

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes de frango
de corte utilizando monitoramento digital e construção de modelos
de simulação**

DANILO FLORENTINO PEREIRA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. IRENILZA DE ALENCAR NÄÄS

CAMPINAS - SP
DEZEMBRO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes de frango
de corte utilizando monitoramento digital e construção de modelos
de simulação**

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

DANILO FLORENTINO PEREIRA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. IRENILZA DE ALENCAR NÄÄS

CAMPINAS - SP
DEZEMBRO DE 2005

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

P414m Pereira, Danilo Florentino
Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes
de frango de corte, utilizando monitoramento digital e
construção de modelos de simulação Danilo Florentino
Pereira .--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

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

1. Animais – Comportamento. 2. Biotecnologia
animal. 3. Modelos lineares (Estatística). I. Nääs,
Irenilza de Alencar. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
Título.

Titulo em Inglês: Methodology for estimating female broiler breeder's welfare
using digital monitoring and simulation models construction.

Palavras-chave em Inglês: Animal – Behavior, Animal biotecnology, Linear
models (Statistics).

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente.

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola.

Banca examinadora: Antonio Mauro Saraiva, Lucilia Chebel Labaki, Ademir
José Petenate e Daniella Jorge de Moura.

Data da defesa: 19.12.2005

Dedicatória

Agradeço a Deus, que me concedeu a vontade, a saúde e a inteligência para trilhar esse caminho.

Dedico esse trabalho à minha esposa Gracely e a nossas famílias, pelo apoio e compreensão. Nossas famílias nos fizeram perceber o verdadeiro valor do ser humano, e entendemos, assim, que conviver e alcançar resultados harmoniosos lado a lado não só é possível, como gratificante e edificador.

Agradecimentos

Ao Projeto Prodetab, processo n°. 10200.03/0151-5, pelo financiamento de parte desta pesquisa.

Ao CNPq e a FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

As granjas São José de Amparo, GloboAves de Itirapina, Pena Branca de Santo Antônio de Posse e seus funcionários, pelas matrizes e rações fornecidas para o experimento.

A FEAGRI e todos os seus docentes e funcionários pelo apoio as atividades de pesquisa desenvolvidas na instituição.

Aos alunos de graduação Carlos Eduardo Bittes Romanini, José Renan Miguel Bertola, Carla Rocha Gaspar, Camila Bighi e Nárima Penha, pelas valiosas contribuições nos registros e análises dos dados.

Ao amigo Jorge Costa pela ajuda no desenvolvimento do *software* que gerenciou os registros dos dados.

Ao estatístico e mestrando Douglas D'Alessandro Salgado pelas contribuições nas análises estatísticas.

Aos Profs. Nelson Luis Cappelli, Iran José de Oliveira da Silva e Antônio Mauro Saraiva, que compuseram a banca de qualificação, pelas importantes contribuições para a consecução desse trabalho.

À Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nãas que orientou e me deu a oportunidade de desenvolver esse trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	XVI
ABSTRACT	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
3. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	7
3.1. MONITORAMENTO REMOTO E GESTÃO DA INFORMAÇÃO	7
3.2. MODELOS DE SIMULAÇÃO	11
3.3. COMPORTAMENTO ANIMAL	13
3.4. MANEJO E BEM-ESTAR ANIMAL	18
3.5. QUALIDADE DO OVO	21
3.6. TERMODINÂMICA AVÍCOLA E PARÂMETROS AMBIENTAIS DE PRODUÇÃO	23
3.6.1. TEMPERATURA E UMIDADE	23
3.6.2. AMÔNIA	27
4. MATERIAIS E MÉTODO	31
4.1. MATERIAIS ESPECÍFICOS DOS EXPERIMENTOS	31
4.1.1. EXPERIMENTO 1	39
4.1.2. EXPERIMENTO 2	41
4.1.2.1. <i>Software</i> para gerenciamento dos dados experimentais	47
4.2. METODOLOGIA ESPECÍFICA DOS EXPERIMENTOS	54
4.2.1. EXPERIMENTO 1	56
4.2.2. EXPERIMENTO 2	62
4.2.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS NAS MONTAGENS EXPERIMENTAIS	68
5. RESULTADOS	71
5.1. EXPERIMENTO 1	71
5.1.1. ANÁLISE MULTIVARIADA PARA AS FREQUÊNCIAS MÉDIAS DOS COMPORTAMENTOS	71
5.1.2. ANÁLISE CONFIRMATÓRIA DOS EFEITOS DOS TRATAMENTOS NAS MÉDIAS DE FREQUÊNCIAS OBSERVADAS DOS COMPORTAMENTOS	74
5.1.3. ANÁLISE DO EFEITO DOS TRATAMENTOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS OVOS	75
5.2. EXPERIMENTO 2	77
5.2.1. ANÁLISE DO AMBIENTE	77
5.2.2. ANÁLISE MULTIVARIADA PARA AS FREQUÊNCIAS MÉDIAS DOS COMPORTAMENTOS	81

5.2.3.	ANÁLISE MULTIVARIADA PARA OS TEMPOS MÉDIOS DE DURAÇÃO DOS COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	83
5.2.4.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS DE FREQUÊNCIA DE OBSERVAÇÕES DOS COMPORTAMENTOS	85
5.2.5.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS TEMPOS MÉDIOS DE DURAÇÃO OBSERVADOS DOS COMPORTAMENTOS	91
5.2.6.	MODELOS DE PREVISÃO DAS FREQUÊNCIAS MÉDIAS DOS COMPORTAMENTOS EM FUNÇÃO DOS FATORES EXPERIMENTAIS	95
5.2.7.	MODELOS DE PREVISÃO DOS TEMPOS MÉDIOS DOS COMPORTAMENTOS EM FUNÇÃO DOS FATORES EXPERIMENTAIS	96
5.2.8.	ANÁLISE COMPARATIVA DAS OCORRÊNCIAS E DURAÇÕES DOS COMPORTAMENTOS COM A PRODUÇÃO FRENTE O AMBIENTE	97
6.	<u>DISCUSSÃO</u>	99
6.1.	ANÁLISE DO AMBIENTE	99
6.2.	ANÁLISE MULTIVARIADA DOS COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	100
6.3.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS DE COMPORTAMENTO	105
6.4.	ANÁLISE CONFIRMATÓRIA DOS DADOS DE COMPORTAMENTO	106
6.5.	COMPARATIVO DOS RESULTADOS	109
6.6.	DISCUSSÃO GERAL DA METODOLOGIA	111
7.	<u>CONCLUSÕES</u>	115
8.	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	119
9.	<u>RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS POSTERIORES</u>	129
A.	<u>ANEXOS</u>	131
A1.	<u>ANÁLISES DE VARIÂNCIAS (ANOVA) DOS FATORES EXPERIMENTAIS E SUAS INTERAÇÕES SOBRE OS COMPORTAMENTOS</u>	132
A1.1.	FREQUÊNCIAS MÉDIAS DE OCORRÊNCIAS DOS COMPORTAMENTOS	132
A1.2.	MÉDIAS DE TEMPOS DE DURAÇÃO DOS COMPORTAMENTOS	135
A2.	<u>ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS</u>	137

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Sistema de identificação eletrônica.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2. Curva de produção de calor de homeotermos e identificação da zona de termoneutralidade.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3. Porta de entrada do Laboratório de Ambiência II.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4. Evaporador.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5. Vista do painel de controle da câmara climática.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6. Esquema dos boxes construídos no interior da câmara climática.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7. Etapas da construção dos boxes e ninhos, com estruturas em madeira e cercas de tela de arame liso.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8. Vista da Sala de Informática.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 9. Detalhe das câmeras de vídeo instaladas no teto da câmara climática, sobre os boxes.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10. Detalhe das micro-câmeras de vídeo instaladas na parte superior dos ninhos.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11. Termohigrometro Hobo® instalado no box.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12. Bebedouro e comedouro instalados no box.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13. Reservatório de água.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14. Balança de precisão utilizada nos experimentos.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15. Matrizes Hybro-PG utilizadas no experimento 1.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 16. Modelo em escala reduzida e distorcida.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17. Proveta graduada para mensuração do volume dos ovos.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 18. Máquina universal de ensaios de Tração e Compressão.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19. Matrizes Hybro-PG utilizadas no experimento 2.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20. Matrizes Ross utilizadas no experimento 2.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 21. Matrizes Cobb utilizadas no experimento 2.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 22. Implante dos transponders nas matrizes.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 23. Matrizes sendo pesadas na entrada do experimento.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 24. Antena painel da Trovan® </i>	<i>44</i>
<i>Figura 25. Campo eletromagnético gerado pela antena de identificação eletrônica.</i>	<i>45</i>

<i>Figura 26. Disposição das antenas no box.</i>	45
<i>Figura 27. Bomba e tubeta para medição da concentração de amônia.</i>	46
<i>Figura 28. Incubadora (esquerda) e nascedouro (direita).</i>	46
<i>Figura 29. Detalhe da resistência para aquecimento, do termostato e do sistema de viragem dos ovos.</i>	47
<i>Figura 30. Telas de cadastro das aves.</i>	48
<i>Figura 31. Telas para as configurações dos parâmetros do experimento.</i>	49
<i>Figura 32. Tela para cadastro das formulações das rações.</i>	50
<i>Figura 33. Telas para cadastro do fornecimento e retirada das rações para as matrizes.</i>	50
<i>Figura 34. Telas para os registros dos dados de produção.</i>	51
<i>Figura 35. Telas para o registro dos dados para a incubação e da eclosão dos ovos.</i>	52
<i>Figura 36. Tela de reprodução e registro dos comportamentos das aves.</i>	53
<i>Figura 37. Telas para os registros de temperatura de superfície das aves.</i>	54
<i>Figura 38. Pesagem da ração.</i>	59
<i>Figura 39. Diagrama de Blocos da montagem experimental 1.</i>	60
<i>Figura 40. Disposição do ovo no equipamento para ensaio de compressão.</i>	61
<i>Figura 41. Frame de um vídeo gravado no Experimento 1.</i>	61
<i>Figura 42. Diagrama de Blocos da montagem experimental 2.</i>	64
<i>Figura 43. Registro da concentração de amônia na câmara climática.</i>	66
<i>Figura 44. Ovos dentro da incubadora.</i>	67
<i>Figura 45. Células de papelão para a identificação dos ovos no nascedouro.</i>	68
<i>Figura 46. Pesagem das cascas e dos pintinhos na balança de precisão.</i>	68
<i>Figura 47. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 em ambos os períodos.</i>	72
<i>Figura 48. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 no período da Manhã.</i>	73
<i>Figura 49. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 no período da Manhã.</i>	73
<i>Figura 50. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T1.</i>	78

<i>Figura 51. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T2.</i>	78
<i>Figura 52. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T3.</i>	79
<i>Figura 53. Gráfico de variação da concentração de Amônia durante os nove dias de experimento.</i>	80
<i>Figura 54. Gráfico de variação das médias de concentração de Amônia durante as condições de Temperatura.</i>	80
<i>Figura 55. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados em ambos os períodos.</i>	81
<i>Figura 56. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no período da Manhã.</i>	82
<i>Figura 57. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no período da Tarde.</i>	82
<i>Figura 58. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados em ambos os períodos.</i>	83
<i>Figura 59. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados no período da Manhã.</i>	84
<i>Figura 60. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados no período da Tarde.</i>	84
<i>Figura 61. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Beber Água.</i>	85
<i>Figura 62. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento Arrepiar Penas.</i>	86
<i>Figura 63. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Abrir Asas.</i>	86
<i>Figura 64. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Ciscar.</i>	87
<i>Figura 65. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Deitar.</i>	87

<i>Figura 66. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Correr.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 67. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Espreguiçar.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 68. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Espojar.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 69. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Limpar Penas.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 70. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de ida ao Bebedouro.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 71. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de ida ao Ninho.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 72. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Beber Água.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 73. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Ciscar.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 74. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Deitar.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 75. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Espojar.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 76. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Limpar Penas.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 77. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de permanência no Bebedouro.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 78. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de permanência no Ninho.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 79. Gráfico comparativo de Componentes Principais para os dados frequência média de ocorrências dos comportamentos observados com a produção.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 80. Gráfico comparativo de Componentes Principais para as médias de tempo de duração dos comportamentos observados com a produção.</i>	<i>98</i>

<i>Figura 81. Gráfico comparativo de Componentes Principais para os dados frequência média de ocorrências dos comportamentos observados com a média de tempo de duração dos comportamentos.</i>	<i>98</i>
--	-----------

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1. Relação de ensaios de predição da qualidade da casca de ovos.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 2. Temperaturas de termoneutralidade para matrizes pesadas.</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 3. Dimensões dos boxes.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 4. Dimensões dos ninhos utilizados no experimento.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 5. Etograma dos comportamentos observados nos experimentos.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 6. Delineamento experimental.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 7. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos no período da manhã.</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 8. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos no período da tarde.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 9. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos agressivos no período da manhã.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 10. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos agressivos no período da tarde.</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 11. Valores médios coletados para as variáveis de produção.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 12. Teste Tukey para as médias de ovos produzidos por dia.</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 13. Estatística descritiva da variação da temperatura para os tratamentos.</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 14. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Limpar Penas.</i>	<i>132</i>
<i>Tabela 15. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Espojar.</i>	<i>132</i>
<i>Tabela 16. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Espreguiçar.</i>	<i>132</i>
<i>Tabela 17. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Correr.</i>	<i>133</i>
<i>Tabela 18. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Deitar.</i>	<i>133</i>
<i>Tabela 19. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Ciscar.</i>	<i>133</i>

<i>Tabela 20. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Abrir Asas.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabela 21. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Arrepiar Penas.</i>	<i>134</i>
<i>Tabela 22. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Beber Água.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabela 23. Análise de Variância para a frequência do comportamento de ida ao Bebedouro.</i>	<i>134</i>
<i>Tabela 24. Análise de Variância para a frequência do comportamento de ida ao Ninho.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabela 25. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Limpar Penas.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 26. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Espojar.</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 27. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Deitar.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 28. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Ciscar.</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 29. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Beber Água.</i>	<i>136</i>
<i>Tabela 30. Análise de Variância para as médias de tempos de permanência no Bebedouro.</i>	<i>136</i>
<i>Tabela 31. Análise de Variância para as médias de tempos de permanência no Ninho.</i>	<i>136</i>

LISTA DE EQUAÇÕES

<i>Equação 1. Modelo de previsão da frequência de ocorrência do comportamento Deitar.</i>	<i>95</i>
<i>Equação 2. Modelo de previsão da frequência de ocorrência do comportamento Ciscar.</i>	<i>96</i>
<i>Equação 3. Modelo de previsão da frequência de ocorrência de ida ao Ninho.</i>	<i>96</i>
<i>Equação 4. Modelo de previsão do tempo médio de expressão do comportamento Limpar Penas.</i>	<i>96</i>
<i>Equação 5. Modelo de previsão do tempo médio de permanência no Bebedouro.</i>	<i>96</i>

Resumo

Esse trabalho propôs o uso de ferramentas de precisão para o monitoramento de matrizes pesadas que sirvam para a coleta de dados comportamentais que contribuem para a predição de bem-estar. Foram conduzidos dois experimentos em câmara climática onde se observaram os efeitos do ambiente, idade e linhagem, nos comportamentos expressos pelas matrizes. Para a gestão dos dados e das informações, foi desenvolvido um *software* que faz a *interface* do usuário com um banco de dados relacional FireBird®. Para o monitoramento dos comportamentos, utilizaram-se duas tecnologias de precisão: câmeras de vídeo e identificação eletrônica. Os resultados das análises exploratórias de Componentes Principais e Gráficos de Interação mostraram diferenças importantes nos comportamentos em função dos fatores experimentais idade, linhagem e ambiente. Os resultados foram confirmados através de teste de médias de Tukey e modelos de Regressão Dummy, que utiliza variáveis contínuas e categóricas. A frequência de ocorrências dos comportamentos Ciscar, Deitar e ida ao Ninho, bem como o tempo médio de duração dos comportamentos Limpar Penas e presença no Bebedouro foram modelados e podem ser usados para ajudar a avaliar o bem-estar das matrizes em alojamentos. Os resultados permitem afirmar que mesmo em amplitudes pequenas de temperatura e amônia, os comportamentos são afetados pelo ambiente e contribuem para o entendimento do bem-estar de matrizes pesadas. A tecnologia associada a metodologia aplicada foi eficiente no registro das informações de produção, permitindo estudar a influência do ambiente no comportamento das matrizes.

Palavras-chave: comportamento animal, câmara climática, análise de imagens, matrizes pesadas, modelos de predição, identificação eletrônica, bem-estar animal.

Abstract

This research proposed the use of precision tools for monitoring female broiler breeders in order to register behavior pattern data that may contribute for welfare prediction. Two experiments were conducted inside an environmental chamber where environment, age and breeding effect in the female broiler breeder behavior were observed. For managing the recorded data and information a software was developed in order to make a user's interface with the relational database called FireBird®. For monitoring behavior two precision technologies were used: video camera recording and electronic identification. Exploratory analysis of Principal Components Results and Interaction Graphs showed important differences in the behavior related to the experimental factors such as age, breeding and environmental data. Results were confirmed through average analysis as Tukey Test and Dummy Regression Model that uses continuous and categorical variables. The frequency of behavior occurrence such as foraging, lying down and moving to the nest, as well as the behavior average duration time in preening, staying at the drinker were modeled, and can be used to help evaluating intensive housed broiler breeder welfare assessment. Results allow stating that even in small amplitude of ambient temperature and housing ammonia concentration variation behavior pattern is affected by the environment, and it may contribute for understanding broiler breeder's welfare. The technology associated to the methodology was efficient in allowing the study of the environment effect in female broiler breeder behavior.

Key words: animal behavior, environmental chamber, analysis of images, broiler breeder, prediction model, electronic identification, welfare.

1. Introdução

Anteriormente à década de 30, a avicultura nacional era caracterizada pela produção ou multiplicação de pintos de um dia de forma não profissional (*hobby* ou consumo familiar), com índices muito baixos de produtividade e tecnologia informal, passada de pai para filho, sem nenhuma visão de negócios GUSTIN (1999). Após esta década, ocorreu um grande investimento em pesquisas com a finalidade de obter conhecimentos específicos dos processos de produção avícola, imprimindo um crescimento e maior dinamismo da criação no país.

Os últimos trinta anos são marcados por uma produção avícola intensiva que buscou alcançar os atuais níveis produtivos através da utilização de tecnologias avançadas, atingido um máximo de desempenho e se transformando em uma atividade altamente produtiva, especializada e industrializada. A aquisição de conhecimentos específicos das áreas de nutrição, genética e manejo, permitiu que índices positivos fossem alcançados, juntamente com os conhecimentos adquiridos relacionados à sanidade e instalações. Porém, uma atividade

com a magnitude da avicultura, que usa equipamentos de última geração e serviços atualizados, é, muitas vezes, levada a tomar decisões, que envolvem todos os aspectos de produção, apoiada em critérios subjetivos. A utilização de equipamentos eletrônicos e sistemas informatizados para coleta, gravação e gerenciamento dos dados de produção são ferramentas que hoje já estão presentes na avicultura. Porém, existe a necessidade de integrar estes equipamentos a sistemas de suporte a decisão (SSD).

