportamento ocorreu em temperaturas dentro da zona de conforto térmico das aves e apenas a 8ª análise ocorreu em dias abaixo do limite crítico inferior recomendado.

As porcentagens de tempo dispensadas em cada comportamento nos três horários analisados para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 – Porcentagem média de tempo dispensado em cada comportamento analisado para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown

Horário	Atividade	Linhagens	8 a 10 h		12 a 13 h		15 a 16 h	
			Gaiola	Cama	Gaiola	Cama	Gaiola	Cama
	Sentada	Hy-Line W36	15	1	10	2	5	0
		Isabrown	14	1	14	3	10	2
	Comendo	Hy-Line W36	37	22	42	20	54	27
		Isabrown	29	14	36	19	42	16
	Bebendo	Hy-Line W36	5	3	6	5	8	3
		Isabrown	4	4	6	5	5	4
	Explorando penas	Hy-Line W36	16	7	17	9	13	4
		Isabrown	18	28	17	18	14	23
	Bicagem Agressiva	Hy-Line W36	0	0	0	0	0	1
		Isabrown	0	0	0	0	0	0
	Bicagem não agressiva	Hy-Line W36	0	0	0	0	0	0
		Isabrown	0	0	0	0	0	0
	Bicagem de objetos	Hy-Line W36	6	1	4	2	6	1
		Isabrown	7	1	6	1	7	2
	Forrageando	Hy-Line W36	0	26	0	29	0	42
		Isabrown	0	21	0	36	0	38
	Banho de areia	Hy-Line W36	0	0	0	11	0	0
		Isabrown	0	1	0	1	0	0
	Uso do ninho/postura	Hy-Line W36	0	20	0	4	0	4
		Isabrown	0	13	0	1	0	0
	Empoleirada	Hy-Line W36	0	11	0	9	0	9
		Isabrown	0	5	0	4	0	3
	Outras	Hy-Line W36	21	9	20	9	14	10
		Isabrown	28	12	22	12	22	12

Na tabela 18 são apresentados os valores médios totais diários para cada comportamento observado para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown.

Tabela 18 – Médias diárias das porcentagens de tempo da realização dos comportamentos das aves Hy-Line W-36 e Isabrown.

Atividade	Hy-Line W-36		Isabrown	
	Gaiola	Cama	Gaiola	Cama
Sentada	10	1	12	2
Comendo	45	23	36	16
Bebendo	6	4	5	4
Explorando penas	16	7	16	23
Bicagem Agressiva	0	0	0	0
Bicagem não agressiva	0	0	0	0
Bicagem de objetos	5	1	7	1
FORAGEANDO	0	32	0	32
Banho de areia	0	4	0	1
Uso do ninho/Postura	0	9	0	5
Empoleirada	0	10	0	4
Outras	18	9	24	12
Total	100	100	100	100

Nas Figuras 35 e 36 são apresentados médias (e os respectivos desvios padrões) das porcentagens de tempo que as aves dispensaram em cada comportamento possível para ambos os ambientes (gaiola e cama). Na figura 37 estão relacionados os comportamentos apenas possíveis em cama.

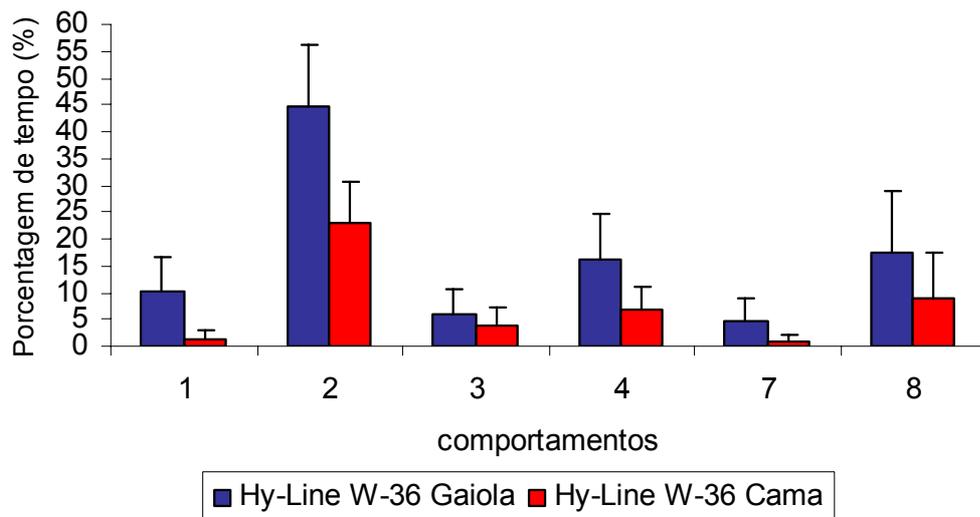


Figura 35 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos possíveis para o ambiente gaiola e cama, realizados pelas aves Hy-Line W-36 no período total do dia

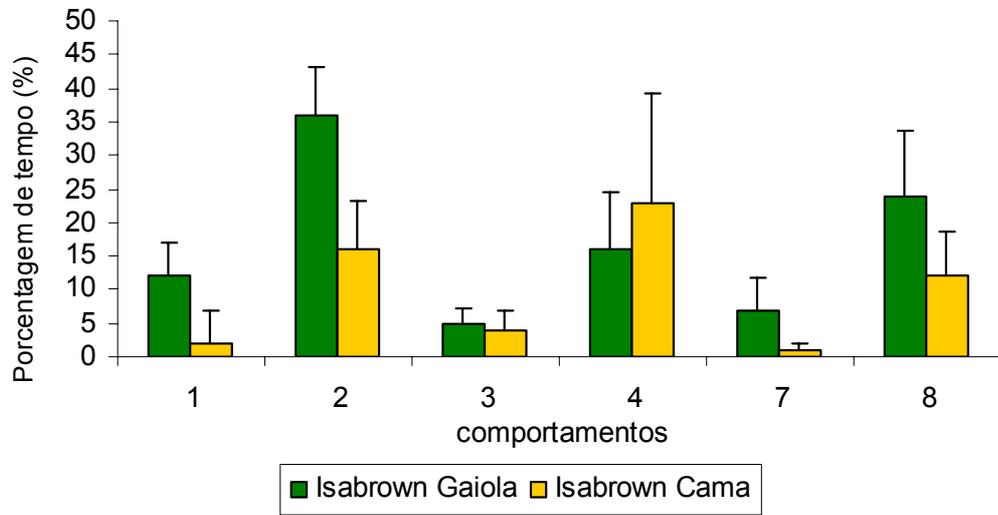


Figura 36 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos possíveis para o ambiente gaiola e cama realizados pelas aves Isabrown no período total do dia

- 1- Sentada
- 2- Comendo
- 3 - Bebendo
- 4- Explorando penas
- 5 - Bicagem agressiva
- 6 -Bicagem não agressiva
- 7- Bicagem do objeto
- 8- Outras

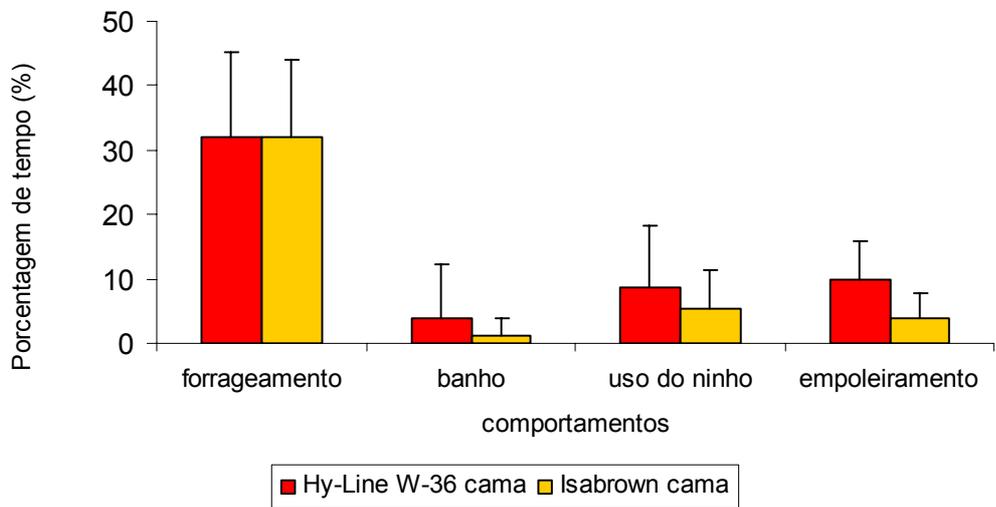


Figura 37 – Porcentagens médias e desvio padrão dos comportamentos realizados pelas aves Hy-Line W-36 e Isabrown e no período total do dia no sistema de criação em cama

4.5.1 Porcentagem de tempo sentada

Pela análise da Tabela 17, pode ser observado que para ambas as linhagens, as aves em gaiola permaneceram mais tempo sentadas do que as aves em cama. Vale ressaltar que para as aves em gaiolas, principalmente no período da manhã, nos horários de 8 às 10 horas, este comportamento está associado também à postura, uma vez que, devido à ausência de ninho, estas põem seus ovos sentadas sobre o piso. Como o posicionamento das câmeras era superior às gaiolas, priorizando a visão do dorso das aves, não foi possível a distinção entre postura e descanso. A falta de espaço para a realização de comportamentos também contribuiu para a maior permanência das aves sentadas em alguns períodos do dia.

Devido ao ninho ter sido bastante utilizado, poucos ovos foram colocados no piso. Assim, no sistema de criação em cama, as observações das porcentagens de tempo que as aves se mantiveram sentadas, estão, em sua maioria, relacionadas ao descanso das aves.

4.5.2 Porcentagem de tempo comendo

Com relação à porcentagem de tempo que as aves se mantiveram comendo, pode ser observado, em ambas as linhagens, que houve uma tendência de aumento no tempo dispensado neste comportamento com o decorrer dos horários analisados, porém esta diferença se mostrou mais evidente para as aves em gaiola, no período de 15 às 16 horas, quando as aves Hy-Line W-36 e Isabrown dispensaram 54 e 42% de seu tempo, enquanto que para as aves em cama, esses valores foram de 27 e 16 %, respectivamente (Tabela 17).