Diferente das exportações iniciadas a década de 70, atualmente se busca a qualidade de todo o sistema produtivo, em função do acirramento da competição internacional (NÄÄS, 2005). O bem-estar dos animais alojados vem, ao longo dos últimos anos, ganhando força, não apenas para atender às necessidades dos animais, mas para atender aspectos étnicos e culturais dos consumidores (PRESTES, 2005)

O mercado avícola se segmentou em função dos mercados compradores e das exigências de produção. Existem vários segmentos produtivos que fazem parte da cadeia avícola, entre eles se destaca a produção de matrizes. Esse é um setor altamente especializado, principalmente no uso de tecnologia para a produção de pintos de um dia, direcionada aos setores de produção de frangos de corte e aves de postura. A exploração intensiva da avicultura exige maiores densidades de criação, impondo crescente necessidade de um ambiente controlado. Conseqüentemente, faz-se necessário conhecer também as exigências de conforto térmico das aves.

Segundo PRESTES (2005), a implantação de um programa de bem-estar animal deve seguir os mesmos passos de um programa de qualidade. O treinamento dos trabalhadores é fundamental para que se atinjam os objetivos do programa. O autor reforça que o bem-estar dos animais pode ser medido através das observações das cinco liberdades: os animais devem ser criados livres de fome e sede; os animais devem ser criados livres de desconforto; os animais devem ser criados livres de dor; os animais devem ter liberdade de expressarem o seu comportamento natural; e os animais devem estar livres de medo e sofrimento. A conceituação do bem-estar está centrada em como o animal “se sente” (NÄÄS, 2005). Todas essas liberdades são afetadas pelo ambiente de produção.

Há, efetivamente, um número grande de variáveis influenciando o microclima dentro de uma instalação avícola e conhecer sua interferência na produtividade é determinante para uma melhor compreensão dos fenômenos ambientais (NÄÄS, 1994). O conforto térmico no ambiente de galpões avícolas tem sido objeto de pesquisa no mundo todo. TINÔCO (2001) afirma que os principais fatores que afetam as condições ambientais internas aos galpões são: a localização, orientação da edificação com relação à incidência de raios solares, tipo e material da cobertura, pé direito e utilização de ventiladores.

As instalações representam um maior volume de investimento fixo aplicado no início de uma exploração avícola e geralmente são construídas em função dos custos e facilidades para o tratador e levando em consideração o conforto e o bem-estar dos animais alojados. Os principais fatores climáticos, que devem ser considerados para o controle do ambiente, são a temperatura, a umidade relativa, a ventilação e a insolação. Estes fatores aliados aos aspectos de sanidade, higiene e categoria das aves são os que possibilitam o bem-estar às aves.

Nesse cenário, esse trabalho propõe um sistema de monitoramento de matrizes pesadas utilizando sensores de precisão para o registro dos comportamentos e do ambiente, gerando conhecimento para criar modelos de simulação que apoiem tomadas de decisão em galpões de produção comercial de matrizes pesadas.

2. Objetivos

A pesquisa propõe uma metodologia para monitoramento remoto de matrizes pesadas que adote tecnologias de precisão para o registro dos dados, utilizando tecnologia de identificação eletrônica e câmeras de vídeo para o registro dos dados comportamentais.

Constituem os objetivos específicos:

- 1) construir uma base de conhecimentos sobre o bem-estar de matrizes pesadas baseada no comportamento em função do ambiente;
- 2) criar modelos de predição dos comportamentos que possibilitem qualificar o bem-estar das matrizes;
- 3) verificar as diferenças entre os comportamentos observados frente aos fatores idade, linhagem, temperatura e amônia utilizando ferramentas estocásticas de análises multivariadas e testes confirmatórios;
- 4) observar correlações entre os comportamentos expressos pelas matrizes pesadas e a produção de ovos.

3. Revisão de Bibliografia

3.1. *Monitoramento Remoto e Gestão da Informação*

Em todo sistema de produção animal, a identificação dos mesmos é fundamental para o acompanhamento e gerenciamento da produção. A utilização da tecnologia de identificação eletrônica em matrizes pesadas se mostrou eficiente em modelos de escala reduzida (CURTO, 2002). Ainda segundo o autor, a questão da rastreabilidade de produtos de origem animal permite a geração de subsídios para a condução de trabalhos de pesquisa, no sentido de adotar a tecnologia de identificação eletrônica de animais como base para os sistemas de rastreabilidade de toda a cadeia produtiva na área de produção animal.

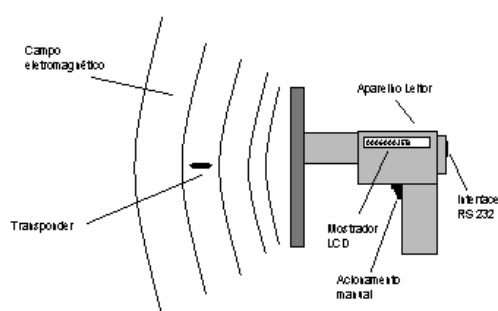
Paralelamente à identificação eletrônica, verifica-se a necessidade cada vez maior das propriedades agrícolas possuírem um sistema informatizado e que utilizem um Sistema de Suporte à Decisão (SSD) para auxiliar administrativamente ou gerencialmente, nas tomadas de decisão. As várias tarefas que compõem as atividades agrícolas que são executadas num

sistema de produção necessitam de acompanhamento sistemático durante todos os seus processos.

As informações coletadas diariamente, juntamente com o acompanhamento sistemático das etapas de produção, produzem dados estatísticos importantes para avaliação, controle e possibilidade de melhorias (KEBELER & SCHIEFER, 1996). Segundo ZAMBALDE *et al.* (1996), os avanços tecnológicos na área de informática e instrumentação agrícola, utilizados com *softwares* aplicativos, proporcionam aos empresários rurais, ferramentas poderosas para melhor gerenciamento e controle de seus negócios.

A identificação eletrônica, baseada na tecnologia de rádio frequência (RFID), onde a comunicação entre um receptor e *transponder* permitem interação dinâmica, pode ser uma ferramenta útil no processo geral de rastreabilidade de eventos ou determinadas situações que ocorrem durante o alojamento de animais.

A obtenção do número de código, ou número de registro atribuído ao *transponder*, é realizada através de um aparelho leitor, que faz uso de algum meio de comunicação sem fios, normalmente radio-frequência (*RFID - Radio-frequency Identification*), possuindo, portanto, uma antena transmissora e receptora. A antena emite um sinal eletromagnético (rádio-frequência) cuja função é ativar o *microchip* e dele obter o código de identificação como resposta desta ativação. A Figura 1 ilustra conceitualmente a idéia de um sistema constituído por um *transponder* e um aparelho leitor.



Fonte: PEREIRA (2003)

Figura 1. Sistema de identificação eletrônica.

A questão do bem-estar térmico dos animais, a necessidade de um espaço mínimo para locomoção, a alimentação adequada, entre outras informações que garantam a qualidade do produto final, devem ser coletadas e armazenadas de uma maneira segura. Estes registros

de informações sobre a produção da carne, que compõem a chamada rastreabilidade da carne, não poderão ser feitos de maneira manual ou em pranchetas e papel, por inserir uma gama grande de erros. O processo de rastreamento tem que ser seguro e deve utilizar sensores eletrônicos para a coleta das informações, de modo que os erros humanos e as possibilidades de fraude sejam minimizados.

Dentre as informações importantes a serem monitoradas em um galpão de produção de reprodutoras de frango de corte, estão as condições ambientais do galpão, dados de produção e dados fisiológicos das aves. O conjunto de informações pertinentes ao ambiente é facilmente coletado eletronicamente através de sensores. Já os dados de produção são coletados parte manualmente e parte eletronicamente, porém, são dados que não interferem no sistema produtivo em si. Quanto aos dados inerentes a respostas fisiológicas do indivíduo, ainda não existem, ao menos no Brasil, ferramentas economicamente viáveis que possam ser utilizadas em escala industrial.

SAVORY & KOSTAL (1997) descrevem o monitoramento, durante trinta dias, da pressão sanguínea, temperatura interna do corpo e frequência cardíaca de frangos de corte, utilizando sensores eletrônicos implantados nas aves, com transmissão dos dados por radiofrequência para um computador. A frequência utilizada para a transmissão foi de 455 kHz e era possível a leitura a uma distância máxima de 0,5 m.

KETTLEWELL *et al.* (1997) monitoraram aves em veículos de transporte, utilizando sensores implantáveis para a medição da frequência respiratória e frequência cardíaca, e transferência de dados utilizando telemetria. Neste sistema, os autores utilizaram sensores implantáveis na ave por meios cirúrgicos. Estes sensores não interferiram na fisiologia nem no comportamento das aves.

FROST *et al.* (1997) alertaram da necessidade dos sistemas de produção animal se adequarem às novas tecnologias de monitoramento da produção, integrados a sistemas de gestão da informação. Segundo os autores, os sistemas de produção devem se adequar rapidamente às novas tecnologias de monitoramento da produção, para garantir máxima produção, crescimento e saúde dos animais alojados, pois, os consumidores buscam produtos com qualidade assegurada e melhores preços.

Diversos autores alertam sobre a necessidade dos sistemas produtivos intensivos utilizarem modelos de gestão integrados. FROST *et al.* (2003) descreveram um sistema de gerenciamento do crescimento de frangos de corte e controle da emissão de amônia, baseados nas dietas oferecidas para as aves. STACEY *et al.* (2004) relatam sobre um protótipo de um sistema de gestão integrado do crescimento e nutrição de frangos de corte, em tempo real, testado em instalações de produção comercial, baseado em informações sobre a ingestão de ração e a sua composição. Ambos os trabalhos relatam o sucesso do emprego dos sistemas integrados para a gestão das informações do ambiente e das variáveis zootécnicas.

O reconhecimento visual constitui importante fonte de análise e identificação de corpos. A composição das cores, forma e tamanho são informações imprescindíveis para a sua identificação e classificação. Processos de classificação somente são possíveis de serem realizados por causa da habilidade dos humanos em interpretar as complexas informações visuais. Diversos autores (GOLDTHORP & LAMBERT, 2001; BUCKTON *et al.*, 1998; WILSON *et al.*, 2002; MARCHANT *et al.*, 2001) vêm demonstrando a viabilidade de utilizar câmeras digitais para substituir humanos nos processos de classificação visual. Entre as câmeras que vêm sendo utilizadas nos trabalhos de pesquisa, destacam-se as de infravermelho, próximas do infravermelho e as coloridas.

As câmeras RGB¹ captam imagens nas três bandas de comprimento de onda (vermelho, verde e azul), que juntas compõem a imagem colorida. SIMÕES *et al.* (2001) utilizaram imagens coloridas representadas por um sistema de cores padrão RGB para selecionamento de laranjas. Neste trabalho, os autores avaliaram através das imagens a cor e a forma das laranjas, calculando o diâmetro de cada fruto.

Também em experimentos com laranjas, CRUVINEL & MINATEL (2001) classificaram, automaticamente, laranjas no pé quanto à cor e ao tamanho, utilizando imagens digitais coloridas. Os autores concluem que a classificação automática resulta em um erro de 1,4% nas medidas de tamanho, que é considerado aceitável. HASHIMOTO *et al.* (2001) demonstraram a viabilidade de utilizar imagens coloridas padrão RGB para avaliar o vigor de árvores, baseando-se na cor das frutas e na forma das folhas.

¹ O código **RGB** representa a intensidade relativa de vermelho (**Red**), verde (**Green**) e azul (**Blue**) que forma uma determinada cor. O valor de cada componente (R, G e B) deve ser um número inteiro entre 0 e 255.

Sendo possível distinguir e classificar padrões baseados em formas geométricas de maneira automática, resultando em erro pequeno, a aplicação dessa técnica em animais pode ser uma realidade.

3.2. Modelos de Simulação

O ambiente² exerce influência nos mecanismos biológicos e fisiológicos dos animais e essa pode ser observada no comportamento. A sequência de comportamentos ocorridos no tempo constitui importante fonte de informações para se entender os efeitos do ambiente sobre o animal, porém, a sua análise se torna complexa dado que os comportamentos acontecem em curtos períodos de tempo. Com isso, a utilização de modelos adequados para análise é fundamental, para que expresse com precisão seu padrão de comportamento.

MARÍA *et al.* (2004) analisaram a sequência complexa de comportamentos de aves (*Gallus gallus domesticus*) no tempo, utilizando o método de análise da flutuação (*Detrended Fluctuation Analysis – DFA*), encontrando uma alta correlação entre a complexa sequência de comportamentos e a idade das aves. RUTHERFORD *et al.* (2003) mostraram a viabilidade da utilização dessa análise (DFA) para avaliar as respostas comportamentais de galinhas (ISA Brown) em ambientes fora da zona de termoneutralidade.

FIALHO *et al.* (2001) compararam curvas de produção de ovos de poedeiras, utilizando modelos matemáticos, que facilitaram a interpretação. Utilizando análise multivariada de fatores relacionados a comportamento, saúde dos animais e clima, BRACKE *et al.* (2004) desenvolveram um modelo computacional de suporte à decisão para avaliação do risco de ocorrência do comportamento “morder cauda” em suínos que, segundo os autores, além de diminuir o bem-estar dos animais, ocasiona perdas econômicas em toda a cadeia de produção.

AERTS *et al.* (2003) descrevem a modelagem de uma base de dados para o gerenciamento integrado da produção de calor e do crescimento de frangos de corte. Nesse trabalho, os autores reuniram resultados de 30 experimentos relacionados com a variação da

² Considerado como variáveis físicas que interagem com o animal alojado.

temperatura do ar e intensidade luminosa, modelando a produção de calor em função dessas variáveis. O modelo de controle do crescimento utilizou como parâmetros a quantidade de ração ingerida e o peso médio das aves. Esses modelos foram testados em experimentos realizados em câmara climática, onde os parâmetros foram registrados através de sensores eletrônicos. Os resultados mostraram correlações R^2 acima de 86%.

A complexidade com que as variáveis se relacionam dentro de instalações de produção animal torna difícil a escolha e forma de utilização de sensores de precisão no monitoramento dos animais e de bioprocessos ambientais, para registro, controle e suporte a decisão em sistemas de produção animal. O uso de sensores no registro de parâmetros que afetam o bem-estar de animais alojados, associados a modelos de simulação e predição, parece ser o caminho para o efetivo controle do ambiente de produção e o oferecimento de condições aos animais que possibilitem o máximo de bem-estar e, conseqüentemente, produtividade.

SALLE *et al.* (2001) mostraram a viabilidade de prever mortalidade e o ganho de peso em matrizes pesadas em recria, utilizando redes neurais. Nesse trabalho, os autores utilizaram séries históricas de 11 galpões de recria de uma empresa integradora. Os parâmetros idade (em semanas) das matrizes, estação do ano, temperatura, umidade relativa do ar, mortalidade e uniformidade do lote, foram considerados para a construção do modelo. Os resultados mostraram um erro do resultado predito, inferior a 1%. Os autores concluíram ainda que, dos parâmetros utilizados na modelagem, apenas a temperatura do ar e a umidade relativa é que podem ser parcialmente controladas pelo homem.

BROWN-BRANDL *et al.* (2005) testaram cinco modelos de simulação do bem-estar de cento e vinte e oito bezerras, sendo dois modelos de regressão estatística, dois modelos de inferência *fuzzy* e um modelo de rede neural. Os autores definiram como parâmetro de bem-estar a frequência respiratória, que foi medida durante o experimento. Os modelos foram construídos com 70% dos dados coletados e testados com 30%. Desses modelos, o de inferência *fuzzy* sem dependência dos dados (Mandami), apresentou 27% de variação, a menor dentre os modelos, entre os resultados preditos pelo modelo e os dados coletados experimentalmente.

Diversos autores vêm demonstrando sucesso de modelos de inferência *fuzzy* no setor agropecuário (VARGENS *et al.*, 2003; AMENDOLA *et al.*, 2004; PARISE & VETTORAZZI,

2005). A dificuldade de analisar grandes volumes de informação e a complexidade com que se relacionam os parâmetros de produção de sistemas agrícolas, tem mostrado a necessidade de buscar ferramentas matemáticas que incorporem conhecimentos subjetivos de especialistas e que sejam capazes de simular situações para suporte a decisão (AMENDOLA & SOUZA, 2004)

As ferramentas empregadas na análise de regressão são usualmente quantitativas, isto é, as variáveis são bem definidas em suas escalas. Variáveis como temperatura, comprimento e pressão são consideradas variáveis quantitativas. Na regressão, ocasionalmente, é necessário usar variáveis preditoras qualitativas ou categóricas, como linhagem, sexo e período. Nota-se que essas variáveis devem ser introduzidas no modelo como variáveis indicadoras, que assumem valores 0 ou 1. Essas variáveis são denominadas de variáveis Dummy. As variáveis Dummy contribuem nos modelos como fatores condicionantes, ou seja, ocorrendo determinados níveis de um fator categórico, essas variáveis contribuem para um acréscimo ou decréscimo na predição da variável resposta (MONTGOMERY *et al.*, 2001).

3.3. Comportamento Animal

O comportamento animal era definido até algum tempo como sendo apenas os movimentos executados por um organismo vivo. Porém, uma série de manifestações que podem ser interpretadas como sinais na forma de sons e ruídos, mudanças de cor, odores e produção, que são meios de expressões dos animais e que não são caracterizadas por movimentos, foram incorporados na definição de comportamento (COSTA, 2003).

Trabalhos de pesquisa desenvolvidos em todo o mundo sobre o comportamento de animais utilizam-se de diferentes tecnologias para dar suporte aos levantamentos dos dados. KORTHALS *et al.* (1992), apresentaram um estudo demonstrando suas experiências com *transponders* para o monitoramento de respostas bioenergéticas. Em suas pesquisas desenvolvidas no Centro Americano de Pesquisa da Carne Animal (MARC), os autores estabeleceram o monitoramento intensivo de consumo de alimentos, produção de calor e comportamento dos animais, através de equipamentos especiais como identificação individual

dos animais, comedouros automáticos com pesagem, calorímetros, registro de imagens e registradores de temperatura estacionários e portáteis baseados em microprocessadores.

DUSENBERY (1985) demonstrou a viabilidade de observar simultaneamente, vinte e cinco animais através do uso do microcomputador e de uma câmera de vídeo. Neste trabalho o autor descreveu a possibilidade do registro individual e simultâneo dos movimentos efetuados pelos animais. Segundo o autor, foi possível obter dados de comportamentos dos animais através de um equipamento relativamente barato, que proporcionou a coleta de imagens em tempo real através do processamento de imagens.

Um trabalho desenvolvido para avaliação de ferramentas e estratégias para medição do comportamento de animais foi descrito por DONÁT, (1991). Neste trabalho, o autor relata o poder das novas tecnologias e ferramentas disponíveis, tais como câmeras, computadores, *software*, no considerável aumento da eficiência do trabalho experimental em análises de comportamento dos animais. Outra consideração do autor foi sobre a possibilidade de um novo conjunto de respostas serem fornecidas com o uso destas novas tecnologias, pois o estudo do comportamento pode ser medido com uma acurácia que anteriormente não podia ser alcançada com os métodos tradicionais de observação.

Sistemas de aquisição de dados flexíveis e rápidos vêm aumentando dramaticamente o total de dados coletados, ao mesmo tempo em que reduzem o tempo necessário para investimento em análises. Em pesquisas realizadas por HAMRITA *et al.* (1998), foi investigado o uso de um sistema de biotelemetria³ totalmente automático para medição da temperatura interna de aves. Apesar da miniaturização dos implantes eletrônicos, tais como brincos identificadores ou *transponders* a serem costumeiramente utilizados em produção animal, o uso de equipamentos de biotelemetria para monitoramento de respostas fisiológicas ao estresse de ambiente não é comum. Segundo os autores, artigos como o apresentado são necessários para validar o uso de equipamentos de telemetria para o monitoramento de efeitos do estresse de ambiente em produção animal. Os resultados de seus estudos indicam que equipamentos de telemetria são adequados para o monitoramento contínuo da temperatura interna corporal das aves.