A maior permanência das aves alojadas em gaiola em comportamento de alimentação está de acordo com estudos de Bareham (1976). Segundo Hughes e Duncan (1988), há uma tendência comportamental do animal confinado se manter alimentando, devido à ausência de estímulos para a execução de comportamentos diversos. Porém, como observado no tópico relacionado ao consumo de ração (4.3.1.2), houve pouca diferença na quantidade de ração consumida pelas aves nos dois sistemas de criação. A maior dificuldade da ave em gaiola para se alimentar pode também ter favorecido a maior permanência neste comportamento, uma vez que o acesso ao

comedouro pelas grades das gaiolas pareceu ser mais difícil do que para as aves em cama, que tinham o comedouro na parte interna do boxe experimental. Entre as aves em gaiola, ao se comparar as aves Hy-Line W-36 e as Isabrown, pôde ser observado que, apesar do menor tamanho e maior facilidade de acesso ao comedouro, as aves Hy-Line W-36 demoravam mais tempo em alimentação do que as aves Isabrown.

4.5.3 Porcentagem de tempo bebendo

Para o comportamento de ingestão de água observou-se (Tabela 17) que a maior procura se deu nos períodos mais quentes do dia entre, 12 e 13 e 15 e 16 h, provavelmente devido às maiores temperaturas neste horário. Notou-se também que as aves em gaiola permaneceram mais tempo neste comportamento que as aves em cama, o que pode ser devido ao maior desconforto térmico gerado neste sistema de criação nos horários analisados.

4.5.4 Porcentagem de tempo explorando penas

Verificou-se (Tabela 18) que as aves Hy-Line W-36 em gaiola exploraram as penas durante um tempo maior (média de 15%) do que as aves em cama (média de 7%). Com relação às aves Isabrown, é observada a maior ocorrência para as aves em cama, com média de 23% do tempo, enquanto em gaiolas, foi de 16%. De acordo com Tanaka e Hurnick (1992), o aumento da atividade de exploração das penas em gaiolas pode ser reflexo dos maiores problemas de penas pelos quais estas aves são acometidas, tanto por causa da bicagem agressiva, quanto por causa das fricções contra o piso da gaiola, na tentativa de tomar banho. Segundo Duncan e Wood-Gush (1974), o aumento da atividade de exploração de penas também pode estar relacionado com a frustração das aves em gaiolas, porém, para que se possa fazer esta afirmação, é preciso uma análise detalhada. De acordo com Barehan (1976), a maior sujeira do empenamento das aves com acesso à cama também pode levar as aves à maior necessidade de explorar as penas. Ao se comparar o tempo médio que as aves se mantiveram nesta atividade (Tabela 18), pode-se notar que este foi maior para as aves Isabrown em cama. Conforme descrito anteriormente (tópico 5.4.3), o material de cama das aves Isabrown mostrava-se sempre mais úmido e compacto, o que possivelmente

limitou o banho dessas aves e dessa forma, a exploração de penas se fez mais necessária.

4.5.5 Porcentagem de tempo em Bicagens

As atitudes de bicagem foram divididas em três categorias, de forma a se distinguir as bicagens normais no convívio entre as aves, (não agressivas) e as consideradas agressivas (NICOL et al., 1999), causando reação defensiva ou também agressiva da parte da ave bicada, além das bicagens de objetos (bicagem nos constituintes do local de criação, exceto no material de cama, considerado como forrageamento).

De acordo com Abrahanson e Tauson (1995), a bicagem de penas é considerada um redirecionamento do comportamento de bicagem de alimentos que seria realizada no forrageamento. Analisando-se os dados sobre bicagens agressiva e não agressiva entre as aves (Tabela 17), constatou-se que a ocorrência deste comportamento se deu apenas entre as 15 e 16h, ocupando apenas 1% do tempo. Já para a bicagem de objetos, pôde ser constatada maior porcentagem de tempo, sendo maior em gaiola: 5% para a linhagem Hy-Line W-36 e 7% e para a linhagem Isabrown, enquanto em cama foi de 1% para ambas as linhagens. De acordo com Blokhuis (1986) e Mollenhorst et al. (2005), a atitude de bicar as grades das gaiolas pode ser um redirecionamento de comportamento devido à falta de substrato de cama para forragear ou tomar banho.

4.5.6 Porcentagem de tempo Forrageando

O forrageamento é uma atividade de movimentos bastante vigorosos, envolvendo os atos de ciscar e bicar o substrato em busca de alimentos, o que pode ocasionar gastos energéticos por parte do animal. Devido à ausência de material de cama em gaiolas (substrato), o comportamento de forrageamento, que considerou os atos de ciscar e bicar a cama, foi observado apenas para as aves alojadas em cama. Pode ser notado que este comportamento tendeu a ocorrer com maior frequência no período da tarde, de 12 a 13 e 15 a 16 horas para ambas as linhagens, conforme as proposições de Mc Lean et al. (1986). A porcentagem de tempo em que a ave desempenhou a atividade de forrageamento foi de 32 % para ambas as linhagens (Tabela 18), sendo este, o

segundo comportamento mais realizado, depois do consumo de ração. Tal observação concorda com as proposições de Dawkins (1989) de que grande parte do tempo das aves é ocupada pela atividade de forrageamento, o que demonstra sua preferência por este recurso. Segundo a autora, o forrageamento tem importantes implicações para o bem-estar das aves, contribuindo também para reduções de problemas com canibalismo.

4.5.7 Porcentagem de tempo em Banho de “areia”

Segundo Appleby e Hughes (1991), o banho tem efeito comportamental e, físico além de regular o total de camada lipídica das penas e manter a plumagem interna mais solta. Appleby afirma que o ato de arrumar penas, tomar banho de areia e outros comportamentos de conforto, tais como bater asas, ruflar penas, e esticar-se são importantes em ambientes de confinamento, por manterem a plumagem das aves em boas condições. De acordo com Hogan e Van Boxel (1993), o estímulo da luz e da temperatura ambiental pode controlar o horário de realização do banho das aves, bem como a sua ocorrência ou não.

Pela análise da Tabela 17, pode-se notar que o banho de “areia” para as aves Hy-Line W-36 ocorreu apenas no período da tarde (das 12 às 13 horas), de acordo com as observações de Mc Lean et al. (1986). Por outro lado, para as aves Isabrown o banho ocorreu também durante o período da manhã, de 8 às 10 horas. Ao se comparar as duas linhagens, verifica-se que, apesar das aves Hy-Line W-36 terem realizado o banho apenas no horário da tarde, dispensaram mais tempo neste comportamento, com frequência de 4%, enquanto as Isabrown ocuparam apenas 1% do tempo analisado. Como mencionado anteriormente, as condições do material de cama das aves Isabrown (úmida e compacta) podem não ter favorecido este comportamento, levando as aves a executarem apenas a exploração de penas como artifício para limpeza das mesmas.

4.5.8 Porcentagem de tempo empoleirando

A análise do empoleiramento foi realizada apenas para as aves em cama, vez que somente este sistema de criação possuía poleiros. Pode ser observado que este comportamento ocupou 10% do tempo observado para as aves Hy-Line W-36 e 4% para

as aves Isabrown. Por se tratar de aves leves, as aves Hy-line W-36 possivelmente têm mais habilidade no uso do poleiro, sendo maior o tempo observado para esta linhagem nesta atividade. Apesar dos horários que foram analisados não privilegiarem o uso do poleiro, que ocorre mais no período da noite, pode ser notado que estes ainda assim foram utilizados pelas aves, podendo ter contribuído para as trocas de calor com o ambiente.

4.5.9 Porcentagem de tempo usando o ninho ou em postura

Da mesma forma que para o banho de “areia” e empoleiramento, os comportamentos de uso do ninho e postura puderam ser observados unicamente para as aves em cama, uma vez que foram consideradas, para a constatação destes comportamentos, as visitas das aves ao ninho e sua estadia por um período para realização da postura. A escolha e permanência das aves nos ninhos podem ser devido a vários fatores, sendo estes principalmente os de ordem social (LUNDBERG; KEELING, 1999). Rudkin e Stewart (2003) observaram que a ocupação dos ninhos em gaiolas enriquecidas foi de 2 a 13% do tempo analisado, enquanto Mench et al. (1985), Cordiner e Savory (2001), observaram que a ocupação do ninho em aviários com cama foi em torno de 10% e 2% do tempo analisado, respectivamente.

Assim, como esperado, o período de maior frequência de realização da postura se deu entre 8 e 10 horas (Tabela 17), período este considerado comum para este comportamento em função do ciclo de formação do ovo. Ao se comparar as duas linhagens, percebe-se que as aves Hy-Line W-36 dispensaram mais tempo (9%) em uso do ninho e em postura, permanecendo quase que o dobro do tempo das aves Isabrown (5%).

4.5.10 Porcentagem de tempo em outras atividades

Como “outras” atividades, foram consideradas as atividades que não constavam no etograma, incluindo-se os momentos em que as aves ficaram paradas, ou sem nenhuma movimentação de importância no ambiente de criação. Pode ser observado pela Tabela 18 que para as aves em gaiola houve mais tempo nestas atividades, sendo

de 18 e 24% para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown respectivamente, enquanto para as aves em cama foi de 9 e 12%.

As aves Hy-Line W-36 são aves menores e mais leves, o que facilita sua movimentação, tanto no ambiente de gaiolas quanto em cama. Tal condição favoreceu a realização de alguns comportamentos relacionados no etograma, como comentado nos tópicos anteriores, o que pode explicar sua menor permanência em outras atividades não esperadas. De acordo com Black e Hughes (1974), as aves são animais bastante ativos, permanecendo pouco tempo imóveis quando há liberdade de movimentação. Por outro lado, Appleby e Hughes (1991) afirmam que as aves em ambientes com restrição de espaço apresentam a tendência comportamental de se manterem muito tempo paradas ou deitadas ou ainda em comportamentos agressivos, tais como a bicagem de penas ou em estereotípias.