³ Biotelemetria – Termo utilizado para descrever os métodos de monitoramento a distância de seres vivos que utilizam sensores instalados nos próprios seres vivos.

Porém, as novas demandas, principalmente advindas do mercado europeu, fazem com que estes métodos invasivos de monitoramento das atividades fisiológicas dos animais não sejam mais adequados. Neste sentido, diversos autores vêm orientando as suas pesquisas no estudo do comportamento como fonte de informações que ajudam a identificar níveis de bem-estar das aves (PEREIRA *et al.*, 2004; ESTEVEZ *et al.*, 2003; BIZERAY *et al.*, 2002, PETTIT-RILEY *et al.*, 2002).

Um campo extenso a ser pesquisado e discutido é o do comportamento como ferramenta para indicação do estado de bem-estar dos animais em um sistema de produção. É importante a necessidade de determinação da categoria de evidências do bem-estar para que, no futuro, técnicos, pesquisadores e produtores estejam habilitados, através da compreensão e adoção de padrões, a estarem inseridos em um sistema de produção animal, onde o bem-estar dos animais esteja comprovadamente garantido.

Em trabalho de pesquisa, DUNCAN & MENCH (1993) propuseram que o comportamento possa ser utilizado para identificar estados de sofrimento do animal e, em particular, os estados de febre, frustração e dor em vários sistemas de produção. Pouco conhecida é a maneira pela qual as diferentes espécies de aves respondem a outros estados de sofrimento e estresse. Durante o estresse térmico, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e a um custo menor do que os ajustes fisiológicos. Considerando o comportamento social, é sugestivo que a frequência e a intensidade de interações agressivas, o total de coesão social e a extensão de vícios sociais possam ser utilizados para avaliação de bem-estar.

Ao encontro das demandas de mercado, diversos autores vêm pesquisando o bem-estar animal, utilizando tecnologias complexas, devido à importância deste tema na atualidade (MARÍA *et al.* 2004; AL-AWADI *et al.*, 1995; MARCHANT *et al.*, 2001, PEREIRA, 2003). Como as variáveis fisiológicas são difíceis de serem medidas em condições de campo, os estudos do comportamento têm se mostrado mais viáveis para inferir sobre os níveis de bem-estar de aves alojadas.

O animal é fortemente influenciado no seu comportamento pelo ambiente externo e, conhecendo como este atua sobre o animal, é possível identificar e quantificar o bem-estar dos

animas. GRAVES (1982) conceitua o comportamento animal como sendo uma janela entre o organismo vivo e o exterior, ou seja, o ambiente externo, que é composto pelas variáveis climáticas e sociais, atua sobre o animal positivamente ou negativamente e este reage, dentre outros mecanismos (biológicos, morfológicos e/ou fisiológicos), através do seu comportamento.

A facilidade de acesso à água e alimentação, por exemplo, aliados a inexistência de predadores, faz com que as aves alojadas se locomovam menos, causando problemas de bem-estar (COSTA, 2003).

Os aspectos sociais, principalmente os baseados no comportamento das aves, tornam-se cada vez mais evidentes na exploração avícola moderna, face à importância do ambiente em que as aves estão sujeitas. CAMPOS (2000) considera fundamental a identificação de fatores responsáveis pelo bem-estar das aves já que a exploração avícola atual é, fundamentalmente, baseada na mudança de comportamento das aves. Há de se destacar também o relato de SNOWDON (1999) sobre o desenvolvimento alcançado em importantes conceitos relativos à adaptação ao estresse, em função das pesquisas com animais.

O estudo do comportamento animal em diversos sistemas de produção tem se mostrado importante para o conhecimento científico. Em experimentos com matrizes pesadas, MILLMAN & DUNCAN (2000) estudaram a preferência de fêmeas por machos de diferentes linhagens (machos de matrizes pesadas e leves), em galpões de produção, utilizando o Y-teste. Os autores não observaram preferências entre as fêmeas jovens por qualquer dos machos, mas observaram que matrizes experientes demonstravam preferências por machos de matrizes de postura, quando submetidas ao teste.

PUMA *et al.* (2001) descreveram um sistema de monitoramento eletrônico individual para dinâmica de consumo de ração e água para frangos de corte. O sistema, implantado em câmara climática, era constituído de 24 comedouros e bebedouros, ligados a um computador padrão PC através de um cabo RS 485, provendo uma coleta contínua de dados referentes aos dois consumos (ração e água). A temperatura da água foi controlada e os consumos individuais eram mediados por balanças eletrônicas de precisão. O sistema foi testado utilizando aves jovens. Os autores demonstraram que o sistema pode ser utilizado para

entender os efeitos da modificação do ambiente no consumo individual de ração e água para frangos de corte.

ESTEVEZ *et al.* (2003) observaram os comportamentos de galinhas poedeiras, em vários tamanhos de grupo. A dinâmica dos comportamentos agressivos foi influenciada pelo contexto da competição pelo alimento e o tamanho do grupo influenciou inversamente na média de interações agressivas, teria sido observado menos agressões em grupos maiores, mantendo-se a densidade de aves.

Em estudos do comportamento do ato de espojar em galinhas, OLSSON *et al.* (2002a) afirmam que esse comportamento faz parte da socialização das aves. Os autores observaram que esse comportamento geralmente ocorre em sincronismo, porém, é desencadeado por uma galinha que começa a espojar e as demais imitam, mostrando que o espojamento de uma ave estimula todo o grupo (OLSSON *et al.*, 2002b; OLSSON & KEELING, 2005). O espojamento, segundo os autores, mostra-se importante para a motivação do grupo e indicação de bem-estar social.

Autores demonstraram a viabilidade de estudar o comportamento animal através de câmeras de vídeo (ESTEVEZ *et al.*, 2003; BIZERAY *et al.*, 2002), inclusive propondo metodologias nas quais as aves são observadas durante amostras de tempo por dia. BIZERAY, *et al.* (2002) observaram as atividades físicas de 1800 frangos de corte através de câmeras de vídeo, em amostras de 15 minutos, totalizando 1 h de observações por semana. Essa amostragem no tempo foi observada em outros trabalhos (SAVORY & LARIVIERE, 2000, ESTEVEZ *et al.*, 2003; JONG *et al.*, 2003; McGARY *et al.*, 2003).

O temperamento das aves varia entre linhagens. O estudo comparativo do comportamento entre linhagens é importante para que se entenda os efeitos do ambiente no animal. Diversos autores têm estudado comparativamente os comportamentos afetados pelo ambiente (KEER-KEER *et al.*, 1996; McGARY *et al.*, 2003), mostrando diferenças importantes nas respostas comportamentais entre as linhagens.

Alguns comportamentos, quando ocorridos com uma frequência muito alta, causam perdas produtivas. O comportamento de bicagem das penas, que ocorre entre as aves comumente nos aviários, é um comportamento que, se ocorrido em excesso (tanto em quantidade, como em intensidade) causam danos na cobertura nas penas das aves. EICHER &

WECHSLER (1997), estudaram a influência da cama utilizada na frequência de ocorrências desse comportamento, relacionando com as frequências de ocorrências dos comportamentos de espojar e ciscar. Os autores observaram que existe correlação negativa entre os comportamentos de ciscar e bicar penas, ou seja, que na medida em que o comportamento de ciscar aumenta, influenciado pelo material utilizado na cama, a frequência de bicagens de penas observadas diminui.

PETTIT-RILEY & ESTEVEZ (2001) estudaram os efeitos do crescimento e do acesso a poleiros no comportamento agressivo de frangos de corte, observando que o comportamento agressivo aumenta de acordo com o nível do crescimento e a densidade de aves no poleiro (PETTIT-RILEY *et al.*, 2002).

A complexidade do ambiente construtivo, em termos do uso dos espaços internos, foi estudada por MARÍA *et al.* (2004). Os autores demonstram que as atividades locomotoras diminuem com o aumento do estresse das aves, o que pode ocasionar problemas de laminite (WEEKS *et al.*, 2000).

3.4. Manejo e Bem-Estar Animal

A produtividade das matrizes está diretamente relacionada com o tempo de exposição a luz. Esse tema, definido como programa ou manejo de luz, tem sido abordado em muitos trabalhos. WANG *et al.* (2002) estudaram o efeito de diferentes programas de iluminação na quantidade e fertilidade dos ovos, em matrizes leves. Dezoito machos e quarenta e oito fêmeas, com dezenove semanas de idade, foram divididos em três grupos de mesmo tamanho, sendo um grupo exposto ao programa de luz natural do local, e os outros dois a 14 h de luz (10 horas de escuro) e 18 h de luz (6 horas de escuro). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística no número de ovos produzidos pelos grupos, porém, que o peso e a fertilidade dos ovos foram maiores nos programas de luz de 18 h e de 14 h, quando comparados com o natural.

Em experimento com poedeiras leves, FREITAS *et al.* (2005) testaram três programas de iluminação, em dias com luminosidade crescente: natural, intermitente e contínua. Os autores relatam que em dias de luminosidade crescente, o programa de luz

natural pode ser utilizado em galpões abertos, sem perdas zootécnicas, pois, observaram que a produção e a massa dos ovos, bem como a conversão alimentar, foram maiores no programa de luz natural, seguido pelo programa de luz intermitente e contínua.

MARTRENCAR *et al.* (1997), trabalhando com frangos de corte, concluem que a densidade de 43 kg/m² afeta negativamente o bem-estar das aves, quando comparados parâmetros comportamentais, fisiológicos e produtivos com aves alojadas com densidade de 27 kg/m². JUNQUEIRA *et al.* (2003) observaram em experimentos com frangos de corte que, apesar da restrição alimentar influir no ganho de peso das aves, os valores dos parâmetros sanguíneos não foram afetados.

O programa de restrição alimentar em matrizes pesadas é recomendado a partir da segunda semana de idade e tem o objetivo de melhorar o rendimento reprodutivo das aves. Na prática, a restrição alimentar retarda a maturidade sexual das aves e aumenta o estoque de gametas das matrizes.

Todavia, o programa de restrição alimentar em matrizes pesadas contribui para o estresse das aves alojadas (JONG *et al.*, 2003). Os autores estudaram o comportamento de matrizes pesadas (Hybro-G) para a avaliação da fome, para cinco programas de restrição alimentar (90%, 70%, 50%, 35% e 25% *ad libitum*), sendo que em cada programa foram alojadas dez matrizes. Nesse estudo, os autores identificaram que os comportamentos de deitar e o tempo gasto em ócio foram os únicos comportamentos afetados pelos tratamentos de restrição alimentar.

A restrição alimentar em matrizes pesadas é necessária para que as aves não ganhem peso e atinjam a maturidade sexual prematuramente. Entretanto, hoje tais conceitos estão sendo revistos, por irem de encontro à liberdade de não sentir fome que deve ser respeitado na produção animal. SAVORI & LARIVIERE (2000) testaram o efeito de fibra dietética na alimentação de matrizes pesadas, no comportamento ingestivo de grupo comparando se a motivação é reduzida quando usada a dieta qualitativa, em lugar de restrição quantitativa de comida e examinou relações entre supressão de taxa de crescimento e nível de atividade geral. Nesse estudo, foram utilizadas matrizes de 2 a 15 semanas de idade, divididas em seis grupos de vinte matrizes e cada grupo com um tratamento de alimentação diferente. Os autores

concluem que a restrição qualitativa da alimentação proporciona um bem-estar maior para as aves, resultados que servem de subsídio para normas mais ponderadas.

Segundo McGARY *et al.* (2003), diferentes níveis de fertilidade, observados nos machos em linhagens de matrizes pesadas, afetam negativamente os resultados da seleção genética e que os comportamentos reprodutivos dos machos podem ser utilizados para melhorar esse rendimento. Nesse trabalho, foram observados os comportamentos reprodutivos dos machos de duas linhagens de matrizes pesadas, durante duas amostras de 15 minutos, uma de manhã, entre 07:00 e 12:00 h e outra a tarde entre 14:00 e 18:00 h. Segundo os autores, o tempo de coleta dos dados comportamentais foi limitante na análise, pois foram observados poucos comportamentos reprodutivos. Porém, foram constatadas diferenças na frequência dos comportamentos agressivos e a porcentagem de ovos férteis entre as linhagens, o que sugere uma correlação entre essas duas variáveis.

NAKAGE *et al.* (2001) estudaram a fertilidade e a eclodibilidade dos ovos de perdizes em função do peso, observando que ovos menos pesados apresentavam menores porcentagens de fertilidade e eclosão.

MORAES *et al.* (2003) estudaram os efeitos do estresse térmico em embriões, no período de incubação, em frangos de corte, avaliando posteriormente as respostas fisiológicas dos frangos ao estresse térmico, em câmara climática. Os autores concluíram que as aves nascidas dos ovos incubados sob estresse térmico, apresentaram menores níveis de estresse na câmara climática, o que sugere que esse tratamento na fase de incubação promove, posteriormente, uma melhora na capacidade de termo-tolerância das aves ao estresse por calor, que vai ao encontro com os relatos de SHINDER *et al.* (2002).

BAIÃO *et al.* (2005) estudando o efeito do horário de postura sobre o período de nascimento de pintos de corte, observaram que esse parâmetro interfere no nascimento dos pintainhos, devendo ser considerado na sincronização dos nascimentos. PEDROSO *et al.* (2005), em trabalhos com matrizes jovens, concluíram que a idade das aves e o peso dos ovos não influíram na eclodibilidade e na mortalidade embrionária.

LUGETTI *et al.* (2004) observaram as diferenças nos parâmetros fisiológicos de pintainhos, de matrizes pesadas de diferentes idades (30, 45 e 60 semanas de idade). Os autores concluíram que os parâmetros sanguíneos não foram afetados, porém, a idade afetou

diretamente o peso do ventrículo das aves, levando a concluir que a idade afeta diretamente o peso de nascimento do pintainho e a formação do coração.

Outro ponto a ser considerado no manejo de incubação, é o posicionamento dos ovos na incubadora. Esses devem ser posicionados com o pólo menor para baixo. SILVA *et al.* (2003) observaram que ovos incubados com o pólo menor para cima, aumentaram os índices de ovos não eclodidos, ovos bicados com embriões mortos ou vivos e pintos com posição invertida dentro do ovo, aumentando a mortalidade embrionária.

3.5. Qualidade do Ovo

Uma das grandes perdas econômicas no segmento de produção de matrizes se dá pelo elevado número de ovos quebrados. Uma redução no número de ovos quebrados significa um aumento de produtividade e, conseqüentemente, um maior retorno econômico para o produtor. Segundo CÂNDIDO (1998), a qualidade da casca do ovo está diretamente relacionada a fatores biológicos, nutricionais, gerenciais e ambientais.

Em temperaturas elevadas, o ritmo respiratório aumenta de aproximadamente vinte e nove ciclos por minuto (temperaturas ambientais baixas) para acima de cem ciclos por minuto (temperaturas altas, acima da zona de termoneutralidade), afetando a produtividades das aves. A produção e a qualidade dos ovos de poedeiras diminuem com o aumento do estresse térmico (ZAVARIZE *et al.*, 2005; FARIA *et al.*, 2001)

BOUSHY & RATERINK (1985) citado por CÂNDIDO (1998) concluíram que a hiperventilação ocasionada pelo aumento da temperatura ambiental de 13°C para 34°C, diminui a quantidade de dióxido de carbono no sangue, provocando diminuições na espessura da casca de aproximadamente 12 %. O aumento dos níveis de dióxido de carbono provoca um melhoramento na qualidade da casca, pois esse provoca acidose que depois é compensada através de reabsorção de bicarbonato dos rins.

ZHOU *et al.* (1999a) e (1999b) estudando o efeito do ambiente térmico na viscosidade do sangue de frangos de corte, descreveram que a viscosidade do sangue diminui quando as aves são expostas a uma condição de temperatura acima da zona termoneutra. A

importância do balanço ácido-base foi estudada por TEETER & BELAY (1996), que concluíram que este balanço é afetado pelas condições de temperatura, sendo este um fator que interfere diretamente no crescimento das aves.

A casca do ovo é fundamental para regular a troca de gases entre o embrião e o ambiente externo e fornecer a proteção contra a contaminação por bactérias e outros patógenos, pois, já que qualquer defeito na casca compromete o valor do ovo (HUNTTON, 2002). O mesmo autor relata que a resistência da casca tem sido objeto de grande preocupação dos cientistas. Diversos critérios têm sido adotados para avaliar a resistência da casca, entre eles:

- gravidade específica do ovo, que é um índice da espessura da casca;
- resistência a quebra – força real necessária para quebrar a casca;
- deformação da casca sob uma carga fixa (geralmente 0,5 a 1,0 kg)

As técnicas existentes para avaliar a qualidade da casca podem ser divididas em métodos destrutivos e não-destrutivos (CÂNDIDO, 1998). O autor relacionou os ensaios mais utilizados, bem como as medidas consideradas ideais (Tabela 1).

BARBOSA *et al.* (2001), em pesquisas com poedeiras comerciais, demonstraram a relação entre o tempo de estocagem com a perda de peso e qualidade interna dos ovos, sendo que esses parâmetros são afetados mais negativamente quando estocados em salas não refrigeradas. Como parâmetros da qualidade interna do ovo, os autores coletaram a porcentagem de perda do peso do ovo, porcentagem de gema e albúmen.

Avaliando a idade das matrizes, só que na qualidade dos pintos de um dia, GOMES *et al.* (2005) constataram em experimento com ovos de duas linhagens de matrizes pesadas, que o peso do ovo diminui proporcionalmente com o aumento da idade das matrizes, nas duas linhagens observadas.

FARIA *et al.* (1999a) e (1999b), em estudos sobre a influência da idade das galinhas poedeira, mediram como parâmetros de qualidade do ovo, a produção (% ovos/ave/dia), peso dos ovos (g) e massa dos ovos (g/ave/dia), além da porcentagem de ovos trincados, espessura da casca (mm) e gravidade específica (g/ml H₂O). Os autores concluíram que a idade das galinhas constitui um fator determinante de desempenho, qualidade interna e externa dos ovos.

Tabela 1. Relação de ensaios de predição da qualidade da casca de ovos

Tipos de Ensaio	Ensaio	Descrição	Ideal
Métodos Destrutivos ou Diretos	Espessura da casca	Medir a espessura da casca.	0,380-0,410 mm
	Ensaio de compressão	Comprimir o ovo no sentido longitudinal até atingir a fratura.	~ 4 kgf
Métodos Não-Destrutivos ou Indiretos	Gravidade específica	Relação entre a massa do ovo e o seu volume	1,085-1,090
	Deformação	Submeter o ovo a uma carga de 0,1 a 1,1 kgf e avaliara a deformação.	~21%

Adaptado de CÂNDIDO (1998).

Segundo CARVALHO *et al.* (2004) e FERREIRA *et al.* (2005), a porcentagem de gema e albume é determinada pela idade da ave e, portanto, estudar os seus efeitos na qualidade do ovo é fundamental. Em estudos com diferentes linhagens, os autores concluíram que, independente da linhagem, a qualidade interna e da casca do ovo tendem a piorar com o avanço da idade.

Tendo em vista que a postura de ovos férteis é o principal objetivo de matrizes, conhecer sobre a qualidade do ovo é matéria importante para este estudo em particular.

3.6. Termodinâmica Avícola e Parâmetros Ambientais de Produção

3.6.1. Temperatura e Umidade

O calor gerado pelas aves e aquele proveniente da radiação solar, são as duas fontes principais de calor no interior dos edifícios. Dentre as radiações solares que atuam dentro da instalação, a proveniente do aquecimento do telhado é a que atua com maior intensidade, constituindo o fator externo mais importante no aquecimento de galpões de produção. A ave sente este calor e exprime sua resposta com baixa produtividade (ESMAY, 1982).

Sendo o estresse calórico um dos mais importantes fatores de perdas de produção, sua redução é necessária para se alcançar maior produtividade. O maior desafio encontra-se em detectar o equilíbrio entre o custo operacional de um sistema termorregulador do ambiente interno do galpão e do sistema termorregulador do animal, ou de um monitoramento mais preciso desse ambiente, de forma a poupar o sistema termorregulador da ave, dando-lhe maior aproveitamento termodinâmico e, conseqüentemente, maximizando sua produção. CHENG & MUIR (2005) afirmam que as linhagens provenientes de diferentes seleções genéticas apresentam diferentes respostas fisiológicas de homeostase, afetando a longevidade e a produção em função do ambiente de produção. Assim, a correta escolha da linhagem para o ambiente produtivo possível de ser oferecido, é muito importante para que se alcance altos níveis de produtividade.

Uma forma de diminuir custos operacionais dos sistemas climatização é selecionar aves que tenham exigências térmicas mais próximas ao ambiente naturalmente encontrado dentro das instalações. A grande dificuldade encontrada na avicultura é justamente identificar as aves que tenham esta característica desejável dentro da população. Com o monitoramento digital proposto por meio da identificação eletrônica, é possível identificar esses animais sem a interferência humana e buscar dentro do grupo as aves que estão mais aptas ao microclima encontrado dentro da instalação (PEREIRA, 2003).

Uma definição adequada de zona de conforto térmico pode ser indicada como sendo aquela faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com o menor gasto energético. Na zona de conforto térmico, a fração de energia metabolizável utilizada para a termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima.

No verão, as aves procuram dissipar calor através de mecanismos evaporativos, cutâneos e respiratórios, sendo que o principal mecanismo de perda de calor é a respiração, podendo aumentar a frequência respiratória em até dez vezes e, com isso, ventilar de forma eficiente as vias superiores, aumentando a perda de calor latente. Respostas comportamentais são também evidenciadas como abertura das asas, postura ereta, aumento de área superficial (crista e barbela), erupção das penas (arrepiar), entre outras.

A produtividade máxima pode ser obtida quando a ave estiver vivendo num ambiente com temperatura adequada, dentro da zona de termoneutralidade (NÄÄS, 1992; SOTTNIK, 2002). A capacidade das aves de dissipar calor diminui drasticamente a medida que a temperatura ambiente se eleva acima do limite superior da zona termoneutra. Como resultado, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem os sintomas do estresse calórico. Quando expostas ao estresse calórico, todos os tipos de aves, respondem pela diminuição na ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, desta forma reduzindo a produção de calor (TEETER & BELAY, 1993).

Atualmente, verifica-se a necessidade cada vez maior de aplicação de tecnologias automáticas que permitam que as necessidades de bem-estar dos animais alojados sejam satisfeitas (SOTTNIK, 2000).

A Tabela 2, adaptada de COSTA (1994), mostra as temperaturas limites da zona de termoneutralidade para matrizes pesadas. Observa-se nessa tabela que a temperatura crítica alta para as matrizes adultas varia dentro de uma larga faixa. Não existe uma precisão quanto ao limite superior, pois este é função de outras variáveis do ambiente, por exemplo a umidade relativa, e de diferenças individuais nas máquinas térmicas das aves. Assim, a melhor forma de programação de acionamento de equipamentos de climatização é a que utiliza modelos matemáticos que atuam dentro desta faixa intermediária.

Tabela 2. Temperaturas de termoneutralidade para matrizes pesadas.

Idade	Temperatura crítica máxima (°C)	Temperatura crítica mínima (°C)
Recém Nascida	35-37	35-30
Adulta	20-29	20-14

Adaptada de Costa (1994)

A produção animal, seja ela destinada a ovos, carne, leite, ou qualquer outro produto de origem animal, está condicionada a quantidade de energia metabólica existente no alimento ingerido pelo animal, destinada para essa finalidade. Basicamente, qualquer animal homeotermo vai gastar grande parte da energia consumida para manter a temperatura corporal constante. Assim, fornecer um ambiente ideal para o animal implica em redução do gasto de energia, pelo animal, visando sua sobrevivência e aumentando a energia destinada à sua produção e reprodução.

A Figura 2 ilustra a curva de produção de calor de homeotermos em função da temperatura do ar. A produção de calor pelo corpo de um homeotermo varia em função do ambiente para compensar os diferentes gradientes de temperatura e assim manter a temperatura corporal constante. Observa-se nessa figura que existe uma faixa de temperatura, que está compreendida entre as temperaturas A e D, que a produção de calor é mínima. Essa região é denominada de zona de termoneutralidade. Para temperaturas abaixo de A, observa-se que a produção de calor sensível aumenta, numa tentativa de compensar o frio até certo limite no qual o animal chega a óbito. Para ambientes onde a temperatura está acima de D, o animal passa a produzir calor latente para baixar a temperatura corporal, até o limite do corpo, morrendo pelo calor. A região compreendida entre as temperaturas B e C é denominada de Região Ótima, onde o animal está em perfeito conforto térmico. A região compreendida entre A e B e a região compreendida entre C e D, o animal começa a expressar desconforto através do seu comportamento, porém, não interferindo ainda na produção de calor pelo corpo. Conhecer os efeitos do ambiente dessas regiões no comportamento animal é fundamental para garantir que o animal não destine energia metabólica para a produção de calor, seja sensível ou latente, não comprometendo, portanto, a produção econômica.

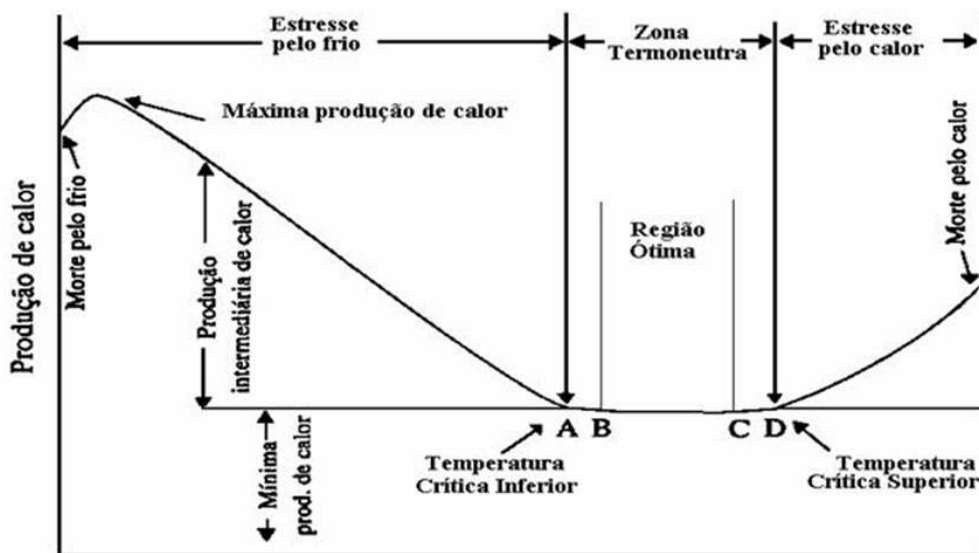


Figura 2. Curva de produção de calor de homeotermos e identificação da zona de termoneutralidade.

O gráfico da Figura 2 ilustra a produção de calor em função apenas da temperatura do ar. Apesar a temperatura ser o principal fator que determina a produção de calor pelo corpo

de homeotermos (ESMAY, 1982), as outras condições do ambiente interferem na sensação de bem-estar e facilitam ou não as trocas de calor entre o animal e o ambiente. A umidade relativa do ar interfere diretamente na capacidade do animal em perder calor latente para o ambiente em condições de temperatura elevada, com o ambiente. Para matrizes pesadas, TINÔCO (2001) propõem os valores de umidade relativa de 70 e 80% como os limites para o bem-estar.

RUTZ (1994) observou que, quando o ambiente térmico se encontra acima da zona termoneutra das aves, suas atividades físicas são reduzidas, a fim de diminuir a produção interna de calor. A ave passa a ficar sentada, e com as asas abertas. Devido a vaso dilatação e acréscimo da circulação periférica, suas cristas e barbelas aumentam de tamanho e se tornam mais avermelhadas, contribuindo para a perda de calor sensível. Nesta ocasião, há recusa natural à alimentação. Quando a temperatura ambiental aproxima-se da sua temperatura corporal, aproximadamente 42°C, a perda de calor ocorre essencialmente pelo ofego. O ofego se torna eficiente, apenas quando a umidade relativa ambiental se encontra em níveis relativamente baixos, isto é, menores que 70%, (LASIEWISKI *et al.*, 1966).

Diversos autores vêm estudando as necessidades ambientais reais para aves alojadas (AL_AWADI *et al.*, 1995; BROW-BRANDL, 1997; TEETER & BELAY, 1996; PEREIRA, 2003). Porém, muitos estudos são com genéticas desenvolvidas e testadas fora do Brasil. Outro ponto a ser considerado é a capacidade de aclimação que as aves possuem (TEETER & BELAY, 1996, PEREIRA, 2003). Segundo TEETER & BELAY (1996), a aclimação de frangos de corte ocorre em torno do quinto dia de exposição. Observa-se que o sofrimento causado pelo calor diminui significativamente. PEREIRA (2003) constatou em estudos com matrizes pesadas que a temperatura crítica máxima, que delimita a zona de termoneutralidade das aves, sofreu um incremento de 1,9 °C comparado com a literatura, quando as aves foram expostas a altas temperaturas por longo período de tempo.

3.6.2. Amônia

Segundo SOTTNIK (2002) a baixa qualidade do ar ocasiona perdas produtivas e problemas de saúde nas aves, o que reforça a necessidade de sistemas de ventilação para a renovação do ar em instalações de produção intensiva.

A amônia atua como irritante das mucosas dos olhos e das vias respiratórias, indo, posteriormente, parar na corrente sanguínea, onde tem efeito tóxico sobre o metabolismo fisiológico das aves (MIRAGLIOTTA, 2000). Nos índices zootécnicos, as principais perdas ocasionadas pelas altas concentrações de amônia são: a diminuição da eficiência da conversão alimentar, diminuição da ingestão de ração, perda de peso das aves e aumento da mortalidade para as concentrações mais altas de amônia (AL-HOMIDAN *et al.*, 2003).

Nas concentrações mais comuns encontradas nas instalações animais – abaixo de 100 ppm – os sintomas que mais aparecem são: intensa secreção de muco pelo epitélio das vias respiratórias, onde a amônia se dilui; hiperventilação, como forma de minimizar o contato da amônia com os pulmões e aumentar o seu contato com as vias respiratórias superiores, onde seria retida. Segundo AL-HOMIDAN *et al.* (2003), a produção de amônia em frangos de corte varia de 2208 a 8294 mg/h para cada 500 kg de peso vivo.

Um sintoma recorrente e com consequências sérias é a perda de apetite, o que ocasiona redução do peso e perda de produtividade; com um alto nível de concentração de amônia, as perdas de peso da carcaça podem ser de 5 a 10%, além de tornar o animal mais suscetível a outras doenças respiratórias (MIRAGLIOTTA, 2000).

As aves demonstram preferência para expressar alguns comportamentos, tais como limpar as penas, descansar e até se alimentar, em ambientes livres do gás amônia, o que reitera a nocividade do gás para a saúde e bem-estar animal. Segundo McKEEGAN *et al.* (2005), quando é dada livre escolha entre alojamentos idênticos a galinhas poedeiras, contendo estes diferentes concentrações de amônia, variando de 0, 25 e 45 ppm, as aves mostram uma relativa preferência pelo compartimento de ar fresco, embora essa preferência não tenha sido imediata, sugerindo um atraso no tempo de percepção para exibir o comportamento de aversão aos ambientes poluídos.

WATHES *et al.* (2002) realizaram um estudo feito especificamente com aves poedeiras. Durante um período de seis dias, foi dada a mesma livre escolha entre ar fresco, 25 ppm e 45 ppm. As galinhas preferiram ar fresco e neste, elas ciscaram, limpavam as penas e descansaram significativamente mais do que no ar com amônia, mas outros comportamentos, como construir ninho, beber e caminhar, ocorreram na mesma frequência em todos os tratamentos. Por observar diferença significativa no tempo gasto nesses comportamentos pelas

galinhas, na atmosfera de ar fresco em comparação com a de 25 ppm, mas não ter sido observada essa diferença entre as atmosferas de 25 e 45 ppm, os autores sugerem para limite à aversão da amônia é de 25ppm.

Dentro de galpões avícolas, a amônia é transferida da cama para o ar. AL_HOMIDAN *et al.* (2003) relatam que pequenos incrementos na temperatura do ar (1-2°C) causam um grande incremento na emissão de amônia pela cama. As médias das concentrações diárias encontradas em galpões estão em torno de 17 a 123 ppm, que são consideradas por AL_HOMIDAN *et al.* (2003) perigosas tanto para as aves, como para os trabalhadores.

MIRAGLIOTTA *et al.* (2004) mostraram a relação positiva da umidade da cama de frangos de corte até o 21º dia com a concentração de amônia no ar, reforçando a necessidade do controle da umidade da cama em galpões avícolas.

Dada a complexidade do relacionamento entre as variáveis que envolvem a determinação da sensação de bem-estar das aves alojadas, o desafio da avicultura é prever e identificar estados de sofrimento nas aves alojadas, em tempo real, para implantar controles mais precisos do ambiente.

4. Materiais e Método

4.1. Materiais específicos dos experimentos

a) Local

Os experimentos foram conduzidos em câmara climática, situada no Laboratório de Ambiência II, na sala de Monitoramento Eletrônico de Animais (Figura 3 a e b) na área experimental do Departamento de Construções Rurais e Ambiência da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, localizada na latitude 22° 53' S e longitude 47° 03' O.



Figura 3. Porta de entrada do Laboratório de Ambiência II.

b) Câmara Climática

A câmara climática utilizada foi construída em alvenaria, com paredes e tetos duplos, preenchidos de poliuretano expandido para isolamento térmico. Possuía dimensões de 5m de comprimento, 4m de largura e 3m de altura, com revestimento interno em azulejo branco e piso emborrachado preto. O controle de temperatura e umidade relativa foi eletrônico, com capacidade de resfriar o ambiente interno a uma temperatura de aproximadamente 5°C e aquecer até uma temperatura de 40°C. O resfriamento do ambiente foi feito através de um evaporador (Figura 4) instalado no interior da câmara climática. O aquecimento foi feito através de resistências instaladas atrás dos ventiladores do evaporador. A umidade foi controlada através de um umidificador instalado no interior da câmara climática. A programação e controle das transições de estado do ar interno à câmara climática foi realizada no painel de controle (Figura 5). Nesse painel foram instalados dois termostatos para o controle da temperatura, sendo que um é responsável pelo controle de aquecimento da câmara e o outro é responsável pelo controle do resfriamento. Atuando em conjunto a esses dois termostatos, foi instalado um umidostato que controlou a umidade dentro da câmara climática.



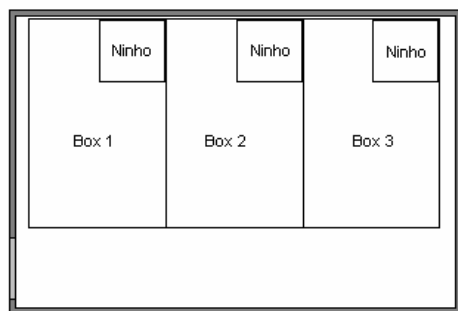
Figura 4. Evaporador.



Figura 5. Vista do painel de controle da câmara climática.

c) Boxes dos experimentos

No interior da câmara climática, com o objetivo de dividir o local para promover a mesma condição ambiental para diferentes grupos de aves, foram construídos três boxes e três ninhos em estruturas de madeira, mostrado no esquema do projeto da Figura 6. Essas estruturas foram cercadas com tela de arame liso hexagonal para “pintainho” (Figura 7 a, b, c e d). As dimensões dos boxes são mostradas na Tabela 3.



a

b

Figura 6. Esquema dos boxes construídos no interior da câmara climática.



a



b



c



d

Figura 7. Etapas da construção dos boxes e ninhos, com estruturas em madeira e cercas de tela de arame liso.

Tabela 3. Dimensões dos boxes.

Descrição	Valor
Altura (m)	1,50
Largura (m)	1,32
Profundidade (m)	2,14

As Figuras 7 a e b mostram os ninhos utilizados para o experimento. Estes foram construídos em madeira, para que não causassem interferência nas antenas de identificação eletrônica utilizadas no experimento. As dimensões dos ninhos são mostradas na Tabela 4. Dentro dos ninhos foi disposta cama de maravalha com aproximadamente 20 cm de espessura.

Tabela 4. Dimensões dos ninhos utilizados no experimento.

Descrição	Dimensão (m)
Altura	1,44
Largura	0,50
Profundidade	0,50
Altura da Abertura	1,01
Altura do Poleiro	0,78

d) Registro dos dados de comportamento

Todos os dados registrados, provenientes dos equipamentos de identificação eletrônica e câmeras de vídeo instalados na câmara climática, foram armazenados e analisados, em equipamento de informática no padrão PC (*Personal Computer*). Esses computadores foram instalados em uma sala refrigerada, conjugada a câmara climática, e isolados das condições inóspitas do ambiente experimental (Figura 8 a e b). As configurações dos computadores utilizados são descritos no anexo A2.



a



b

Figura 8. Vista da Sala de Informática.

Em ambos experimentos foram utilizados para o registro das imagens duas tecnologias de câmeras. A primeira captou imagens no padrão RGB (*Red, Green e Blue*) e foi instalada no teto da câmara climática, registrando os comportamentos das matrizes nos boxes (Figura 9 a, b, c e d). A segunda capta imagens em preto e branco e foi instalada no teto dos ninhos, registrando os comportamentos das aves dentro desse local (Figura 10 a e b). Os modelos das câmeras utilizadas são descritos no anexo A2.



Figura 9. Detalhe das câmeras de vídeo instaladas no teto da câmara climática, sobre os boxes.

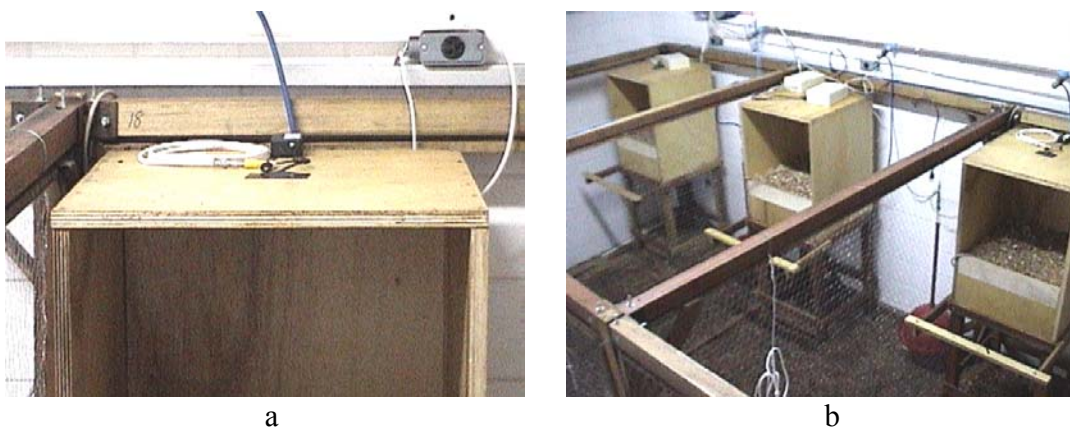


Figura 10. Detalhe das micro-câmeras de vídeo instaladas na parte superior dos ninhos.

e) Registro dos dados de ambiência

Para a coleta das temperaturas de bulbo seco e umidade relativa, foram instalados um termohigrometro da fabricante Hobo® (Figura 11) em cada box, como forma de monitoramento do ambiente na câmara climática. Ressalta-se que para a manutenção da temperatura e da umidade relativa dentro da câmara climática, os parâmetros ambientais foram medidos por sensores da própria câmara climática e controlada pelos termostatos no painel de controle. O modelo dos termohigrometros utilizados é descrito no anexo A2.