Nas análises do presente trabalho, muitas vezes foi constatado que, quando não estavam realizando algum comportamento típico incluído no etograma, além de permanecerem paradas, postura típica de animais em confinamento, as aves em gaiola desempenharam atividades outras que muitas vezes eram realizadas repetitivamente, sem finalidade objetiva, configurando-se como estereotípias, como descrito por Broom (1988). Em função dessas observações, procurou-se analisar mais detalhadamente essas atividades, de forma a identificá-las. Desse modo, foi constatado que essas atividades consistiam em movimentos da cabeça para fora das gaiolas ou de andar de um lado para o outro na mesma, relatados por Tanaka e Hurnick (1992) como reflexos de estresse.

Na Figura 38, foram detalhados os comportamentos incluídos nas análises consideradas como “outras atividades” para as aves em gaiola e em cama.

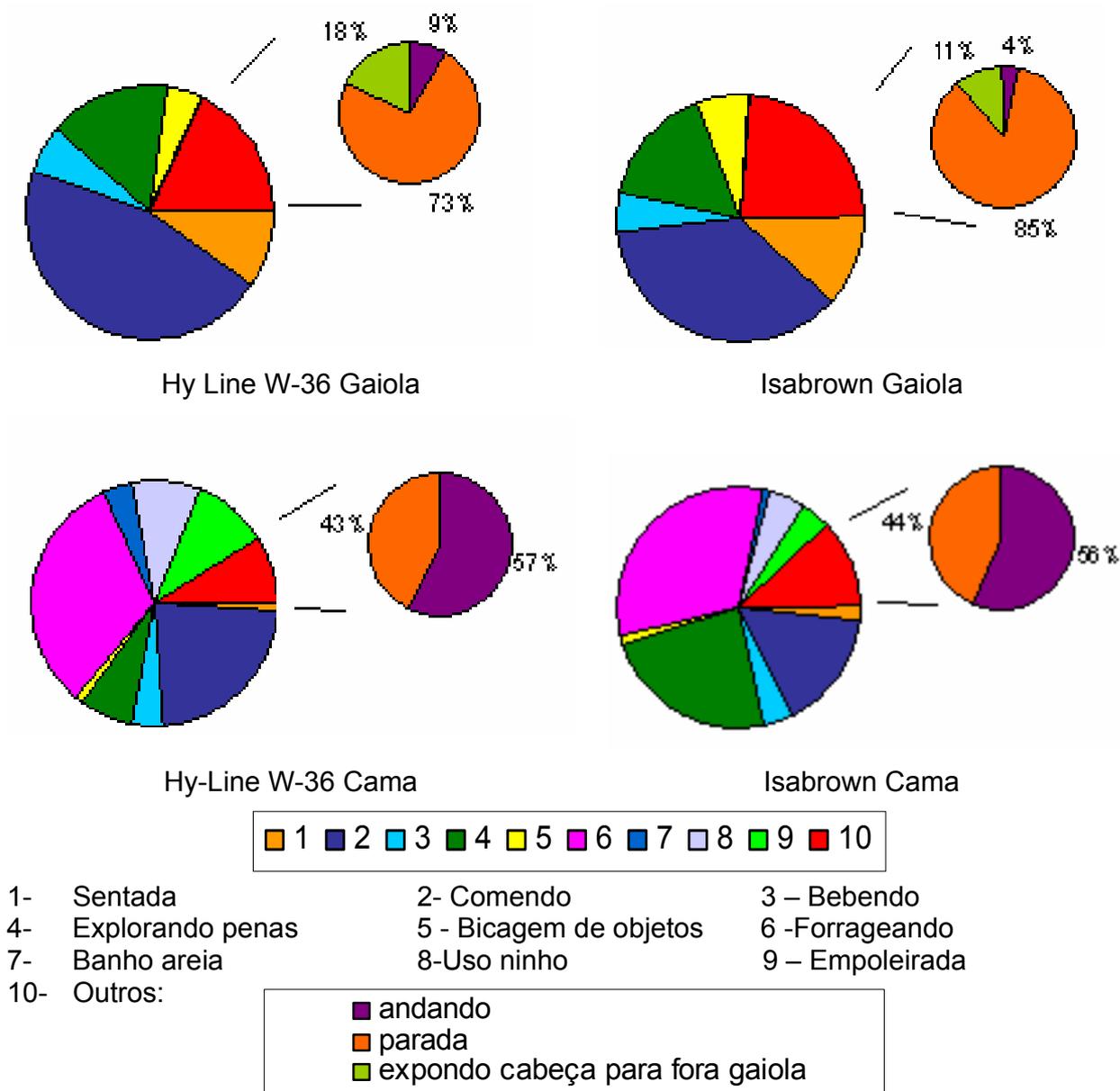


Figura 38 – Detalhamento dos comportamentos que compunham as observações em “Outras atividades” para aves em gaiola e em cama

De acordo com Bareham (1972); Black e Hughes (1974), há maiores freqüências de movimentos de balanço de cabeça em aves em gaiolas do que em aviários, sendo este comportamento considerado uma estereotipia como resposta à frustração de seus comportamentos. Em trabalho realizado por Black e Hughes (1974) os comportamentos de estereotipia ocorreram de 5 a 10 vezes mais em gaiolas do que em aviário. Já para em cama, as aves Hy-Line W-36 e Isabrown apresentaram praticamente a mesma

distribuição de atividades e os comportamentos observados eram a permanência da ave parada, que foi de 43 e 44% para as linhagens Hy-Line W-36 e Isabrown respectivamente e principalmente andando, o que compunha 57 e 56% do tempo observado. Porém, vale ressaltar, que as aves Hy-Line W-36, apesar de ocuparem um mesmo período de tempo andando, eram mais agitadas e sua movimentação mais intensa.

4.5.11 Movimentos de conforto

Por se tratar de movimentos rápidos, as análises dos movimentos de conforto foram feitas para quantidades de movimentos realizados durante o período de observação das aves, para que pudessem ser melhor avaliados.

Na figura 39 são apresentadas o número de comportamentos observados durante o período analisado.

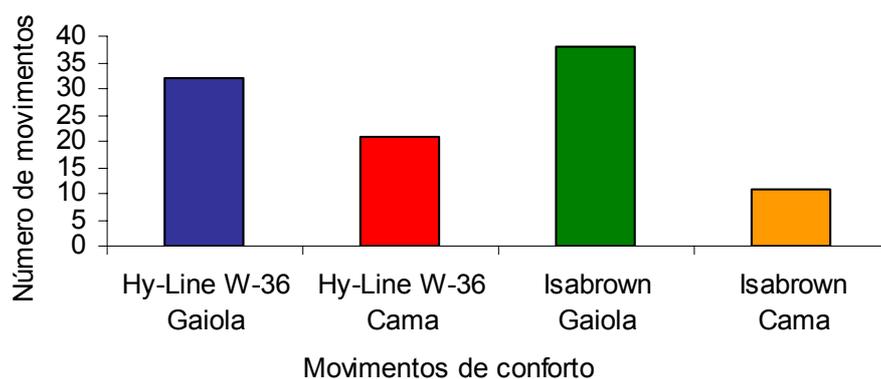


Figura 39 – Número de movimentos de conforto observados para as aves Hy-Line W-36 e Isabrown em gaiola e em cama

Pode ser observado que os movimentos de conforto ocorreram com maior frequência para as aves em gaiola, sendo mais notado para as aves Isabrown.

A falta de oportunidade para a execução de alguns comportamentos em gaiola pode ter levado as aves a terem maior necessidade de realizarem movimentos de conforto, principalmente as aves Isabrown, cujo maior porte demanda mais espaço. Segundo Black e Hughes (1974), movimentos como esticar asas e pernas podem ser realizados em ambientes de confinamento, como uma compensação da atividade de bater asas, movimento este que requer espaço, sendo praticamente impossível em

gaiolas. Dessa forma, os comportamentos de conforto realizados em cama, possivelmente diferem daqueles realizados nas gaiolas.

Com relação às aves Hy-Line W-36, nota-se que também realizaram esses comportamentos com boa frequência, e, em cama, tiveram maior número de movimentos do que as aves Isabrown. A maior ocorrência de movimentos de conforto para as aves Hy-Line W-36 em cama quando comparadas às Isabrown, pode ser atribuída à sua característica de serem mais agitadas.

4.5.12 Necessidades Comportamentais

Considerando a classificação de Hurnik (1995) quanto ao atendimento das necessidades dos animais, pode-se relacionar a ocorrência dos comportamentos das aves e sua distribuição no período analisado da seguinte forma (Quadro 8)

Necessidades	Comportamentos	Porcentagens de tempo (%)			
		Hy-Line W-36		Isabrown	
		Gaiola	Cama	Gaiola	Cama
Sustento da vida	Comer	51	27	41	20
	Beber				
Manutenção da saúde e do Conforto	Explorar penas	16	7	16	23
	Forragear	-	55	-	42
	Tomar Banho				
	Usufruir Ninho				
Empoleirar					

Quadro 8 – Distribuição dos comportamentos de acordo com as necessidades

Ao se analisar a tabela, pode-se observar que as aves em gaiola permanecerem mais tempo em comportamentos considerados essenciais à manutenção da vida, enquanto que para as aves em cama, os comportamentos relacionados à manutenção da saúde e do conforto ocuparam a maior porcentagem de tempo.

O percentual de tempo utilizado pelas aves em gaiolas nos comportamentos de consumo de ração e água ocupou em média, o dobro do tempo empregado pelas aves em cama. Como foi discutido anteriormente, além da maior dificuldade de acesso ao comedouro, em função dos obstáculos impostos pelas grades das gaiolas, as aves neste sistema de criação passavam grande parte do tempo bicando a ração, ao invés de

realmente ingeri-la, o que foi comprovado na avaliação do consumo de ração (tópico 5.3.1.2). Dessa forma, o tempo empreendido pelas aves no atendimento das necessidades de manutenção da vida foi um reflexo dos problemas apresentados e não necessariamente pela maior demanda imposta pelo ambiente de gaiolas. Tal condição pode ser um indicativo de problemas de bem-estar, uma vez que o emprego de tempo nestas atividades, mais especificamente para o consumo de ração, foi uma substituição dos comportamentos naturais impossibilitados pelas gaiolas.