Figura 11. Termohigrometro Hobo® instalado no box.

f) Manejo

Em todos os boxes, foi instalado um comedouro e um bebedouro pendular, da fabricante Su-Aves® (Figura 12 a e b). Para garantir o abastecimento de água para as aves e disponibilizar uma água com a temperatura ambiente, foi instalado um reservatório no interior da câmara climática, conforme mostra a Figura 13. Foi utilizada uma cobertura de maravalha de aproximadamente 15 cm de altura como material da cama.



a



b

Figura 12. Bebedouro e comedouro instalados no box.



Figura 13. Reservatório de água.

g) Registro do peso dos ovos

Em ambos os experimentos, os ovos foram pesados em balança de precisão mostrada na Figura 14, cuja as especificações são descritas no anexo A2.



Figura 14. Balança de precisão utilizada nos experimentos.

4.1.1. Experimento 1

Conduzido entre dezembro de 2003 e janeiro de 2004, o Experimento 1 teve o objetivo de verificar diferenças no comportamento e na produção, segundo os fatores temperatura, idade e ração, em câmara climática.

Foram utilizadas vinte e sete matrizes pesadas da linhagem Hybro-PG, sendo nove matrizes com idade entre 38 e 39 semanas, nove matrizes com idade entre 46 e 51 semanas e nove matrizes com idade entre 58 e 59 semanas (Figura 15).



Figura 15. Matrizes Hybro-PG utilizadas no experimento 1.

Nesse experimento, para cada condição ambiental na câmara climática, foram alojadas nos boxes três matrizes, sendo um box para cada idade. Para cada condição

ambiental, os lotes de três matrizes foram substituídas, de modo a não acumular o estresse térmico nos indivíduos. Para viabilizar a logística do experimento, as matrizes que não se encontravam na câmara climática, foram alojadas em modelos de escala reduzida e distorcida (Figura 16), localizadas no Laboratório de Ambiência I, na área experimental do Departamento de Construções Rurais e Ambiência da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), localizado a latitude 22° 53' S e longitude 47° 03' O.



Figura 16. Modelo em escala reduzida e distorcida.

Os ovos coletados nos boxes foram contados, pesados em uma balança de precisão (Figura 14 do item 4.1.) e determinados os seus volumes através de uma proveta graduada (Figura 17).



Figura 17. Proveta graduada para mensuração do volume dos ovos.

Para a avaliação da qualidade de casca, foi realizado ensaio de compressão universal nos ovos dos diferentes lotes (idades) de aves. A Figura 18 mostra em detalhe da prensa de precisão que foi utilizado para realizar os ensaios de compressão, localizada no Laboratório de Análise de Materiais Biológicos da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Os ensaios efetuados nesse experimento utilizaram uma célula de carga de 10 kgf.



Figura 18. Máquina universal de ensaios de Tração e Compressão.

4.1.2. Experimento 2

Conduzido em julho de 2005, o experimento 2 objetivou verificar os diferentes níveis de estresse observados na produção e no comportamento, em função do ambiente térmico, em três linhagens comerciais de matrizes pesadas.

Foram utilizados dez matrizes e dois galos de cada uma das linhagens Coob, Hybro-PG e Ross, com idades 26, 29 e 32 semanas, respectivamente, sendo alojadas cada linhagem em um box dentro da câmara climática (Figuras 19 a 21).



Figura 19. Matrizes Hybro-PG utilizadas no experimento 2.



Figura 20. Matrizes Ross utilizadas no experimento 2.



Figura 21. Matrizes Cobb utilizadas no experimento 2.

As matrizes foram identificadas eletronicamente (Figura 22 a e b), pesadas na entrada do experimento e saída do experimento, em uma balança digital, conforme mostra a Figura 23 a e b.



a



b

Figura 22. Implante dos *transponders* nas matrizes.

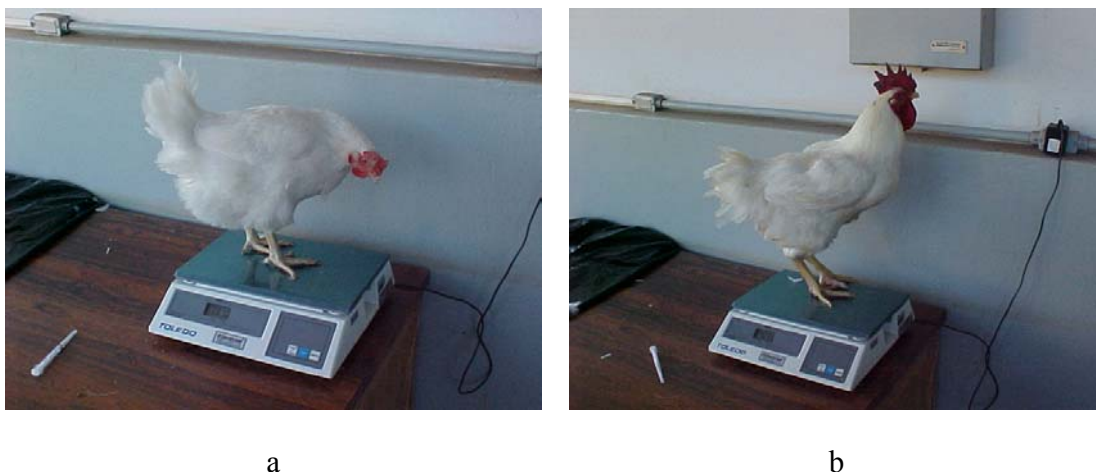


Figura 23. Matrizes sendo pesadas na entrada do experimento.

Para a identificação do uso dos locais bebedouro e ninho, foi utilizada a tecnologia de identificação eletrônica da fabricante Trovan[®]. Essa tecnologia é constituída por antenas painéis (Figura 24), denominadas fixas, de dimensões 40 x 40 cm, que emite um campo eletromagnético, na frequência de 128 kHz, com um alcance máximo de 25 cm, conforme mostra a Figura 25. Esse campo eletromagnético fica ativo até que um *transponder* entre nele. Existindo um *transponder* no campo, este é excitado pelo campo e emite um sinal, na frequência de 64 kHz, com um código identificador. A antena então captura esse código e transmite, via cabo serial RS 232, para um computador.

O *transponder* é um circuito integrado, passivo⁴, acoplado a uma micro-antena e encapsulado em vidro. Esse *transponder* contém um código criptografado que corresponde ao número identificador único gerado pelo fabricante.



Figura 24. Antena painel da Trovan[®].

⁴ Não possui fonte própria de energia.

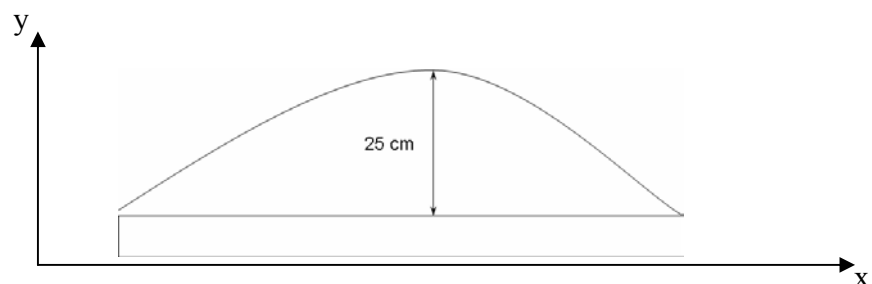


Figura 25. Campo eletromagnético gerado pela antena de identificação eletrônica.

Em cada box, foram dispostas duas antenas de identificação eletrônica, totalizando seis antenas, para monitorar individualmente os comportamentos de uso do ninho e do bebedouro, conforme disposição mostrada na Figura 26.

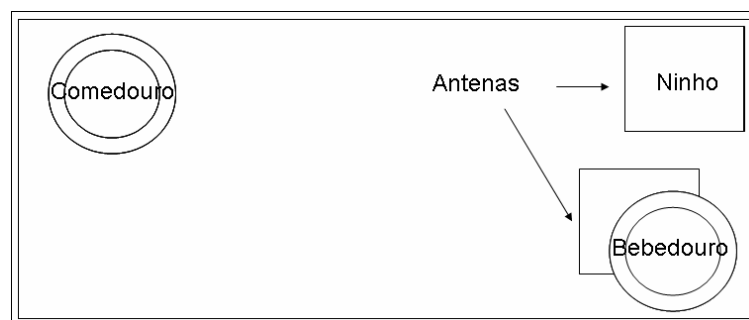


Figura 26. Disposição das antenas no box.

Para registro da concentração de amônia dentro da câmara climática para verificação da sua influencia no comportamento e na produção, foi utilizada uma bomba de sucção para 100 ml de ar, acoplados a tubetes graduados da fabricante Dräger®, que possui no interior um material que reage na presença de amônia no ar (Figura 27) mudando de cor.



Figura 27. Bomba e tubeta para medição da concentração de amônia.

Os ovos coletados nesse experimento foram pesados em uma balança de precisão e incubados em incubadora da marca ZAGAS®. Depois de dezoito dias, os ovos foram transferidos para um nascedouro do mesmo fabricante. Os equipamentos são apresentados na Figura 28 e descritos no anexo A2.



Figura 28. Incubadora (esquerda) e nascedouro (direita).

A incubadora e o nascedouro são aquecidos internamente por resistências elétricas e sua temperatura é controlada por termostatos (Figura 29 a e b). A incubadora possui um sistema de viragem automática dos ovos, programado para virar a cada 2 h. O nascedouro possui apenas uma bandeja em tela para disposição dos ovos e, portanto, não fazendo a viragem dos mesmos.



Figura 29. Detalhe da resistência para aquecimento, do termostato e do sistema de viragem dos ovos.

4.1.2.1. *Software* para gerenciamento dos dados experimentais

Todos os registros foram gerenciados por um *software* desenhado para atender as necessidades do Experimento 2, que teve como função armazenar todos os dados experimentais em um Banco de Dados relacional FireBird®. Esse *software* é constituído de três módulos: o primeiro se refere aos cadastros e configuração que vão dar suporte para os dados coletados sistematicamente durante o experimento; o segundo se refere ao registro dos dados experimentais, onde o *software* faz a comparação no momento da gravação dos registros, com os valores cadastrados anteriormente no primeiro módulo; e o terceiro referente a geração de um resumo da evolução dos dados coletados no tempo, em tempo real, para que o pesquisador tenha controle dos registros dos dados experimentais.

O detalhe das telas para o cadastro das aves, que se encontra no módulo de cadastros e configurações, é mostrado na Figura 30. Nessas telas é necessário que o usuário preencha a data do cadastro de cada matriz, que se refere à data de entrada da mesma na câmara climática, a linhagem, a idade e o peso. O campo “*Transponder*” se refere ao código de identificação eletrônica de cada ave e o seu preenchimento é facultativo.

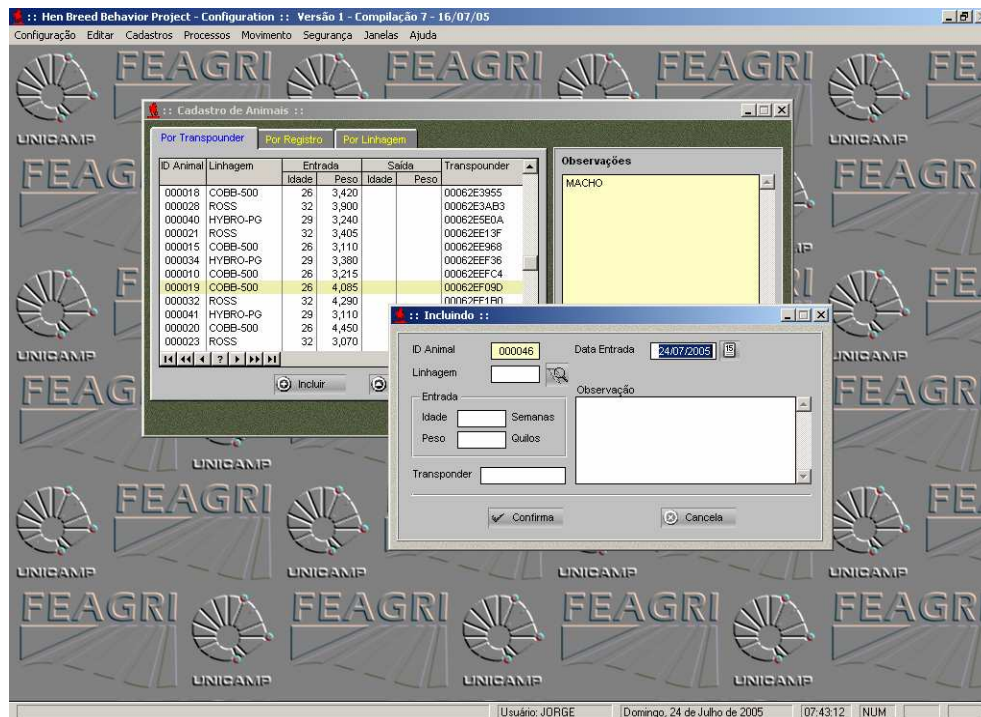


Figura 30. Telas de cadastro das aves.

A Figura 31 mostra todas as telas de configurações do *software*. A possibilidade de configurar os parâmetros locais torna o *software* mais flexível, possibilitando a sua utilização em outras montagens experimentais. O *software* permite configurar:

- a altitude e pressão atmosférica local, para os cálculos das variáveis psicrométricas;
- as entradas seriais do computador, expandidas através de uma placa multiseriada, para a transmissão de dados coletados por meio de sensores (identificação eletrônica, *dataloggers*, etc.) e posicionamento dos equipamentos na unidade experimental;
- configurações das câmeras de vídeo e posicionamento na unidade experimental;

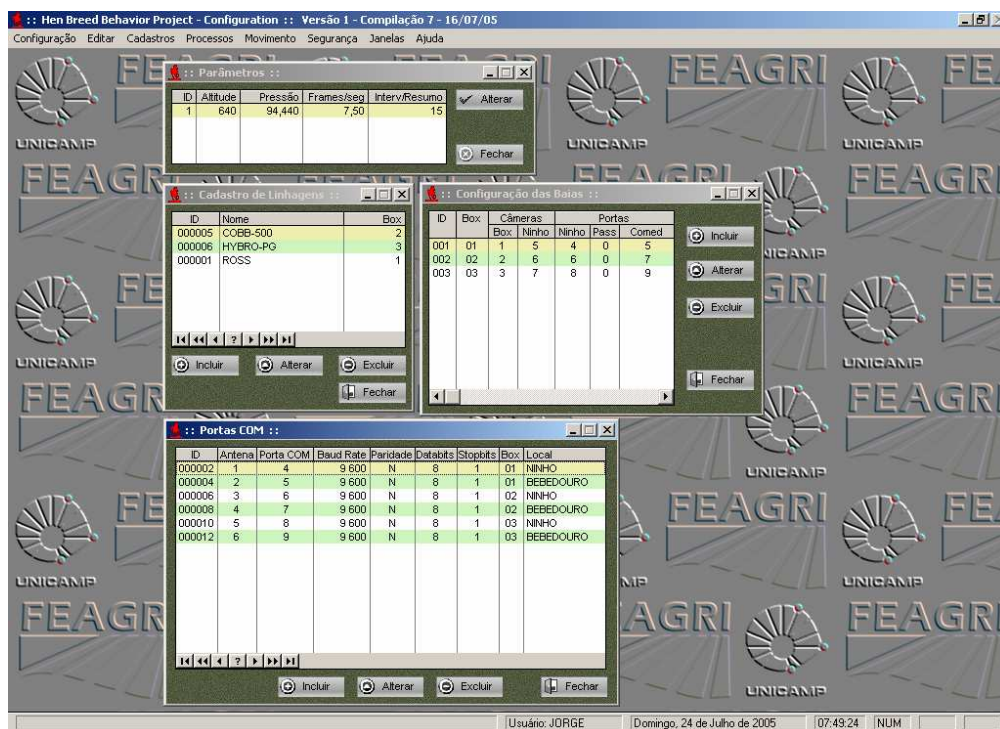


Figura 31. Telas para as configurações dos parâmetros do experimento.

O *software* permite que sejam cadastradas todas as formulações das rações oferecidas durante a coleta de dados (Figura 32). Estes dados ficam armazenados no Banco de Dados (BD) e podem ser utilizados posteriormente nas análises dos resultados.

A Figura 33 mostra as telas para a inclusão dos dados de alimentação diária das aves, que já se encontram no segundo módulo do *software* de registro dos dados experimentais. Nessas telas é possível registrar a quantidade de ração total ministrada para cada linhagem, a data, hora e a ração utilizada, que teve a sua formulação previamente cadastrada. Foi prevista ainda a possibilidade de as aves não consumirem toda a ração oferecida, devido ao estresse causado pelo ambiente, podendo ser registrada a quantidade retirada de ração fornecida no dia anterior.

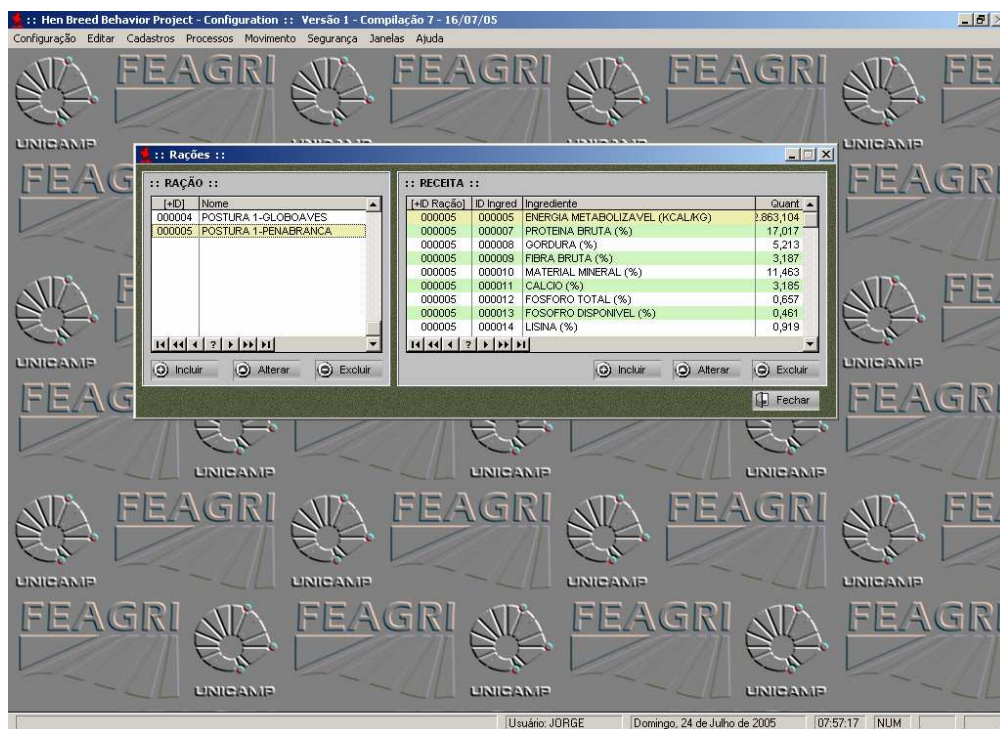


Figura 32. Tela para cadastro das formulações das rações.