Ao se avaliar as informações fornecidas no Quadro 8 nota-se que os comportamentos relativos ao atendimento das necessidades em questão ocuparam 67% do tempo das aves Hy-Line W-36 em gaiola, enquanto para as aves dessa linhagem em cama, o tempo ocupado foi de 89%. Para as aves Isabrown, esses valores totalizaram 57% do tempo em gaiola e em cama, 85%. Assim, pode ser observado que o tempo restante para outras atividades foi maior em gaiolas, e como foi observado anteriormente, são ocupados por inatividade e comportamentos relacionados ao estresse e estereotípias.

Como relatado por Hurnik (1995), para alcançar e manter padrões elevados de bem-estar é necessário o atendimento das três categorias de necessidades. A persistência na falha em satisfazer uma necessidade de conforto pode ter conseqüências piores para um indivíduo do que uma falha temporária no atendimento das necessidades essenciais para a manutenção da vida.

Em função do tempo de duração da pesquisa, foi possível identificar basicamente, as conseqüências imediatas das privações sofridas pelas aves em gaiola, por meio dos sintomas comportamentais, demonstrados pelos comportamentos relacionados ao estresse (como as bicagens das grades das gaiolas, andar de um lado ao outro e a exposição repetida da cabeça para fora da gaiola), relatados por Hurnik (1995) como a "substituição" de atividades. As análises dos reflexos para a saúde demandam mais tempo de observação, porém, alguns indícios, como os escores do empenamento, que será discutido no tópico a seguir, podem sugerir possíveis problemas para a saúde das aves em gaiola a mais longo prazo.

4.6 Análise das condições de empenamento

Os resultados dos escores de empenamento atribuídos às aves são apresentados na tabela 19. Considerando que escores de menor valor representam piores condições de empenamento, pode ser observado que as áreas do corpo mais afetadas foram o peito e o pescoço. Isso pode indicar que se trata de abrasões devido às fricções contra o piso e as grades das gaiolas no ato de expor a cabeça para fora da gaiola para alcançar o comedouro.

Tabela 19 – Escores atribuídos para as regiões analisadas do corpo das aves

Tratamentos	cabeça	Pescoço	peito	cauda	asas	região da cloaca	Total
Hy-Line W-36 Gaiola	4,0	3,0	3,9	4,0	4,0	4,0	22,9
Hy-Line W-36 Cama	4,0	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	23,7
Isabrown Gaiola	3,8	2,8	2,8	2,5	2,9	2,9	17,7
Isabrown Cama	4,0	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	23,9

Pode ser observado que o empenamento das aves da linhagem Isabrown foi mais afetado pelo sistema de criação em gaiola, provavelmente devido a seu maior porte, o que dificultava sua movimentação e principalmente o acesso aos comedouros. Também pode ser observado que o escore para danos na cabeça foi menor para as aves da linhagem Isabrown em gaiolas. De acordo com Bilčić e Keeling (1999), danos no empenamento da cabeça estão relacionados às bicagens agressivas sofridas pelas aves. De fato, durante a realização do trabalho, foram observadas mais bicagens agressivas entre as aves Isabrown em gaiolas.

Porém, os danos no empenamento em geral, não foram tão acentuados quanto os observados por Barehan (1976); Mollenhorst et al. (2005); Onbasilar e Aksoy (2005); Tauson et al. (2006) e Taylor et al. (2001). Assim, mesmo os danos de maior amplitude foram menos severos dos que os observados por esses autores. O tempo de execução do experimento possivelmente foi insuficiente para que fossem verificados maiores danos nos empenamentos das aves, bem como observação de lesões. Porém, como poder ser observado na figura 40 (a,b,c,d), há possibilidade de que as aves em gaiolas apresentem lesões nas áreas desprovidas de penas com o decorrer do tempo, principalmente, nas regiões do peito e pescoço, devido às fricções contra as grades da gaiola.



(a) Escore 1



(b) Escore 2



(c) Escore 3



(d) Escore 3

Figura 40 – Condições de empenamento e escores corporais aplicados

4.7 Aplicação lógica *Fuzzy* na caracterização dos parâmetros avaliados

A etapa final de um processo das operações *Fuzzy* é chamada de *defuzificação*, no qual o valor da variável lingüística de saída inferida pelas regras *Fuzzy* é traduzida em um valor discreto. O objetivo é a obtenção de um único valor numérico discreto que melhor represente os valores *Fuzzy* inferidos da variável lingüística de saída, ou seja, a distribuição de possibilidades.

4.7.1 Caracterização das zonas de conforto térmico

A Figura 41 mostra o resultado gerado para a variável Conforto Térmico a partir da Base de Regras estabelecida com a relação entre Temperatura de bulbo seco (°C) e Umidade Relativa (%).

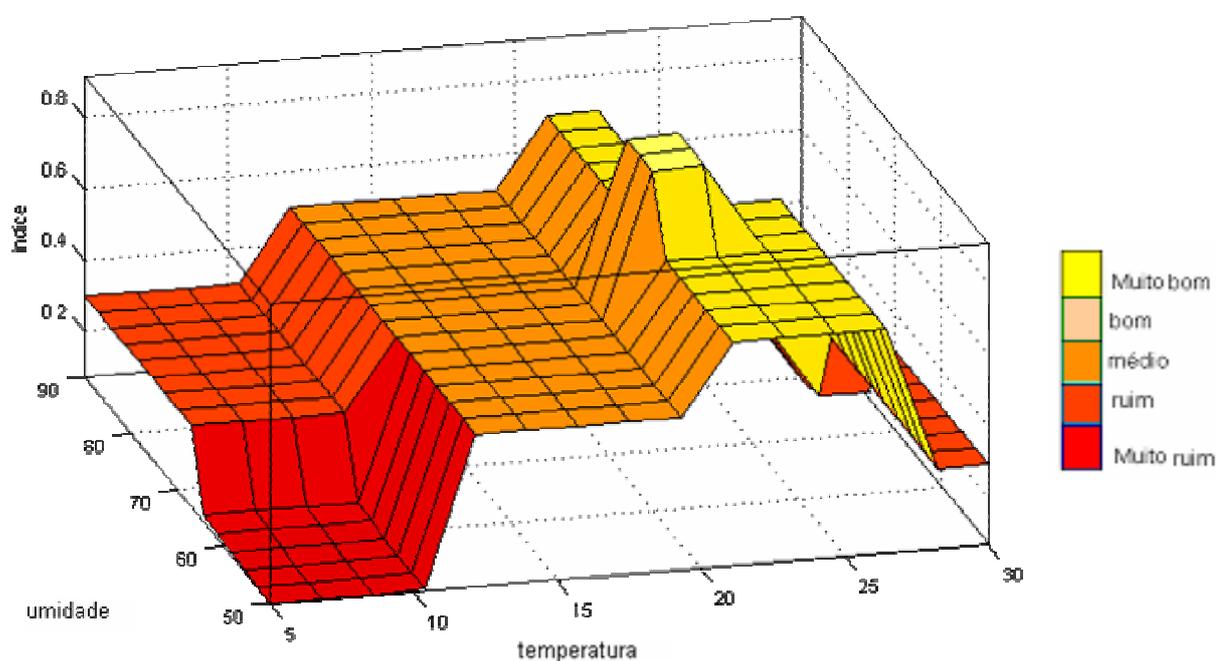


Figura 41 – Resultado do perfil de conforto associado à temperatura e umidade relativa do ar

O que pode ser observado pela análise da figura é a inferência de um valor α , no intervalo $[0,1]$ que representa a sensação de conforto térmico das aves durante os períodos experimentais.

Ao se avaliar os valores de temperatura (°C) e umidade relativa (%) ocorridos durante os cinco períodos experimentais, sob a ótica dos conjuntos Fuzzy gerados, pode-se observar as classificações dos índices de conforto, conforme ilustrado na figura 42.

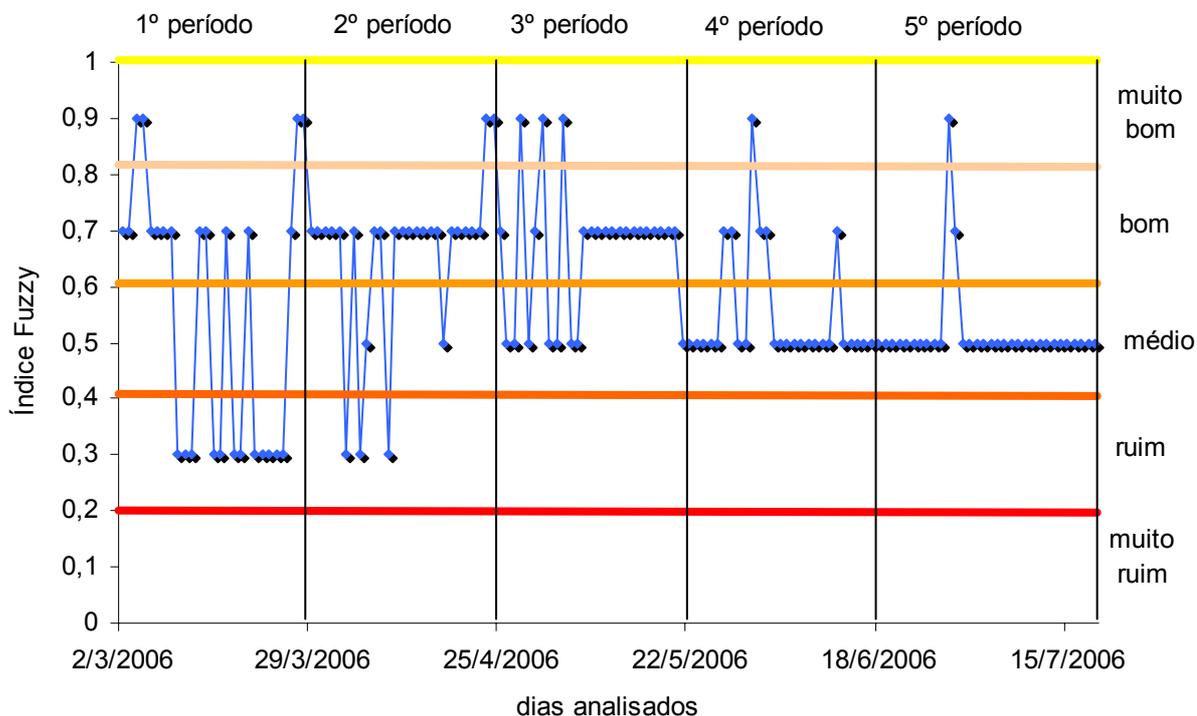


Figura 42 – Distribuições dos intervalos do índice de conforto ao longo dos períodos experimentais

Assim, pode ser notado que somente no 1º e 2º períodos experimentais ocorreram condições classificadas como "ruins" pelo índice de conforto para as aves. Da mesma forma, pode ser observado que a maioria dos períodos experimentais se encontrou dentro dos intervalos de índice de conforto classificados como médio e bom, o que pode ser evidenciado na Figura 43. Isso concorda com o que fora constatado ao se avaliar as variações do desempenho das aves e os possíveis efeitos dos fatores meteorológicos.