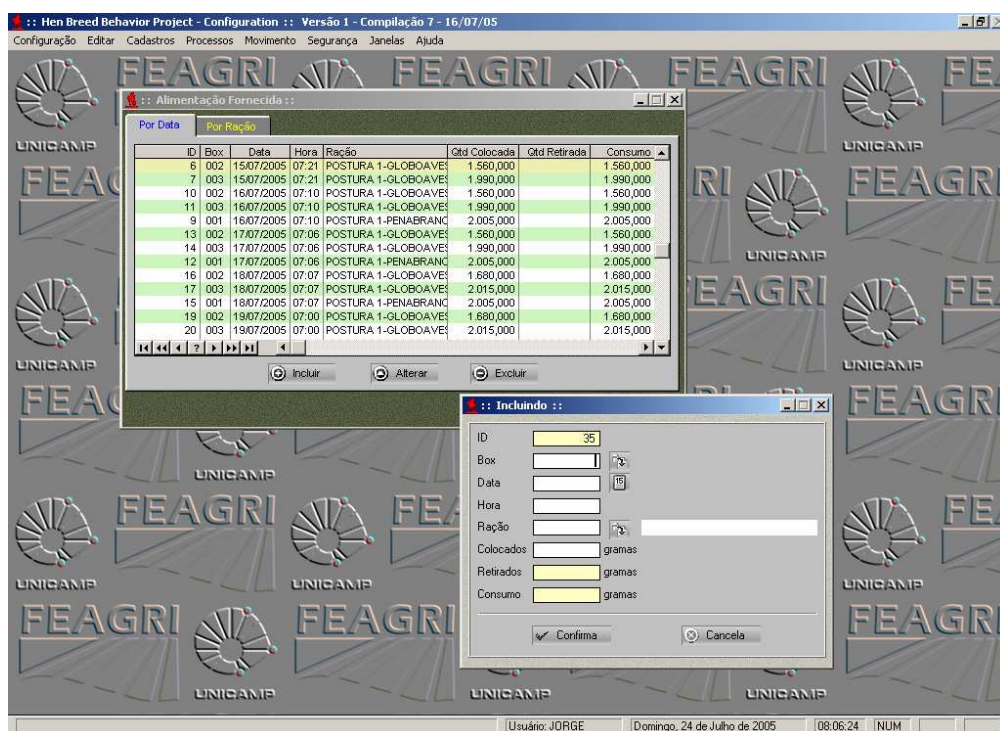


Figura 33. Telas para cadastro do fornecimento e retirada das rações para as matrizes.

Todos os dados de produção também foram registrados no *software*. A proposta foi que todas as condições físicas do ovo pudessem ser registradas individualmente. A Figura 34 mostra as telas para a inclusão dos dados, sendo de preenchimento obrigatório a data da coleta, hora da coleta e linhagem, e de preenchimento facultativo os campos peso, volume, resistência da casca, espessura da casca e altura do albúmen.

ID	Data	Hora	Linhagem	Quant	Peso
7	18/07/2005	08:56	ROSS	1	52,196
8	18/07/2005	08:56	ROSS	1	67,162
9	18/07/2005	08:56	ROSS	1	64,219
13	18/07/2005	11:15	ROSS	1	63,905
14	18/07/2005	11:15	ROSS	1	61,979
22	18/07/2005	15:20	ROSS	1	63,903
23	18/07/2005	18:08	ROSS	1	56,379
25	19/07/2005	08:53	ROSS	1	57,004
26	19/07/2005	08:53	ROSS	1	64,032
31	19/07/2005	11:30	ROSS	1	68,151
32	19/07/2005	11:30	ROSS	1	59,834
38	19/07/2005	13:45	ROSS	1	65,901
39	19/07/2005	13:45	ROSS	1	63,040
40	19/07/2005	13:45	ROSS	1	62,844
43	20/07/2005	08:20	ROSS	1	60,818

Figura 34. Telas para os registros dos dados de produção.

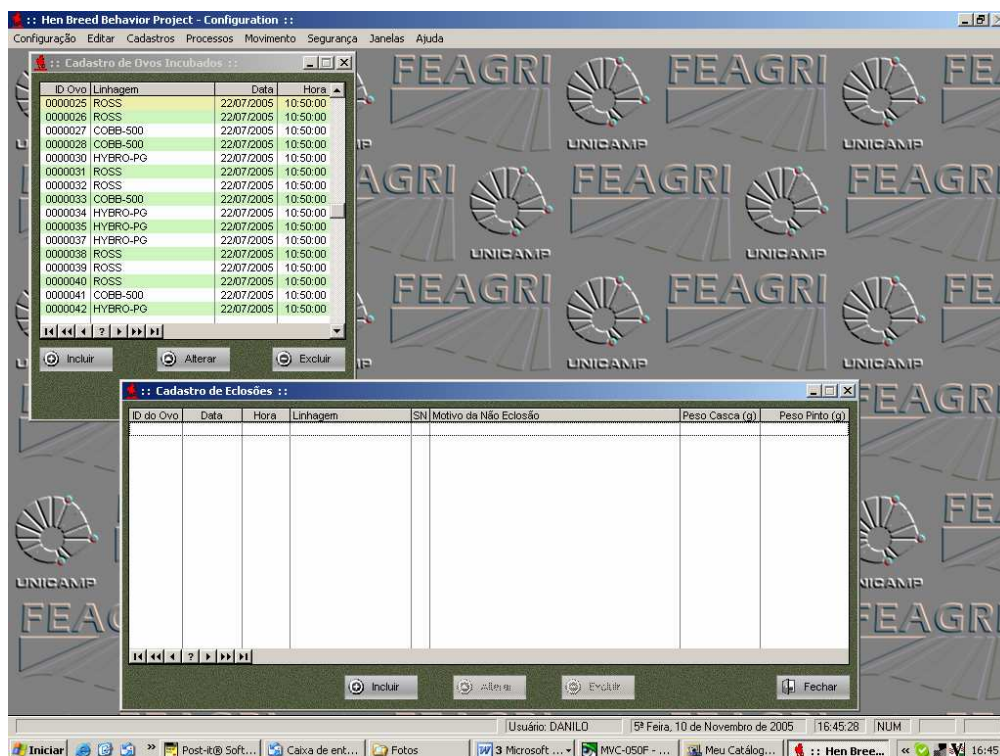


Figura 35. Telas para o registro dos dados para a incubação e da eclosão dos ovos.

Nesse experimento, foi registrado o peso dos ovos coletados e que, posteriormente, foram incubados e registrados a data e hora da incubação. Após o período de incubação, foram registradas a data e hora da eclosão, peso das cascas e peso dos pintainhos referentes aos ovos eclodidos e, para os ovos não eclodidos, o motivo da não eclosão. A Figura 35 mostra as telas para o registro dos dados para a incubação e da eclosão.

Os comportamentos foram observados a partir de amostras de 15 minutos de manhã e 15 minutos a tarde de vídeos gravados durante todo o período de luz. Estas observações foram registradas através do *software*, simultaneamente com as câmeras instaladas no teto da câmara climática e no teto do ninho dos boxes. Os vídeos do teto e do ninho foram gerados com sincronismo no horário e os comportamentos observados foram registrados diretamente no BD, juntamente com as informações de data e hora do momento da gravação do vídeo. A Figura 36 mostra a tela para a reprodução dos vídeos e registro dos comportamentos.

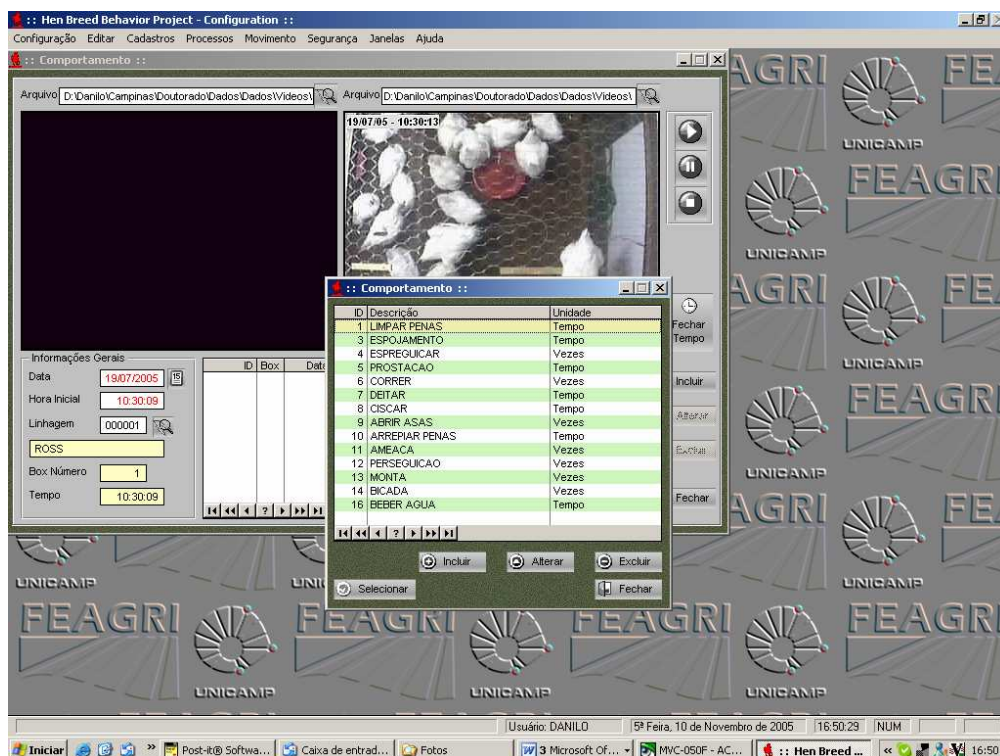


Figura 36. Tela de reprodução e registro dos comportamentos das aves.

As temperaturas de superfície das aves (crista, barbeta e pé) foram registradas através das telas mostradas na Figura 37. Essa figura mostra ainda as telas para os registros das medidas de concentração dos gases. O *software* permite que vários gases sejam registrados no BD, porém, para esse experimento, apenas a concentração da amônia foi monitorado para controle.

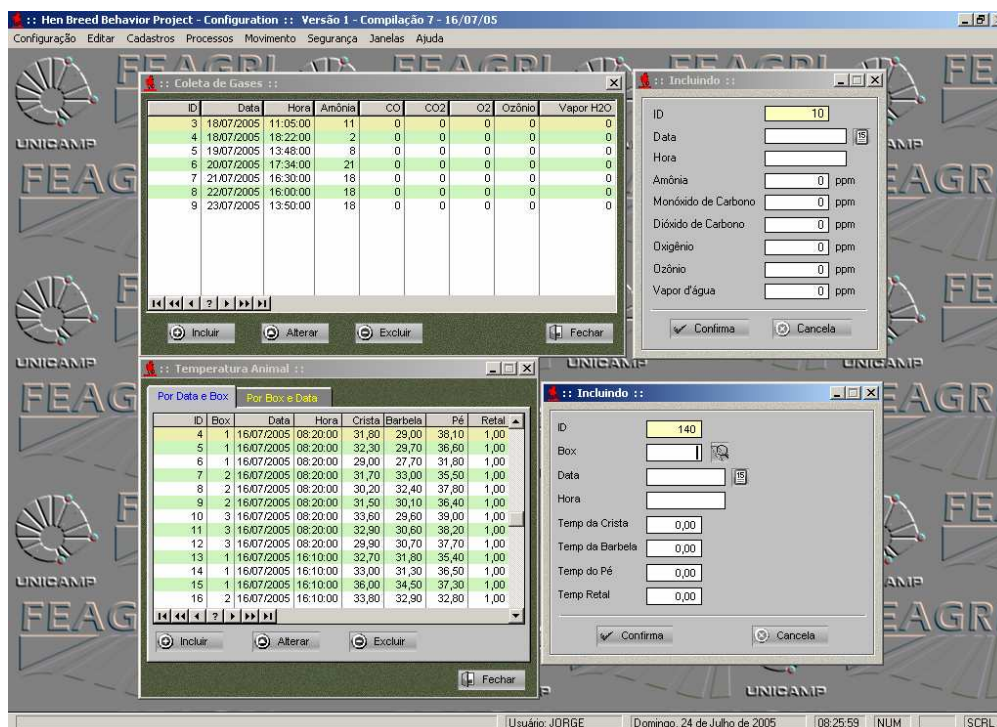


Figura 37. Telas para os registros de temperatura de superfície das aves.

Os dados de temperatura e umidade registrados pelos termohigrômetros Hobo[®] foram transferidos, através de uma *interface* criada no *software*, para o Banco de Dados, possibilitando que as análises das variáveis respostas em função do ambiente pudessem ser feitas adequadamente.

4.2. Metodologia específica dos experimentos

Os comportamentos monitorados são mostrados no etograma da Tabela 5, observados nas imagens coletadas pelas câmeras de vídeo e identificação eletrônica. Todas as informações referentes ao comportamento foram relacionadas com a data, hora e condições ambientais do momento da ocorrência.

Foram propostos dois experimentos para o estudo dos efeitos do ambiente em linhagens de matrizes pesadas.

- O primeiro experimento, denominado Experimento 1, impôs três condições ambientais, em câmara climática, para que fossem observados os

comportamentos das matrizes e a qualidade dos ovos produzidos, sem a presença de machos, em três pontos da curva de produção, sendo que cada condição ambiental foi imposta em lotes diferentes de matrizes, eliminando os efeitos do acúmulo de estresse.

- O segundo experimento, denominado Experimento 2, impôs três condições ambientais diferentes no mesmo lote de matrizes, simulando uma onda de calor, possibilitando avaliar os efeitos desse fenômeno nos comportamentos e produção de pintainhos de três linhagens diferentes de matrizes pesadas, com a presença de machos.

Tabela 5. Etograma dos comportamentos observados nos experimentos.

Comportamento	Descrição
Abrir Asas	Movimento em que a matriz bate as duas asas
Ameaçar	Atitude de uma matriz se posicionar na frente de outra, com o pescoço esticado e as penas do pescoço arrepiadas, com as duas asas abertas, olhando de cima para baixo a outra matriz.
Arrepiar Penas	Ação de arrepiar e sacudir todas as penas do corpo
Beber Água	Ato em que a matriz se posiciona na frente do bebedouro e bebe água.
Bebedouro	Situação em que a matriz se encontra no bebedouro independente do ato de beber água.
Bicar	Ação de uma matriz bicar qualquer parte do corpo de outra matriz de forma agressiva.
Ciscar	Movimento de arrastar a cama para trás com as patas e “fuçar” a cama com o bico.
Correr	Movimentação de uma matriz entre dois pontos distantes em velocidade maior do que a observada normalmente.
Deitar	Ato da matriz de ficar sentada ou deitada sobre a cama.
Espojar	Banho realizado pela matriz utilizando o substrato da cama.
Espreguiçar	Ato em que a matriz estica uma asa e uma perna, do mesmo hemisfério do corpo.
Limpar Penas	Ato em que a matriz arruma as penas com o bico, induzindo a liberação de óleos nas glândulas encontradas na base das penas.
Montar	Ação de uma matriz ou galo subir em cima da

	outra matriz, que pode ser interpretada como um comportamento agressivo (matriz-matriz) ou um comportamento de reprodução (galo-matriz).
Ninho	Situação em que a ave se encontra no ninho.
Perseguir	Ato de uma matriz correr atrás de outra com a intenção de bicar ou outra forma de agressão.
Prostar	Atitude em que a matriz fica deitada na cama, com o bico aberto e ofegante, as asas semi-abertas, com o intuito de aumentar a área para troca de calor com o ambiente.

Os objetivos de ambos os experimentos foram fornecer parâmetros baseados em respostas comportamentais que venham a contribuir para a simulação e previsão de níveis de estresse em matrizes pesadas em função das condições do ambiente.

4.2.1. Experimento 1

O estudo foi conduzido durante nove dias sequenciais, entre dezembro de 2004 e janeiro de 2005, em câmara climática, verificando-se a produção de ovos de matrizes alojadas, segundo os fatores idade, temperatura ambiente e ração. O delineamento do experimento é mostrado na Tabela 6.

Foram avaliados os comportamentos de 27 (vinte e sete) matrizes pesadas da linhagem Hybro-PG. Para cada condição de ambiente proposta, foram monitoradas, ao mesmo tempo, três grupos de três matrizes, em diferentes pontos da curva de produção caracterizada pela idade das aves. Para isto, a câmara climática foi dividida em boxes, conforme mostra a Figura 6 do item 4.1.

As matrizes foram divididas em três grupos de idades diferentes: Id1 = 38-39 semanas, Id2 = 46-51 semanas e Id3 = 58-59 semanas. O objetivo de estudar três idades diferentes foi verificar o efeito da idade na quantidade e qualidade de ovos produzidos e seu efeito no comportamento das aves em função do ambiente, sem a presença de machos, possibilitando indicar maior ou menor resistência dos grupos a ambientes fora da zona de termoneutralidade.

Os ambientes criados dentro da câmara climática, nos quais foram expostas as matrizes, foram de três temperaturas diferentes: T1 = 13°C, T2 = 21°C e T3 = 35°C, e fixada a

umidade relativa em 75%, baseados nos relatos de BOUSHY e RATERINK (1985) citado por CANDIDO (1998).

Durante o experimento, foram ministradas, conforme o delineamento da Tabela 6, três formulações diferentes de ração, onde se variou quantidade de energia metabolizável: R1 = 2.810 kCal/kg, R2 = 2.800 kCal/kg e R3 = 2.789 kCal/kg.

As aves foram alojadas nos boxes na câmara climática, separadas pela idade, em uma densidade de três aves/box. Os dias descritos na Tabela 6, correspondem ao período de exposição das aves aos fatores combinados temperatura, ração e idade. Nessa tabela entende-se, por exemplo, que nos dias 1, 2 e 3, todas as aves, segundo os grupos de idade Id1, Id2 e Id3, foram expostas a uma condição ambiental de T1, de modo que o grupo Id1 recebeu a ração R1, Id2 recebeu a ração R2 e Id3 recebeu a ração R3 para alimentação. Para cada condição ambiental, as aves foram submetidas a um período de 24h de exposição a uma temperatura de 24°C e 75% de umidade relativa, para uniformizar as condições de entrada dos lotes.

Tabela 6. Delineamento experimental.

	Dias 1, 2 e 3	Dias 4, 5 e 6	Dias 7, 8 e 9
	T1	T2	T3
Id1	R1	R3	R2
Id2	R2	R1	R3
Id3	R3	R2	R1

Idi – Idades das matrizes; Ti – Temperaturas; Ri – Rações.