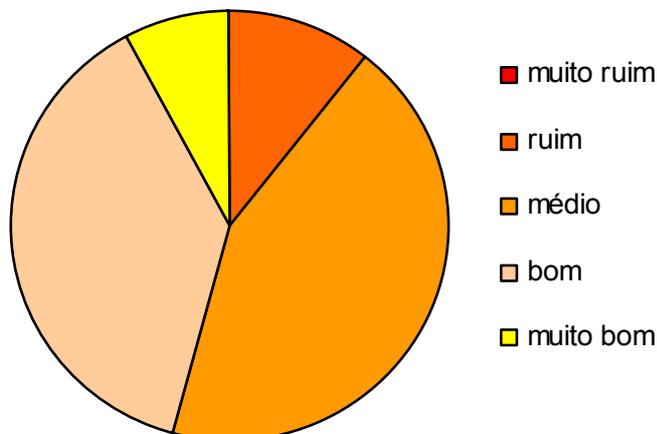


Figura 43 – Porcentagem de ocorrência de cada índice Fuzzy nos períodos experimentais estudados

4.7.2 Caracterização de parâmetros “quantiqualitativos” dos ovos

Para a caracterização dos parâmetros "quantiqualitativos", também foi gerado um índice, para classificação dos dados avaliados. Assim, o que pode ser observado é a inferência de um valor α , no intervalo $[0,10]$ que representa o índice "quantiqualitativo".

Nas figuras 44 e 45 são apresentados os resultados gerados para saída do sistema a partir da base de regras estabelecidas para ambas as linhagens. O eixo vertical é a variável de saída "índice quantiqualitativo" enquanto em cada eixo horizontal estão a produção de ovos (%) e a espessura da casca (mm).

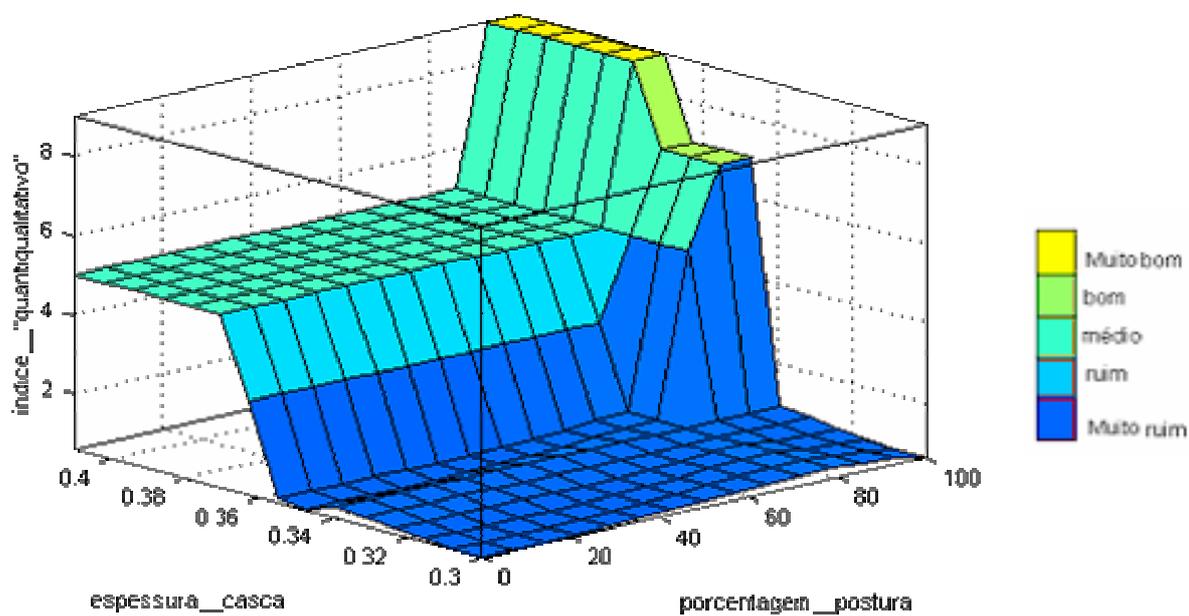


Figura 44 - Resultado do índice "quantitativo" gerado para a linhagem Hy-Line W-36

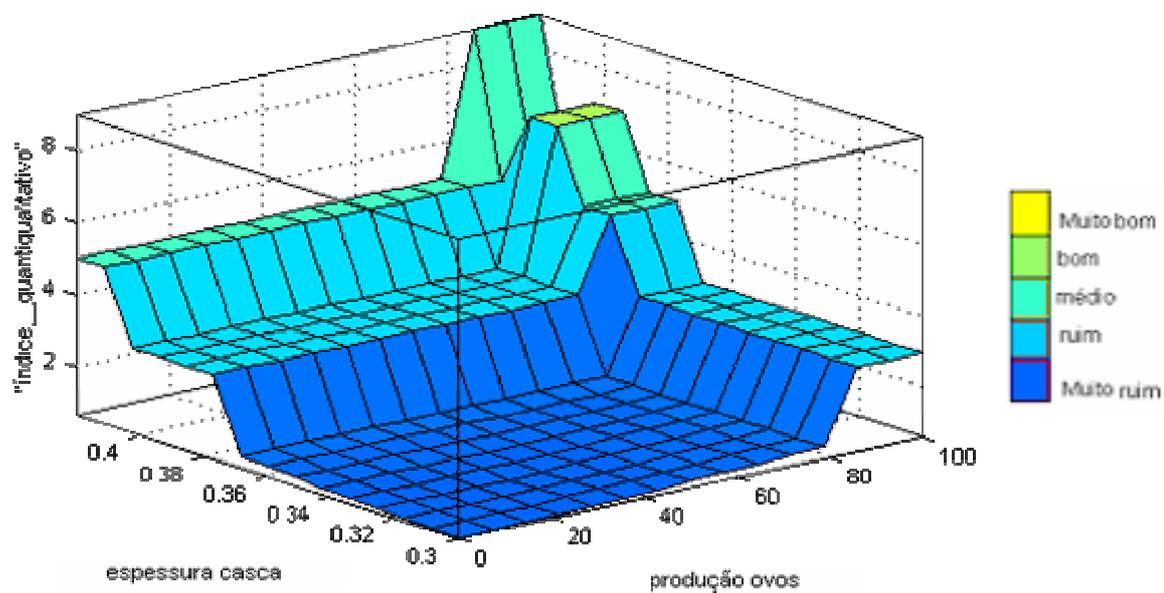


Figura 45 – Resultado do índice "quantitativo" gerado para a linhagem Isabrown

Na tabela 20 são apresentadas as médias das variáveis observadas (Produção de ovos e Espessura da casca) para os cinco períodos experimentais e os respectivos índices *Fuzzy* atribuídos.

Tabela 20 – Valores do Índice "quantitativo" *Fuzzy* obtidos pelos diferentes tratamentos para o no período analisado

Tratamentos	Produção (%)	espessura casca (mm)	índice Fuzzy	Caracterização
Hy-Line W-36 gaiola	86,92	0,37	5	Médio
Hy-Line W-36 cama	85,86	0,38	5	Médio
Isabrown gaiola	87,79	0,38	5	Médio
Isabrown cama	86,55	0,41	7	Bom

Pode ser observado que as aves Hy-Line W-36 tanto em gaiola quanto em cama obtiveram índice Fuzzy de valor 5, o que classifica o índice "quantitativo" como médio. Para as aves Isabrown, a classificação do índice "quantitativo" se deu de forma diferenciada entre os sistemas de criação, e as aves em cama obtiveram maior índice, sendo classificado como bom, enquanto em gaiola, a classificação foi de médio.

Embora o valor da produção de ovos (%) das aves Isabrown tenha sido menor para as aves em cama, o valor da espessura da casca foi maior, o que fez com que o índice "quantitativo" fosse melhor para aves neste sistema. Conforme discutido no tópico 4.4.2 (espessura da casca e gravidade específica) principalmente no 2º período experimental, em que ocorreram dias classificados pelo índice *Fuzzy* como ruins, a espessura da casca das aves Isabrown em gaiola foi bastante inferior à das aves cama, sendo esta diferença detectada tanto pela medição da espessura da casca quanto pela avaliação da gravidade específica. Isso pode explicar as diferenças de índice "qualitativo" atribuídos para essas aves nos dois sistemas de criação. Como mencionado anteriormente, de acordo com Barbosa Filho (2004), as aves de maior porte, como as da linhagem Isabrown, parecem ser menos tolerantes ao estresse térmico, principalmente quando alojadas em gaiolas, o que é desfavorável ao seu bem-estar.

4.7.3 Caracterização dos comportamentos

Para a caracterização dos comportamentos, o objetivo foi a obtenção de um índice que determinasse as condições de bem-estar das aves por meio da porcentagem média de tempo empreendida nos comportamentos considerados essenciais à vida e ao conforto. Assim, o que pode ser observado é a inferência de um valor α , no intervalo $[0,10]$ que representa o índice "condições de bem-estar".

Na figura 46 é apresentado o gráfico de superfície em 3D gerado para saída do sistema a partir da base de regras estabelecidas para o índice "condições de bem-estar". O eixo vertical é a variável de saída "condições de bem-estar" enquanto em cada eixo horizontal estão as porcentagens de tempo nos comportamentos essenciais à vida e à saúde e ao conforto.

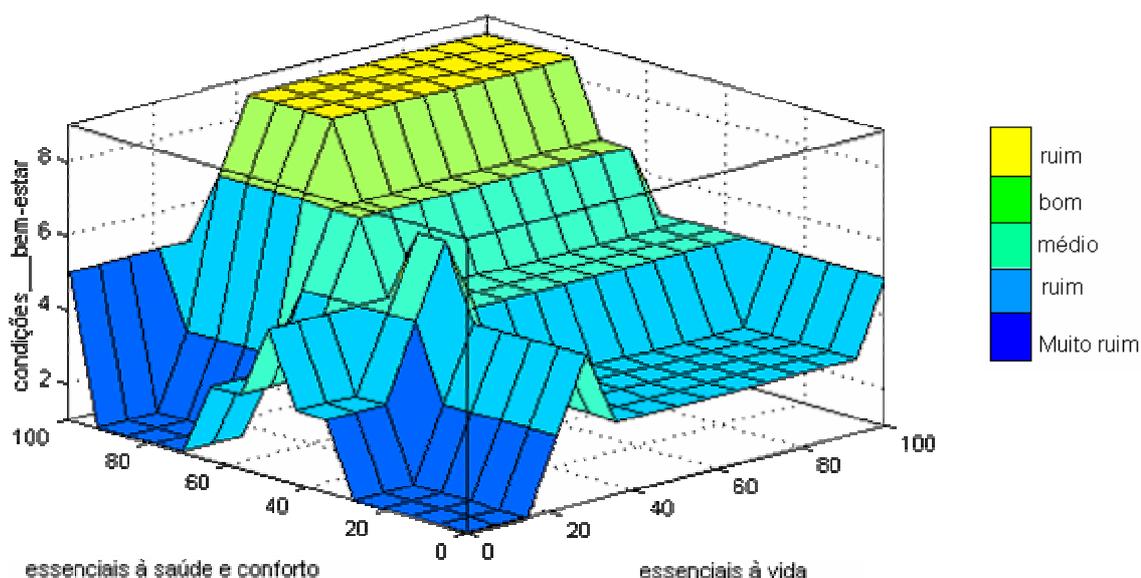


Figura 46 - Gráfico de superfície com o índice "condições de bem-estar"

Na tabela 21 são apresentadas as médias das variáveis observadas (Comportamentos essenciais à vida e ao conforto) para os cinco períodos experimentais e os respectivos índices *Fuzzy* atribuídos.

Tabela 21 - Valores do Índice *Fuzzy* "condições de bem-estar" obtidos pelos diferentes tratamentos para o período analisado

Tratamentos	Essenciais à vida	Essenciais à saúde e ao conforto	Índice Fuzzy	Caracterização
Hy-Line W-36 gaiola	51	16	3	Ruim
Hy-Line W-36 cama	27	55	7	Bom
Isabrown gaiola	41	16	3	Ruim
Isabrown cama	20	42	5	Médio

Para ambas as linhagens, o índice calculado para as condições de bem-estar foi considerado ruim para o sistema de gaiolas. Já para o sistema de criação em cama, o índice para as condições de conforto foi considerado "bom" para a linhagem Hy-Line W-36, enquanto para a linhagem Isabrown, o índice indicou condições médias de bem-estar. Devido aos padrões determinados para as avaliações desse índice se basearam nos intervalos de tempo observados para aves criadas em sistema de criação em cama, já era de se esperar que na comparação entre os sistemas de criação fossem observadas melhores condições para as aves criadas neste sistema. Como discutido anteriormente, o maior tempo no comportamento de consumo de ração observado para aves em gaiolas, retratado por Hughes e Duncan (1988) como um ponto negativo deste sistema e as limitações impostas às realizações dos comportamentos restringem as condições do bem-estar das aves sob o ponto de vista etológico.

Ao se comparar as duas linhagens no sistema de criação em cama, pode ser observado que para as aves Isabrown, o índice calculado para as condições de bem-estar foi menor, sendo caracterizado como médio, ou seja, dentro dos limites esperados. Uma das explicações é a maior permanência das aves Isabrown em outras atividades (andando ou parada) durante as observações realizadas, como pode ser visto no tópico 5.5.10 (porcentagem de tempo em "outras atividades"). Já as aves Hy-line W-36, por serem mais ativas e apresentarem mais atividades por período de observação, desempenharam mais comportamentos de conforto, o que elevou o índice para boas condições.

Os resultados fornecidos pelas avaliações de parâmetros quantiquantitativos (Tabela 20) e de comportamentos (Tabela 21) permitem observar que as condições de bem-estar, baseado na liberdade de expressão de comportamentos, não necessariamente reflete em melhores índices produtivos ou qualidade do produto final, no caso, ovos. Como pôde ser constatado, as aves em gaiola apresentaram uma classificação de ruim para as condições do bem-estar baseado na realização dos comportamentos, mas para o índice que avalia a produção e a qualidade de ovos, obtiveram uma classificação dentro dos parâmetros considerados de condição média.

A melhor caracterização do índice "quantiquantitativo" não necessariamente esteve atrelada aos melhores índices de classificação das condições de bem-estar, como pode ser observado, principalmente, ao se analisar os resultados obtidos para a linhagem Isabrown.

Dessa forma, o que pode ser confirmado é que o valor agregado ao sistema que visa mais liberdade ao animal está atrelado a uma concepção de ética na produção e não necessariamente às melhores características e desempenho produtivo. Essa constatação vai de encontro com as proposições que muitas vezes norteiam as discussões a respeito do bem-estar, com proposta de mudanças baseadas em uma apreciação mais holística.

A proposta de utilização da modelagem *Fuzzy* como ferramenta de auxílio nas avaliações de alguns parâmetros de produção e qualidade de ovos e de comportamento objetivou transformar essas observações em modelos matemáticos. Dessa forma a lógica *Fuzzy* oferece a vantagem de estreitar a relação entre a descrição lingüística e o resultado matemático, o que pode ser usado para verificar a validade das observações realizadas.

Com relação ao comportamento dos animais, há pelo menos duas razões para empregar a lógica *Fuzzy* e os conjuntos *Fuzzy*. A primeira é que muitas ações dos animais não estão sujeitas à lei do tudo ou nada. O comportamento dos animais por si é "*Fuzzy*". A segunda razão é que as análises do comportamento dos animais muitas vezes fornecem uma descrição lingüística do que foi observado ou interpretado, o que torna a lógica *Fuzzy* adequada à etologia.

Com respeito aos demais parâmetros, embora no presente estudo tenha sido empregada a relação entre produção de ovos e espessura da casca, novos cenários podem ser considerados como predições de parâmetros de desempenho ou de qualidade de ovos. Dessa forma, o modelo matemático resultante dessas inferências pode ser utilizado para analisar e simular condições variadas oferecidas às aves, como por exemplo, adoção em outros sistemas de criação.

Como a avaliação do bem-estar depende da análise de fatores variados (BROOM, 1988), é preciso a derivação de modelos matemáticos adequados de uma maneira sistemática para o estudo desses parâmetros. Os modelos resultantes podem ser utilizados para analisar, simular e testar as diferentes condições de bem-estar oferecidas por um sistema de criação.

As análises avaliadas do presente trabalho poderiam ser realizadas por outros meios que não a lógica fuzzy. Porém, a aplicação desta ferramenta fornece um modelo de fácil interpretação. Além disso, os sistemas especialistas fuzzy aqui aplicados permitiram a integração do conhecimento científico de várias pesquisas e pode ser utilizado para auxiliar no entendimento dos comportamentos das aves. Outra vantagem a se observar, é a possibilidade de simples adaptação por meio de mudanças de regras e funções de pertinência. Assim, vale destacar que novas regras podem ser facilmente integradas ao sistema, quando disponibilizadas por um especialista na área de estudo.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que:

- a avaliação do comportamento das aves permitiu identificar atividades de preferência, bem como aquelas indicativas de estresse, possibilitando a determinação das necessidades ambientais necessárias ao bem-estar;
- o sistema de criação em cama, quando devidamente projetado, pode ser compatível ao sistema de criação em gaiolas no que diz respeito ao desempenho zootécnico e à qualidade de ovos produzidos;
- o sistema de criação em cama mostrou estimular a realização dos comportamentos naturais das aves; dessa forma, apresentou maior adequação às exigências de bem-estar, permitindo liberdade para movimentação e realização de comportamentos naturais, além de extinguir a realização de comportamentos relacionados ao estresse ou estereotípias;
- o sistema de criação em cama, sob condições de bem-estar mais apropriadas não apresentou melhor resultado de desempenho produtivo; porém, sob condições menos favoráveis ao conforto, mostrou melhores índices produtivos mais elevados e melhor qualidade de ovos, bem como parâmetros fisiológicos mais adequados;
- a avaliação do comportamento por meio de imagens de vídeo permitiu a análise mais apurada dos comportamentos, por possibilitar o monitoramento concomitante de um grupo grande de animais, além de ser um método não invasivo, fornecendo um banco de dados mais confiáveis do que a observação direta;
- a aplicação da lógica Fuzzy na obtenção de parâmetros indicativos das condições de bem-estar das aves forneceu modelos de fácil interpretação, tornando-se uma ferramenta importante na interpretação das condições de bem-estar das aves, ao associar produção de ovos e espessura da casca e o atendimento das necessidades de manutenção conforto e da saúde as essenciais à vida.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, London, v. 72, p. 2038-2043, 1993.
- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R. Aviary Systems and conventional cages for laying hens. **Acta Agriculturae Scandinavica**. Sect. A. Animal Science, Sweden. v. 45, p. 191-203, 1995.
- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R. Performance and cage quality of laying hens in an aviary system. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, p. 225-232, 1998.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade haugh como medida da qualidade de ovos de ave armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 4, n. 58, p. 681-685, 2001.
- ALVES, S.P.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; BERNARDI, J. Comparações entre comportamentos de aves poedeiras criadas no sistema de gaiolas e em cama. 2004. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 140, 2004. Suplemento. Apresentado na Conferência Apinco, 2004, Santos.
- AMENDOLA, M.; MOLLO NETO, M.; CRUZ, V.F. Using Fuzzy sets theory to analyze environmental condition in order to improve animal productivity. **Biomatemática**, Campinas, v. 15, p. 29-40, 2005b.
- AMENDOLA, M.; SOUZA, A.L.; BARROS, L.C. **Manual do uso da teoria dos conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.5**. Campinas: UNICAMP, FEAGRI & IMECC, 2005a. 46 p. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~laeciocb/MANUAL_2005.pdf> Acesso em: 10 jul. 2006.
- APPLEBY, M.C. Behaviour of laying hens in cages with nest sites. **British Poultry Science**, London, v. 31, p. 71-80, 1990.
- APPLEBY, M.C. **Do hens suffer in battery cages?** A review of the scientific evidence commissioned by the Athene Trust. University of Edinburg, Institute of Ecology and Resource Management, 1991. 11 p. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/html>>. Acesso em: 02 abr. 2003.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioral aspects. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 2, n. 47, p. 109-128, 1991.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. **Poultry production systems: behavior, management and welfare**. Wallingford: CAB International, 1992. 238 p.

APPLEBY, M.C.; HOGART, G.S.; ANDERSON, J.A.; HUGHES, B.O.; WHITTEMORE, C.T. Performance of a deep litter system for egg production. **British Poultry Science**, London, v. 29, p. 735-751, 1988.

AVICULTURA INDUSTRIAL, Porto Feliz, SP: Gessulli, 2003. Disponível em: <<http://.aviculturaindustrial.com.br>> Acesso em: 05 fev. 2005.

BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S.K. Improving eggshell quality at right temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, London, v. 76, p. 558-593, 1997.

BANDEIRA FILHO, J.J. **Sistema de interconexão de equipamentos eletro/eletrônicos para Zootecnia de Precisão**. 2003. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; ALVES, S.P.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; BRIQUESI, L. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras criadas em cama e em gaiola em função da produção de ovos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2004, Campinas, v. 6, p. 140, 2004. Suplemento. Apresentado na Conferência Apinco, 2004, Santos.

BAREHAN, J.R. A comparison of the behaviour and production of laying hens in experimental and conventional battery cages. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 2, p. 291-303, 1976.

BECKER, B.G. Comportamento de aves e sua aplicação prática. In: CONFERÊNCIA APINCO, DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais ...** Campinas: APINCO, 2002. p. 81-90.

BILČIĆ, B.; KEELING, L.J. Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behavior in laying hens. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 444-451, 1999.

BLACK, A.J.; HUGHES, B.O. Patterns of comfort behaviour and activity in domestic fows: a comparison between cages and pens. **British Veterinary Journal**, London, v. 130, p. 23-33, 1974.

BLOKHUIS, H.J. Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 16, p. 63-67, 1986.

BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, Chicago, v. 5, p. 356-361, 1951.

BROOM, D.M., The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 20 p. 5-19, 1988.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CATON, G.H. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 4, p. 711-714, 1981.

BURBIER, N.E. The behavioural priorities of laying hens: the effect of cost/no cost multi-choice tests on time budgets. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 37, p. 225-238, 1996.

CHARLES, D.R. Temperature for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 41, p. 249-258, 1985.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Council Directive 99/74/EC**: laying down minimum standards for the protection of laying hens. Official Journal of the European Communities/ (1.203/53). 19 julho.

COMITE CIENTÍFICO VETERINÁRIO PARA SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL. **The welfare of cattle kept for beef production**. European Commission: SANCO, 2001. 150 p. Disponível em: <<http://www.uni-kassel.de/fb11/tiereg/text/beef-welfare.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2005.

CORDINER, L.S.; SAVORY, C.J. Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status based on examination of consistency of ranking orders and frequency interaction. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, p. 305-317. 2001.

CORNELISSEN, A.M.G.; BERG, J. van den; KOOPS, W.J; KAYMAK, U. Eliciting expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 92, p. 1-18, 2002.

CRAIG, J.V.; CRAIG, J.A. Corticosteroid levels in white leghorn hens as affected by handling, laying-house environment, and genetic stock. **Poultry Science**, London, v. 64, p. 809-816, 1985.

CUNNINGHAM, F.E.; COTTERILL, O.J.; FUNK, E.M. The effect of season and age of bird on egg size, quality and yield. **Poultry Science**, London, v. 39, n. 1, p. 280-290, 1960.

DANIEL, M.; BALNAVE, D. Response of laying hens to gradual and abrupt increases in ambient temperature and humidity. **Australian Journal Agriculture Husbandry**, Melbourne, v. 21, p. 189-195, 1981.

DAWKINS, M.S. Time budgets in Red Jungle Fowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic Fowl. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 24, p. 77-80, 1989.

DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. **Zoology**, Germany, v 106, p. 383-387, 2003. Disponível em: <<http://www.urbanfischer.de/journals/zoology>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

DUNCAN, I.J.H.; WOOD-GUSH, D.G.M. An analyses of displacement preening in the domestic fowl. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 20, p. 68-71, 1974.

DUSENBERY, D. B. Using a microcomputer and video camera to simultaneously track 25 animals. **Computers in Biology and Medicine Veterinary**, Elmsford, v. 15, n. 4, p. 169-175, 1985.

ELSON, H. A. Environmental Factors and Reproduction. In: AUSTIC, R. E; MALDEN C. NESHEIM (Ed). **Poultry Production**. Philadelphia : Lea & Febiger, 1995. p. 389-409.

EMERY, D.A.; PRAN VOHRA; ERNEST, R. A. The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight and shell thickness of hens. **Poultry Science**, London, v. 63, p. 2027-2035, 1984.

ESMAY, M.L. **Principles of animal houses**, Westport: Avi Publ., 1982. 325 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Egg-grading manual**. Washington, 2000. 56 p. (Agricultural Handbook, 75).

EUCLIDES, R. F. **Aspectos genéticos da eficiência alimentar e uso de características alternativas para a seleção de poedeiras leghornes**. 1980. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

FARIA, D.E. **Avaliação de alguns fatores nutricionais e de alimentação sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. 1996. 153 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M.; RAHN, A.P. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solid content. **Poultry Science**, London, v. 62, p. 1800-1805, 1983.

FLETCHER, D. L.; BRITTON, W.M.; RAHN, A.P; SAVAGE, S.I. The influence of layer flock age on egg component and solids content. **Poultry Science**, London, v. 60, p. 983-987, 1981.

FREEMAN, B.M. The domestic fowl in biomedical research: physiological effects of the environment. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 44, p. 41-60, 1988.

FREIRE, R.; WALKER, A.; NICOL, C.J. The relationship between trough height, feather cover and behaviour of laying hens in modified cages. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 63, p. 55-64, 1999.

FRONING, G.W.; FUNK, E.M. Seasonal variation in quality of eggs laid by caged layers and their sisters on the floor. **Poultry Science**, London, v. 37, p. 215-223, 1958.

GATES, R. S.; CHAO, K., SIGRIMIS, N. **Fuzzy control simulation of plant and animal environments**. 1999. 24 p. In: ASAE Annual International Meeting

Toronto, Canada. Disponível em:

<<http://www.bae.uky.edu/gates/freebies/ASAE99/993136.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2006

GUIA DE MANEJO HY-LINE 2002/2003. 20 p Disponível em:

<http://www.hyline.com/w98_s_01.pdf> Acesso em: 05 abr. 2003.

GUIA DE MANEJO ISABROWN, 2002 62 p Disponível em:

<<http://www.colaves.com>>. Acesso em: 05 abr. 2003.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptación de los animales domesticos**. Barcelona: Editorial Labor, 1973. 563 p.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, London, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

HARRISON, P. C.; BIELLIER, H. V. Physiological Response of domestic fowl to abrupt changes of ambient air temperature. **Poultry Science**, London, v. 48, n. 3, p. 1034-1045, 1969.

HAUSER, R.H.; FÖLSCH, D.W. The quality of poultry-house air in alternative systems for laying hens. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM UNIVERSITY OF WARWICK, 4., 1993,Coventry. St. Joseph: ASAE, 1993. p. 671-677.

HOGAN, J.A., BOXEL, F. van. Casual factors controlling dustbathing in Burmese red Junglefowl: some results and a model. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 46, p. 627-635,1993.

HOLDER, D.P.; BRADFORD, M.V. Relationship of specific gravity of chickens eggs to number of cracked eggs observed and percent shell. **Poultry Science**, London, v. 58, 250-251, 1979.

HUGHES, B.O. Allelomimetic feeding in the domestic fowl. **British Poultry Science**, London, v. 12, p. 359-366, 1971.

HUGHES, B.O.; DUNCAN, I.J.H. The notion of ethological "need", models of motivation and animal welfare. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 36, p. 1696-1707, 1988.

HUNTON, P. Egg production, processing and marketing. In: HUNTON, P. (Ed.). **Poultry production**. Amsterdam: Elsevier, 1995. chap. 20, p. 457-481.

HURNIK, J.F. Poultry welfare. In: HUNTON, P. (Ed.). **Poultry production**. Amsterdam: Elsevier, 1995. chap. 23, p. 561-578.

JENDRAL, M.; CHURCH, J.S.; FEDDES, J. **Redesign battery cages to improve laying hen welfare**: final report. 2002. Disponível em: <<http://www.afac.ab.ca/research/projects/environment.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2004.