O plano experimental foi analisado como Fatorial Fracionado 3x3x3x2, conforme delineamento mostrado na Tabela 6, analisando-se a influência do período (manhã ou tarde). Essa foi escolhida por permitir avaliar as interações entre os fatores de controle, nas variáveis respostas, com um volume de dados e um período de coleta inferior ao necessário no experimento tipo Fatorial. As variáveis-respostas mensuradas são descritas a seguir.

a) Número de ovos

Foram registrados, diariamente, o número de ovos produzidos em cada box, representando, portanto, a produção diária de cada grupo segundo a idade, em relação ao ambiente.

b) Qualidade dos ovos

Os ovos coletados foram submetidos a ensaios de compressão para verificação da resistência da casca à ruptura. Medidas do peso e volume dos ovos, utilizando-se balança de precisão e proveta graduada, também foram coletadas.

c) Comportamentos

O monitoramento através das câmeras de vídeo permitiu observar os comportamentos das matrizes sem que houvesse a interferência humana. Foram contadas as ocorrências dos comportamentos mostrados no etograma (Tabela 5), menos os comportamentos de Beber Água, ida ao Bebedouro e ida ao Ninho, em cada grupo de matrizes observadas nas diferentes condições ambientais. Buscou-se identificar quais os comportamentos que foram afetados pelos tratamentos, que podem ser potenciais indicadores de bem-estar das matrizes nas condições de produção comercial.

d) Interações agressivas

Através de análise observacional, foi medido o número absoluto de bicadas, perseguições, montas e ameaças entre as aves. Buscou-se com estes dados, identificar as relações entre as agressões e os ambientes propostos. Comparando esses resultados com os encontrados no Experimento 2, pôde-se verificar a influencia do macho nos comportamentos agressivos do grupo.

No manejo de matrizes pesadas a alimentação foi restrita, sendo oferecida apenas uma vez ao dia, entre os horários das 6:30 e 7:00h. A quantidade de ração ministrada para as aves foi rigorosamente controlada, calculada de acordo com a fase produtiva. Este manejo foi reproduzido no experimento e todos os dados foram registrados no BD. A ração foi pesada em uma balança digital e ministrada na quantidade (160g/ave) oferecida na granja de origem das matrizes (Figura 38). A ração foi posta para as matrizes apenas uma vez ao dia, durante a manhã, mantendo a restrição alimentar adotada na granja. O programa de luz adotado foi 14 h de luz e 10 horas de escuro.

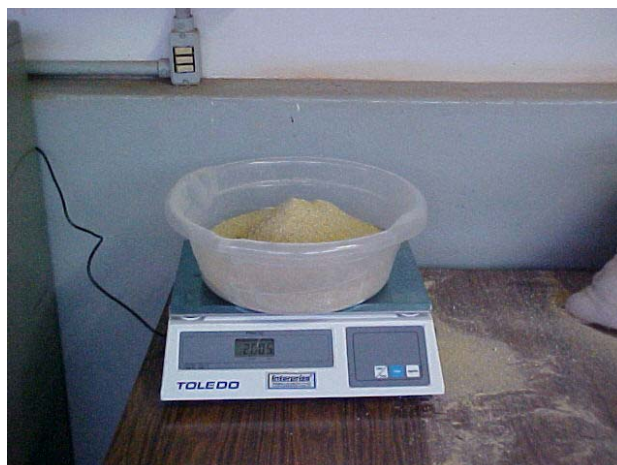


Figura 38. Pesagem da ração.

A Figura 39 mostra o diagrama de blocos da montagem experimental 1. Foram instaladas duas placas de captura de vídeo em um Servidor e seis câmeras de vídeo foram conectadas a essas placas por meio de cabos coaxiais. Foram coletadas as imagens provenientes das câmeras de vídeo instaladas na câmara climática utilizando o *software* da empresa que comercializou as câmeras de vídeo. Utilizando esse *software*, geraram-se os vídeos que foram armazenados no disco rígido do servidor e foram assistidos pelo pesquisador, utilizando o próprio *software*, que registrou os comportamentos das matrizes monitoradas. Esses dados foram posteriormente analisados no *software* estatístico MINITAB®.

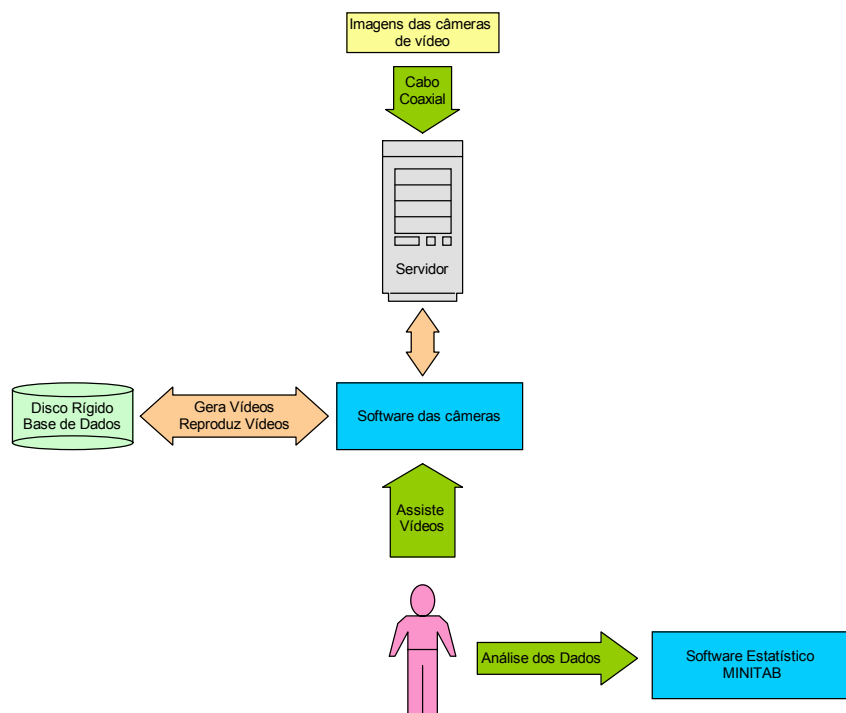


Figura 39. Diagrama de Blocos da montagem experimental 1.

Foram observadas as variáveis respostas número de ovos diários, peso e volume dos ovos e resistência da casca, relacionadas à produção das matrizes. Diariamente, os ovos foram recolhidos, contados, pesados em uma balança de precisão (Figura 14 do Capítulo 4.1) e determinados os seus volumes através de uma proveta graduada (Figura 17 do Capítulo 4.1.1). A medida do volume do ovo foi tomada pela diferença dos volumes de água marcados na proveta, com o ovo submerso na água e sem o ovo.

Realizadas essas medidas, os ovos foram levados para o ensaio de compressão, que teve o objetivo de verificar a resistência à ruptura da casca do ovo. Os ovos foram dispostos em uma prensa de alta precisão, sobre uma célula de carga de 10 kgf, com a dimensão maior no sentido da compressão, conforme demonstrado na Figura 40, e comprimidos até a ruptura da casca. Todo o ensaio de compressão foi registrado no computador, registrando-se a força de compressão empregada pela prensa a cada 1 ms de tempo, permitindo identificar a força exata no momento da ruptura da casca.

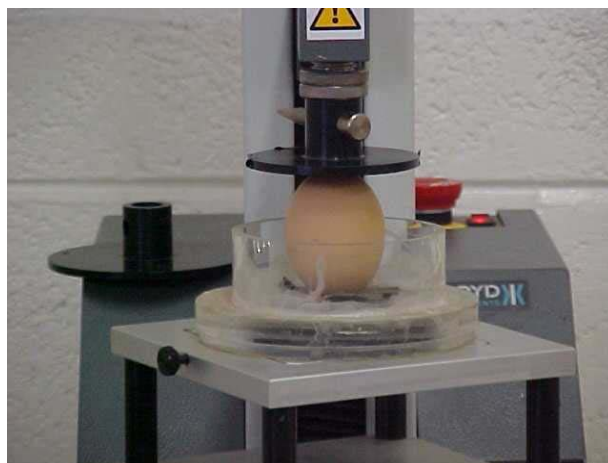


Figura 40. Disposição do ovo no equipamento para ensaio de compressão.

Os comportamentos das aves alojadas foram observados através das câmeras de vídeo, instaladas no teto da câmara climática e no teto dos ninhos, não havendo, portanto, a interferência humana nos registros. As matrizes foram observadas pelo pesquisador em tempo real, ou seja, durante a gravação dos vídeos. A Figura 41 mostra o *frame* de um vídeo gravado nesse experimento.

Os comportamentos foram registrados duas vezes por dia, divididos entre manhã e tarde, em amostras de 15 minutos do tempo, conforme metodologia descrita por Bizeray *et al.* (2002).

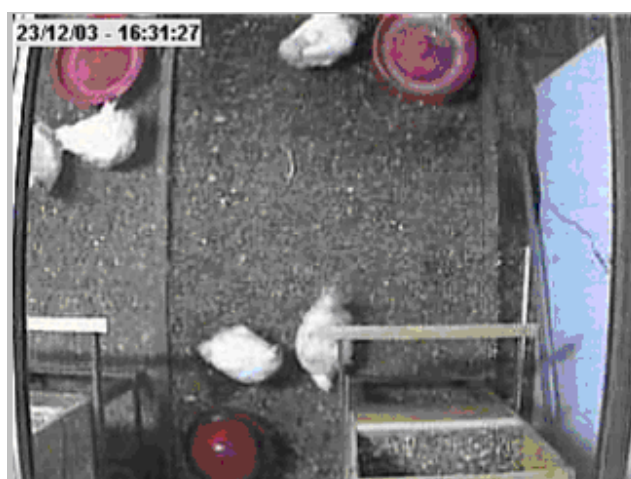


Figura 41. *Frame* de um vídeo gravado no Experimento 1.

A qualidade das câmeras utilizadas nesse experimento e o posicionamento de topo, não permitiram observar o ofego das matrizes.

4.2.2. Experimento 2

O Experimento 2 foi realizado nos meses de julho e agosto de 2005, conduzido durante nove dias seqüenciais, em câmara climática, monitorando-se o comportamento das aves, a produção e a eclosão de ovos, perante os fatores experimentais.

Matrizes das linhagens Ross, Cobb-500 e Hybro-PG foram observadas em câmara climática através de câmeras de vídeo e antenas de identificação eletrônica, segundo montagem experimental descrita no item 4.1.2.

Essas matrizes foram alojadas em boxes e expostas às mesmas condições ambientais, programadas no painel de controle da câmara climática: T1 = 24°C, T2 = 28°C e T3 = 32°C, simulando uma onda de calor, e mantendo-se a umidade relativa do ar em 75%, dentro do limite de termoneutralidade (TINÔCO, 2001). A condução do experimento foi descrita em detalhes no item 4.2.2. A seguir são descritas as variáveis respostas que foram analisadas.

a) Identificação e Pesagem das aves

As aves, ao entrarem no experimento, foram identificadas eletronicamente e pesadas, registrando-se o peso inicial de cada indivíduo. Após o período de coleta, as aves foram novamente pesadas, registrando-se o peso final de cada indivíduo.

b) Movimentação

Utilizando os dados provenientes da identificação eletrônica, das antenas instaladas no bebedouro e no ninho, foram analisadas as frequências absolutas de utilização desses locais, individualmente, bem como o tempo de permanência e tempo de retorno ao local por indivíduos.

A partir dos dados registrados pela antena de identificação eletrônica instalada no ninho, foram identificados os indivíduos que apresentaram um comportamento indesejado de uso desse local.

No bebedouro, foram medidos o tempo total de permanência e o número de visitas de cada matriz a esse local. Acredita-se que o microclima gerado em torno do bebedouro

proporcionou maior bem-estar para as aves. Buscou-se com estes dados quantificar a utilização deste microclima, devido às combinações de temperatura e umidade propostas nesse delineamento. Combinando os dados da identificação eletrônica com as imagens captadas pelas câmeras instaladas no teto da câmara climática, foi feita uma estimativa para o grupo do tempo utilizado efetivamente para hidratação.

c) Número de ovos

Foram registrados, a exemplo do Experimento 1, o número de ovos produzidos em cada box, que representou a produção diária de cada linhagem.

d) Incubação e Eclosão

Com o objetivo de verificar a porcentagem de eclosão de cada linhagem estudada nesse experimento, os ovos foram recolhidos diariamente, limpos, desinfetados e incubados. Foi registrada a quantidade de pintainhos nascidos para cada tratamento proposto nesse delineamento. Os pintainhos foram pesados, assim como a sua casca, qualificando a produção das linhagens por tratamento.

f) Comportamentos

Foram observados todos os comportamentos descritos no etograma (Tabela 5), para cada linhagem nas diferentes condições ambientais propostas. Buscou-se com esse monitoramento identificar os comportamentos indicadores de bem-estar das matrizes.

g) Interações agressivos

Foram observadas o número absoluto de bicadas, perseguições, montas e ameaças entre as aves. Esse experimento, ao contrário do Experimento 1, monitorou-se o comportamento das matrizes com a presença dos machos. Os resultados foram comparados com os resultados encontrados no Experimento 1, verificando a influência da presença do macho nos comportamentos agressivos de grupo.

A Figura 42 mostra o diagrama de blocos da montagem do Experimento 2. Dois computadores padrão PC e um servidor foram utilizados para gerenciar, armazenar e posteriormente consultar os dados experimentais. O primeiro computador (Computador 1) foi utilizado para inserir os dados que foram coletados com sensores que não possuíam interface com o computador e, portanto, precisavam ser inseridos no Banco de Dados via teclado. Nesse

computador foi instalado um *software* para fazer a interface entre o Banco de Dados e o usuário.

No Computador 2 foi instalada uma placa multiseriada para conectar todas as seis antenas de identificação eletrônica e um *software* para o registro dos dados provenientes das antenas de identificação eletrônica e dos termohigrômetros. Todos esses dados foram registrados no Banco de Dados.

No Servidor foram instaladas duas placas de captura de vídeo, cada uma com quatro canais, e nelas foram conectadas as seis câmeras de vídeo. Essa máquina foi responsável pelo registro das imagens e a geração dos vídeos, utilizando o *software* da empresa que comercializou as câmeras de vídeo. Esses vídeos foram, posteriormente assistidos pelo pesquisador no *software* desenvolvido para esse experimento e foram registradas as respostas comportamentais das matrizes monitoradas. Esses dados de comportamento foram armazenados no Banco de Dados.

Após o período de coleta de dados, o pesquisador, através do *software* do experimento, pôde fazer as consultas no Banco de Dados, utilizando linguagem SQL, e extrair os dados que foram posteriormente analisados no *software* estatístico MINITAB®.

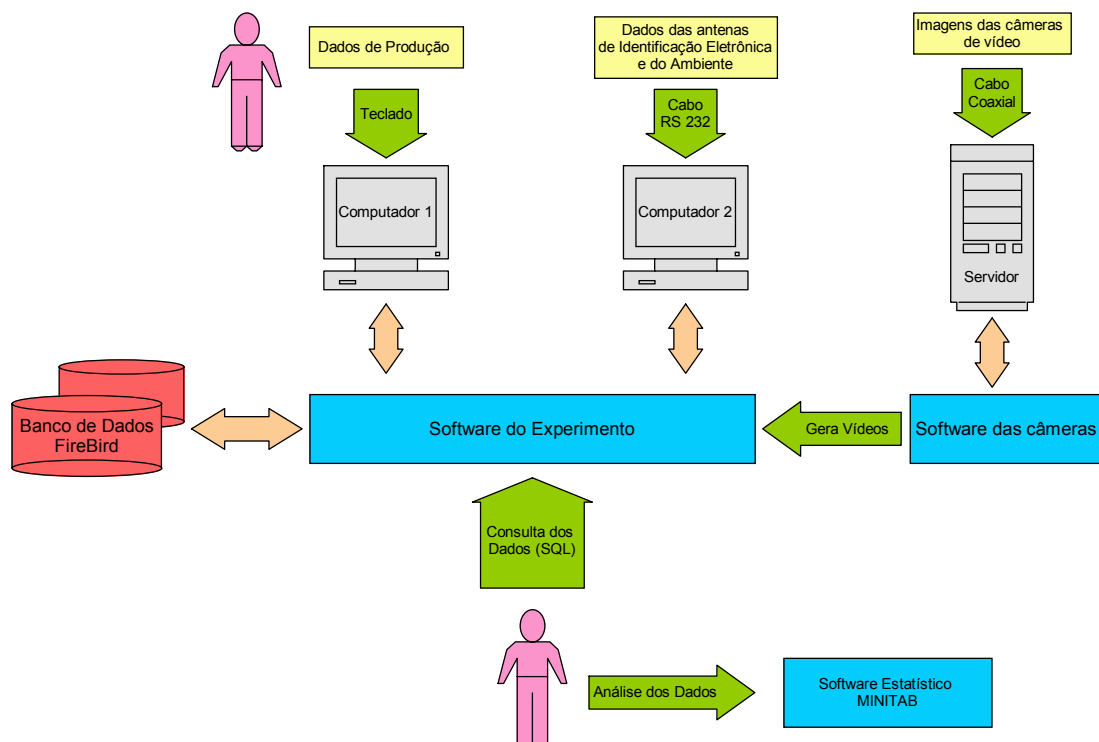


Figura 42. Diagrama de Blocos da montagem experimental 2.

Para este experimento, trinta matrizes foram observadas em câmara climática: dez matrizes da linhagem Cobb-500, dez da linhagem Ross e dez da linhagem Hybro-PG, cada linhagem alojada em um box dentro da câmara climática. Junto a cada linhagem, foram alojados dois galos da respectiva linhagem, resultando em uma densidade de 5 aves/m² e 5 matrizes/galo.

Da mesma forma que no Experimento 1, a ração foi ministrada apenas uma vez ao dia, durante a manhã, entre os horários 6:30 e 7:00 hs, mantendo a restrição alimentar das granjas de origem.

Foi realizado um programa de luz de 16 h de luz e 8 h sem luz, reproduzindo o manejo empregados nas granjas de origens das aves.

Foram testadas três condições de temperatura, para uma umidade relativa constante de 75%, simulando uma onda de calor, para as mesmas matrizes. As aves foram expostas durante três dias consecutivos a uma temperatura de 24°C, com o objetivo de diminuir o estresse do transporte. Após esse período de ambientação, as aves foram submetidas inicialmente a uma temperatura de 24°C, que segundo COSTA (1994) condiz com a temperatura de termoneutralidade, durante três dias. Posteriormente, a temperatura da câmara climática foi elevada para 28°C durante três dias, que condiz com a temperatura que atualmente as granjas estão utilizando como limite para o acionamento dos ventiladores e que COSTA (1994) preconiza como o limite superior da termoneutralidade, e finalmente a temperatura foi elevada para 32°C durante três dias, que segundo PEREIRA (2003) foi a temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade encontrada em matrizes pesadas, a partir de análises dos comportamentos de uso de locais. A temperatura de 32°C atualmente, também é utilizada como limite nas granjas, para o acionamento de nebulizadores.

A identificação eletrônica permitiu monitorar o comportamento individual de uso de locais específicos, identificando as matrizes que apresentam comportamentos inadequados ou indesejados para o manejo produtivo, como exemplo o desuso do ninho para postura. Para esse monitoramento, foram dispostas duas antenas em cada box, sendo uma no ninho e outra no bebedouro, conforme metodologia descrita por PEREIRA (2003) e mostrada na Figura 3, no item 4.1.2.

Todas as aves receberam o implante do *transponder* de identificação na coxa (Figura 3), conforme sugere PEREIRA *et al.* (2001).

O monitoramento do comportamento das matrizes foi realizado através dos vídeos instalados no teto da câmara climática e no teto dos ninhos. As observações dos comportamentos foram feitas em vídeos gravados em amostras de tempo de 15 minutos, em dois períodos distintos do dia (manhã e tarde), conforme a metodologia descrita por BIZERAY *et al.* (2002), permitindo distinguir e qualificar os comportamentos das matrizes.

O microclima dentro da câmara climática foi controlado através do painel de controle da câmara climática. Este painel permitiu que fossem programadas a temperatura e a umidade relativa que se desejava manter dentro da câmara. Todavia, o ambiente foi monitorado utilizando termohigrometros da marca Hobo[®] (Figura 11 do item 4.1.) para controle e precisão dos valores da temperatura e umidade relativa da câmara climática.