JENSEN, P.; KEELING, L.; SCHUTZ, K.L. Feather pecking in chickens is genetically related to behavioural and developmental traits. **Physiology and Behavior**, Amsterdam, v. 86 p 52-60, 2005.

KASSIN, H; SYKES, A.H. The respiratory responses of the fowl to hot climates. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 97 p. 301-309, 1982.

KIRUNDA, D.F.K.; SCHEIDELER, S.E.; MCKEE, S.R. The efficacy of vitamin E (DL - α -tocopheryl acetate) supplementation in hens dietas to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, London, v. 80, p. 1378-1383, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. **Commercial poultry nutrition**. Ontario: University Books, 1991. 350 p.

LEWIS, P.D.; MORRIS, T.R. Poultry and coloured light. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 56, p. 190-207, 2000.

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMP, B.; GOVAERT, T.; DE KETELAERE, B.; BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, London, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.

LINDBERG, A.C.; NICOL, C.J. Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 55, p. 113-128, 1997.

LUNDBERG, A.S.; KEELING, L.J. Social effects on dustbathing behaviour in laying hens: using video images to investigate effect of rank. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 81, p. 43-57, 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1994. 296 p.

MAHMOUD, K.Z.; BECK, M.M.; SCHEIDELER, S.E.; FORMAN, K.P.; ANDERSON, K.P.; KACHMAN, S.D. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. **Poultry Science**, London, v. 75, p. 1555-1562, 1996.

MARSDENSEN, A.; MORRIS, T.R. Quantitative review of the effects of environmental temperature on food intake, egg output and energy balance in laying pullets. **British Poultry Science**, London, v. 28, p 693-704, 1987.

MASHALY, M. M.; HENDRICS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune response of commercial laying hens. **Poultry Science**, London, v. 83, p. 889-894, 2004.

MASON, G.J. Stereotypies and suffering. **Behavioral Processes**, Amsterdam, v. 25, p. 103–115, 1991.

MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. 155 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MAZZUCO, H.; ROSA, P.S.; PAIVA, D.P. **Manejo e produção de poedeiras comerciais**. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1997. 67 p.

MCLEAN, K.A.; BAXTER, M.R.; MICHIE, W. A coparison of the welfare of laying hens in battery cages and in a perchery. **Research and Development in Agriculture**, London, v. 3, p. 93-98, 1986.

MELTZER, A. Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 43, p. 33-44. 1987a.

MELTZER, A. Efficiency of effect of high ambient temperatures on food utilization in male broilers. **British Poultry Science**, London, v. 27, p. 349-351, 1987b.

MENCH, J.A.; TIENHOVEN, A. van; MARSH, J.A.; McCORMICK, C.; CUNNINGHAM, D.L.; BACKER, R.C. Effects of cage and floor pen management on behaviour, production and physiological stress responses of laying hens. **Poultry Science**, London, v. 65, p. 1058-1069, 1985.

MILLER, P.C.; SUNDE, M.L. The effects of precise and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors with Leghorn pullets. **Poultry Science**, London, v. 54, p 36-46, 1975.

MOLLENHORST, H.; RODENBURG, T.B.; BOKKERS, E.A.M.; KOENE, P.; DE BOER, I.J.M. On –farm assessment of laying hen welfare: a comparison of one environment - based and two animal-based methods. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 90, n. 3/4, p. 277-291, 2005.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

MOSTERT, B.E.; BOWES, E.H.; WALT, J.C. van der. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. **South African Journal Animal Science**, Johannesburg, v. 25, p. 80-86, 1995.

MUELLER, W.J.; AMEZCUA, A.A. The relationship between certain thyroid characteristics of pullets and their egg production, body weight and environment. **Poultry Science**, London, v. 38, p. 620-624, 1959.

MUIRURI, H. K., HARRISON, P.C. Effect of roost temperature on performance of chickens in hot ambient environments. **Poultry Science**, London, v. 70, p. 2253-2258, 1991.

NÄÄS, I.A.; CURTO, F.P.F. Avicultura de precisão. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. p. 1-30

NAKAMURA, A.; TOGASHI, K., YAMAMOTO, N.; NISHIURA, A. Effect of mate selection on fuzzy selective mating criteria in closed dairy multiple ovulation and embryo transfer nucleus programs. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 73, p. 175-178, 2002.

NICOL, C.J.; GREGORY, N.G.; KNOWLES, T.G.; PARKMAN, I.D.; WILKINS, L.J. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, p. 137-152, 1999.

NORTH, M.; BELL, D. **Comercial chicken production**: manual. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 425 p.

NOVERO, R.P.; BECK, M.M.; GLEAVES, A.L.; DESHASER, J.A. Plasma progesterone and luteinizing hormone concentrations, and granulosa cell responsiveness, in heat stressed hens. **Poultry Science**, London, v. 70, p. 2335-2339, 1991.

ODOM, T.W.; HARRISON, P.C.; BOTJE, W.G. Effects of thermal-Induced Respiratory Alkalosis on blood Ionized calcium levels in the domestic hen. **Poultry Science**, London, v. 65, p. 570-573, 1986.

OLIVEIRA, H.L.; AMENDOLA, M.; NAAS, I.A. Estimated thermal comfort condition for layers according to Fuzzy theory. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 300-307, 2005.

OLSSON, I.A.S.; KEELING, L.J. Why in earth? Dustbathing behaviour in jungle and domestic fowl reviewed from a Tinbergian and animal welfare perspective. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 93, p 259-282, 2005.

OLSSON, I.A.S.; DUNCAN, I.J. H.; KEELING, L.J. Why do hens sham dustbathe when they have litter? **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 76, p. 53-64, 2002a.

OLSSON, I.A.S.; DUNCAN, I.J.H.; KEELING, L.J.; WIDOWSKI, T.M. How important is social facilitation for dustbathing in laying? **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 79, p. 285-297, 2002b.

ONBASILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, p. 255-263, 2005.

PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica**. 2002. 89 p. Dissertação (Mestrado Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PANDORFI, H. **Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: suinocultura de precisão**. 2005. 119p. Tese (Doutorado Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PARDI, H.S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo**. 1977. 73 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1977.

PAYNE, G.C. **Environmental temperature and egg production - the physiology of the domestic fowl**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1968. 241 p.

PEDROSO, A.A.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras de 50 a 60 semanas de idade suplementadas com probiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 683-686, 2001.

PEREIRA, D.F. **Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes de frango de corte, utilizando monitoramento digital e construção de modelos de simulação**. 2005. 149 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005

PERISSINOTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro**. 2003. 141p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PYRZAK, R.; SNAPIR, N.; GOODMAN, G.; ARNON, E.; PEREK, M. The influence of light quality on initiation of egg lying by hens. **Poultry Science**, London, v. 65, p. 190-193, 1986.

REU, D.K.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRICKX, M.; ZOONS, M.J.; DE BAERE, K.; UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J.; HERMAN, L. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. **British Poultry Science**, London, v. 46, n. 2, p. 149-155, 2005.

RUDKIN, C.; STEWART, G.D. Behaviour of hens in cages – A pilot study using video tapes. **A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation**, Queensland, v. 40, n. 477, p. 102, 2003.

SCOTT, T.A.; BALNAVE, D. Comparison between concentrated complete diets and self-selection for feeding sexually-maturing pullets at hot and cold temperatures. **British Poultry Science**, London, v. 29, p. 613-625, 1988.

SECHINATO, A.S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. 2003. 59 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SEVEGNANI, K.B.; SILVA, I J.; MOURA, D.J.; CARO, I.W. The use of Image Analysis to evaluate poultry feeding and drinking behavior under different environmental conditions, 2002, Chicago. **Proceedings ...** St. Joseph: ASAE, 2002. p. 340-346.

SHAO, I.S.; SIMÕES, M.G. **Controle e modelagem Fuzzy**. São Paulo: Blucher, 1999. 65 p.

SILVA, I.J.O. **Desenvolvimento de Modelos Matemáticos para Análise da Influência das Condições Ambientais na Produção de Ovos**. 1998.140 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SMITH, A.J.; OLIVER, J. Some physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. **Poultry Science**. London, v. 50, n. 3, p. 913-925, 1971.

TANAKA, T.; HURNIK, J. F. Comparison of behaviour and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary. **Poultry Science**, London, v. 71, p. 235-243, 1992.

TAUSON, R. Management and housing systems for layers – effects on welfare and production. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 61, p. 477-490, 2005

TAUSON, R.; MARIA, G.; CEPERO, H.O.L.M. **Applied scoring of integument and health in laying hens**. Disponível em: <<http://www.livsmedelssverige.org/hona/scoringsystem/scoringsystem.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2006.

TAYLOR, P.E; NANCY, C.A.; COERSE, M.H. The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, p. 319-333, 2001.

TEMPLE, W.; FOSTER, T.M.; O'DONNELL, C.S. Behavioral estimates of auditory thresholds in hens. **British Poultry Science**, London, v. 25, p. 487- 493, 1984.

VAN DEN BRANT, H. K. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. **British Poultry Science**, London, v. 46, n. 2, p. 745-752, 1982.

WASHBURN, K. W. Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in commercial production. **Poultry Science**, London, v. 61, p. 2005 -2012, 1982.

WECHSLER, B.; FRÖHLICH, E.; OESTER, H.; OSWALD, T.; TROXLER, J.; WEBER, R.; SCHIMID, H. The contribution of applied ethology in judging animal welfare in farm animal housing systems. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 53, p. 33-43, 1997.

XIN, H.; SHAO, J. Real-time assessment of swine thermal confort by computer vision. In: WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Proceedings ...** St. Joseph: ASAE, 2002. p. 362-369.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; RAZPAKOVSKI, V.; RUSAL, M.; BAR, A. Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. **British Poultry Science**, London, v. 41, p. 660–663. 2000.

YO, T.; VILARIÑO, M.; FAURE, J.M.; PICARD, M. Feed pecking in young chickens: new techniques of evaluation. **Physiology and Behaviour**, Amsterdam, v. 61 n. 6, p 803-810, 1997.

ZADEH, L. Fuzzy sets. **Information and Control**, New York, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.