Para registro e controle, foi monitorada diariamente a concentração de amônia na câmara climática, de modo a verificar a concentração desse gás dentro do limite máximo permitido de 25 ppm (MIRAGLIOTTA, 2001). A medição dessa concentração foi feita utilizando uma bomba de sucção do ar e tubetes graduados da Dräger[®] (Figura 27 do item 4.1.2). Segundo metodologia descrita por MIRAGLIOTTA (2004), as medidas de concentração de amônia devem ser tomadas nos horários onde a temperatura interna da instalação seja a máxima do dia, na altura das aves. Sendo a temperatura nesse experimento totalmente controlada, as medidas foram tomadas uma vez ao dia, em horário escolhido ao acaso. A Figura 43 mostra o momento do registro da concentração de amônia na câmara climática.

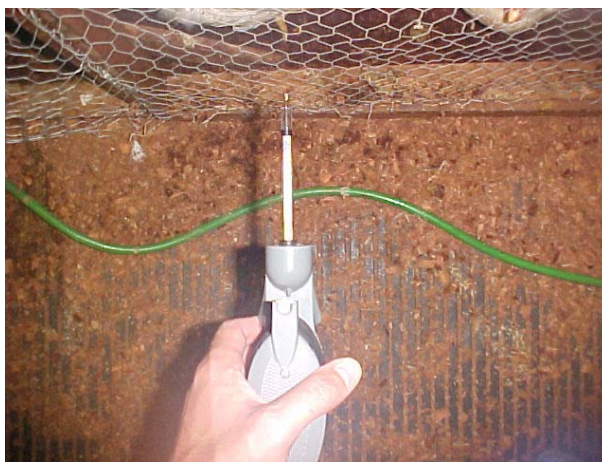


Figura 43. Registro da concentração de amônia na câmara climática.

Os ovos foram recolhidos diariamente em vários horários do dia. Estes foram limpos, pesados na balança de precisão e acondicionados em uma sala refrigerada. Ao término de cada condição ambiental definida no delineamento estatístico, o lote de ovos foi desinfetado e dispostos em uma incubadora automática da marca ZAGAS[®] para o estudo da eclodibilidade, conforme mostra a Figura 44, segundo metodologia descrita por SILVA *et al.* (2003).



Figura 44. Ovos dentro da incubadora.

Em cada lote, foram incubados ovos que ficaram em espera entre um e quatro dias, com temperatura entre 18 e 22°C. Para a incubação, os ovos foram submetidos a uma formicação em solução de formol e permanganato de potássio, durante vinte minutos, para sua completa desinfecção. A temperatura de incubação foi mantida constante a 100°F (37,8°C) e a viragem dos ovos férteis foi feita automaticamente pela incubadora em intervalos de 2 horas.

Após 18 dias de incubação, os ovos foram transferidos para um nascedouro, onde foram mantidas as mesmas condições de temperatura, porém, sem que ocorresse a viragem dos ovos, até o momento da eclosão. Para a identificação dos pintinhos em relação aos ovos, foram construídas células de papelão para alocar os ovos, conforme mostra a Figura 45. Os pintinhos e as cascas foram pesados na balança de precisão (Figura 46 a e b).



Figura 45. Células de papelão para a identificação dos ovos no nascedouro.



a



b

Figura 46. Pesagem das cascas e dos pintinhos na balança de precisão.

Todos os dados coletados foram registrados no Banco de Dados FireBird[®], através do *software* descrito no item 4.1.2.1.

4.2.3. Dificuldades encontradas nas montagens experimentais

Esse trabalho propõe a utilização de sensores eletrônicos para o registro de informações do sistema produtivo, gerando conhecimento para identificar estados de estresse em matrizes pesadas alojadas. A instalação desses sensores, bem como a sua calibração envolveu o esforço coordenado de profissionais, o que tornou as montagens experimentais bastante complexas.

Somando-se a complexidade natural das montagens experimentais, está o fato de alguns sensores não serem fabricados do Brasil e dependerem de um tempo para serem importados e, em alguns casos, consertados. As antenas de Identificação Eletrônica, no início dos trabalhos, apresentaram problemas de geração de sinais eletromagnéticos (responsáveis pela captura dos códigos de identificação eletrônica) e de transmissão desses dados. Essa tecnologia atualmente é representada por apenas uma empresa, situada na cidade de São Paulo. A exclusividade no fornecimento da tecnologia coloca a empresa representante em uma situação bastante cômoda para estabelecer longos prazos para o conserto das antenas. Esses longos prazos inviabilizam a utilização da assistência técnica autorizada do fabricante. Por esse motivo, foi incorporado ao grupo um profissional da área de Física e Eletrônica para efetuar esses consertos.

Da utilização das câmeras de vídeo, apesar do sensor propriamente dito não apresentar problemas, a forma de registro dessas imagens foi estudada de maneira a diminuir o tempo despendido para a análise dos vídeos. A proposta inicial foi de desenvolver no *software* do experimento, um módulo que capturasse as imagens e armazenasse em disco. Porém, as placas utilizadas para a captura das imagens faziam a captura dos *frames* através de um roteamento dos canais utilizando arquivos *DLL's* (*Dynamically Linked Library*). Porém, a empresa que comercializou os equipamentos não permitiu que os arquivos *DLL's* fossem abertos e, portanto, inviabilizou essa proposta inicial. Assim, o desenvolvimento do programa foi conduzido no sentido de facilitar o registro dos dados comportamentais observados nos vídeos, gerados no programa da empresa que comercializou as câmeras.

O desenvolvimento do *software* exigiu um esforço coordenado entre o pesquisador e a empresa que foi contratada para cumprir esse objetivo. A estrutura do *software*, bem como as suas principais aplicações, foi desenvolvida pelo pesquisador e a empresa coube programar e solucionar os problemas e, inclusive, inserir novos módulos que foram identificados como necessário ao longo do seu desenvolvimento.

Para esse trabalho, a câmara climática teve de ser consertada e a forma de acionamento no painel de controle foi modificado. A princípio, a câmara climática deveria ser acionada através de um *software* instalado em um computador. Porém, os diversos problemas técnicos como vazamento de gás, a incapacidade dos equipamentos instalados em aquecer o ambiente interno e a dificuldade de entender como o *software* deveria ser utilizado para o

correto funcionamento da câmara, influenciaram a decisão do pesquisador de reformular todo o acionamento e funcionamento da câmara climática. Devido à incapacidade de aquecimento do ambiente interno da câmara utilizando-se apenas o refluxo do evaporador, foram instaladas atrás dos ventiladores do evaporador, duas resistências de 10200 W cada, e os respectivos acionamentos se davam através de contatores instalados no painel de controle da câmara climática. Todos os sensores de temperatura e umidade relativa foram trocados, novos termostatos foram instalados e os vazamentos de gás foram eliminados. Com essa reforma na câmara climática, verificou-se que a variação na manutenção da temperatura do ar ficou em torno de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ e a variação da umidade relativa ficou em torno de $\pm 5\%$.

Outra dificuldade encontrada foi em viabilizar a logística de matrizes nos experimentos. As granjas que forneceram as matrizes se localizavam distantes do município de Campinas, onde foi realizado o experimento. Para viabilizar o fluxo de entrada e saída de aves na câmara climática, foram reformados modelos em escala reduzida e distorcida, localizado no campo experimental do laboratório de conforto ambiental, construindo-se um reservatório para garantir o abastecimento de água das aves alojadas.

5. Resultados

5.1. Experimento 1

5.1.1. Análise multivariada para as frequências médias dos comportamentos

A técnica de Componentes Principais é empregada com o objetivo de dar visibilidade a um conjunto de dados, reduzindo-se o número de variáveis. Dessa forma, um grande número de variáveis correlatas diretamente observáveis, dá lugar a novas variáveis não correlatas, não observáveis e, portanto, mais complexas. Essas novas variáveis são definidas como Componentes Principais.

As correlações ou associações são observadas no gráfico primeiramente observando a magnitude dos vetores. Vetores com pequena magnitude são pouco explicados pelas componentes principais e, portanto, não devem ser considerados nas análises. Vetores com direção e sentido semelhantes, estão fortemente associados positivamente, ou seja, o aumento do tempo ou frequência de uma variável está associado ao aumento da outra variável. Em

situações onde se observam vetores com direções semelhantes, mas sentidos contrários implicam em associações fortes negativas e vetores que formam ângulos próximos a 90° não são correlatos. Essas associações não significam necessariamente uma dependência entre os dados, podendo estar vinculadas a outras variáveis que inclusive não tenham sido inseridas na análise que são representadas pelas Componentes Principais.

As Figuras 47, 48 e 49 mostram os vetores e inter-relações para as frequências médias de ocorrências dos comportamentos observados através das câmeras de vídeo, sem distinção do período, para o período da manhã e para o período da tarde, respectivamente, observadas no Experimento 1.

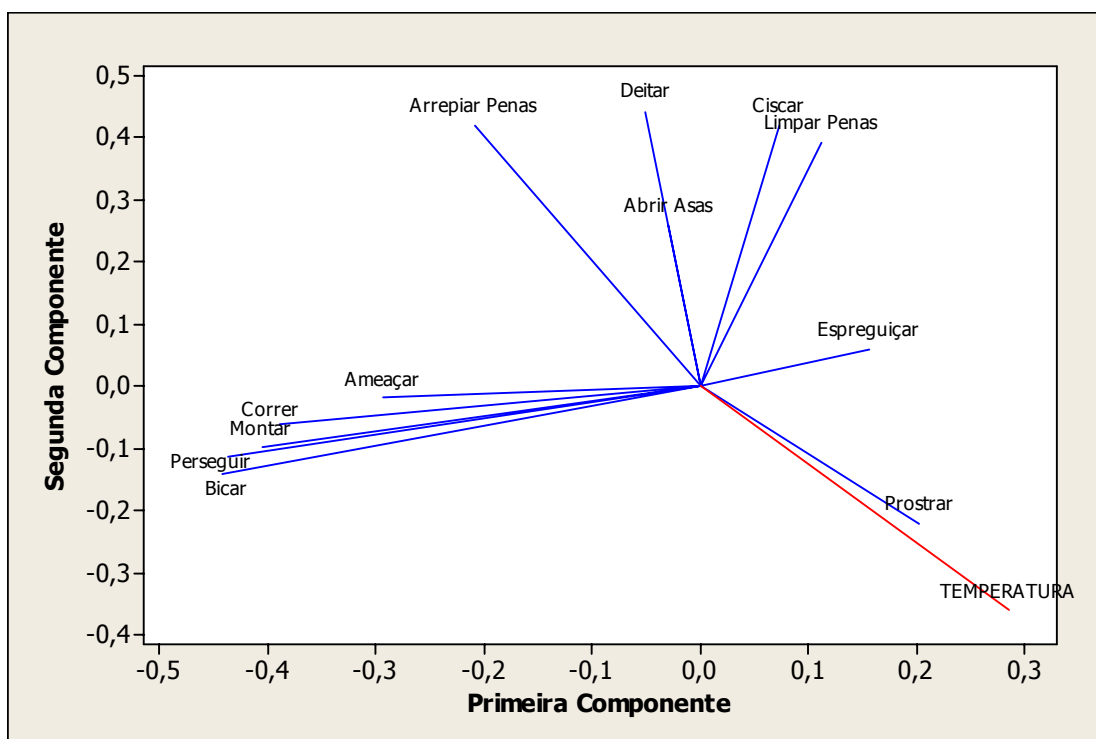


Figura 47. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 em ambos os períodos.

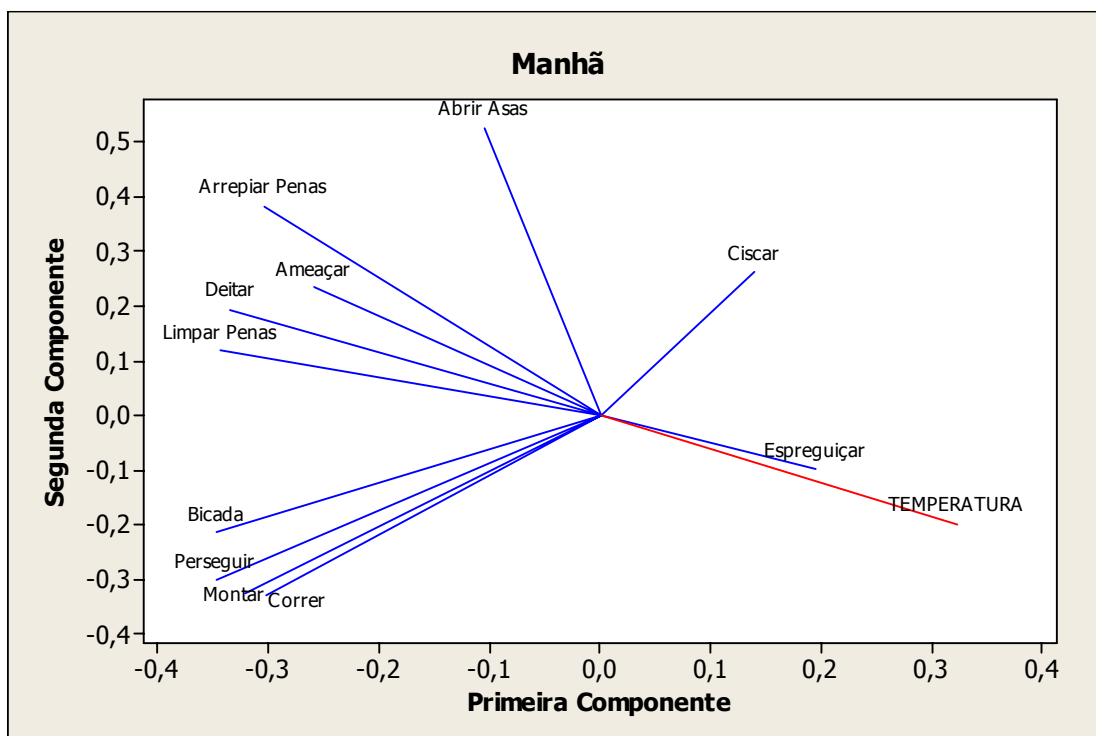


Figura 48. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 no período da Manhã.

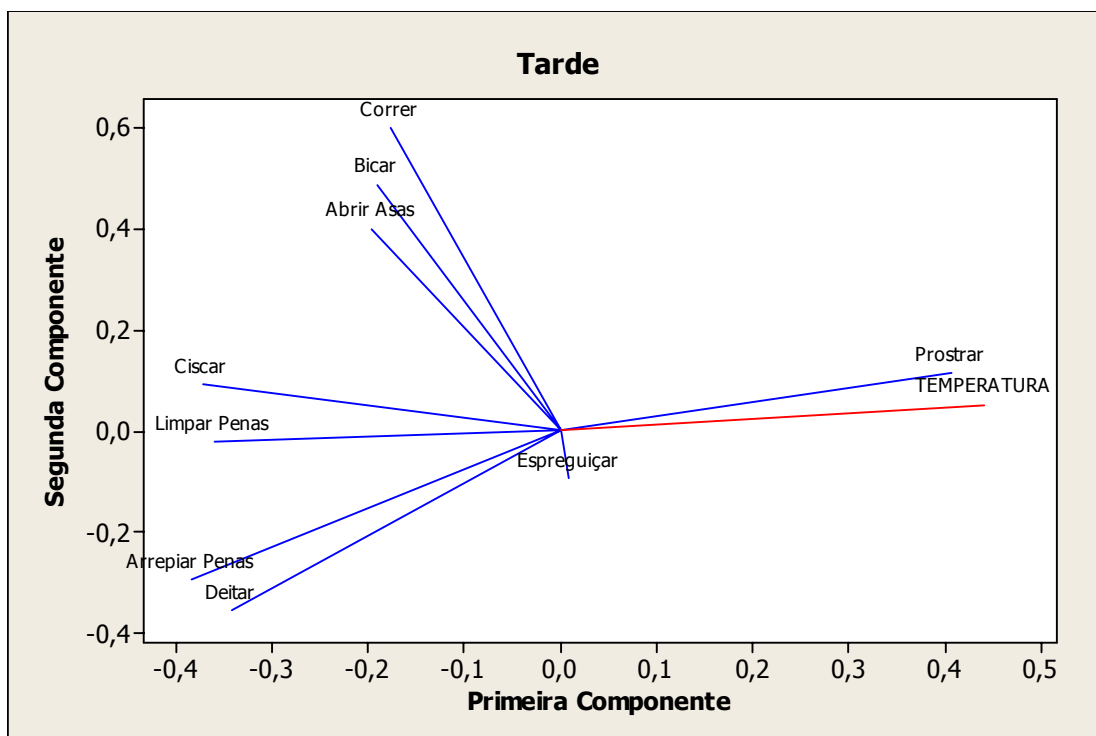


Figura 49. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no Experimento 1 no período da Manhã.

5.1.2. Análise confirmatória dos efeitos dos tratamentos nas médias de freqüências observadas dos comportamentos

As Tabelas 7, 8 mostram os resultados dos testes de média Tukey para os comportamentos não agressivos observados no período da manhã e tarde, respectivamente. Os testes de média de Tukey para os comportamentos agressivos nos períodos de manhã e tarde são mostrados nas tabelas 9 e 10, respectivamente.

Tabela 7. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos no período da manhã.

	Limpar Penas	Espojar	Espre- guiçar	Prostrar	Correr	Deitar	Ciscar	Abrir Asas	Arrepiar Penas
T1	0,78a	0,00a	0,00b	0,00a	2,00a	0,67a	0,78a	1,33a	1,78a
T2	0,33a	0,00a	0,22ab	0,00a	0,22a	0,22a	0,89a	1,11a	0,78ab
T3	0,11a	0,00a	0,67a	0,00a	0,67a	0,00a	1,22a	0,56a	0,33b
Id1	0,44a	0,00a	0,56a	0,00a	2,33a	0,22a	1,11a	0,44a	0,89a
Id2	0,33a	0,00a	0,22a	0,00a	0,22b	0,11a	1,11a	1,33a	1,00a
Id3	0,44a	0,00a	0,11a	0,00a	0,33b	0,56a	0,67a	1,22a	1,00a
R1	0,44a	0,00a	0,00a	0,00a	1,56a	0,22a	0,22a	0,22b	0,56a
R2	0,56a	0,00a	0,56a	0,00a	1,00a	0,33a	1,22a	2,00a	1,44a
R3	0,22a	0,00a	0,33a	0,00a	0,33a	0,33a	1,44a	0,78ab	0,89a

* valores de média indicadas com a mesma letra, indicam médias iguais ao nível de significância $\alpha = 5\%$.

Tabela 8. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos no período da tarde.

	Limpar Penas	Espojar	Espre- guiçar	Prostrar	Correr	Deitar	Ciscar	Abrir Asas	Arrepiar Penas
T1	6,11a	0,00a	0,33a	0,00b	0,78a	1,44a	5,30a	1,44a	2,00a
T2	4,00a	0,00a	0,67a	0,00b	0,22a	2,00a	1,70b	1,33a	1,33ab
T3	3,40a	0,00a	0,78a	3,67a	0,33a	0,00b	1,10b	0,67a	0,11b
Id1	5,30a	0,00a	0,44a	1,44a	0,22a	1,33a	3,40a	0,56a	1,11a
Id2	4,90a	0,00a	1,22a	1,00a	0,89a	1,22a	2,70a	1,56a	1,22a
Id3	3,30a	0,00a	0,11a	1,22a	0,22a	0,89a	2,00a	1,33a	1,11a
R1	5,20a	0,00a	1,00a	1,22a	0,22a	1,56a	3,40a	1,00a	1,33a
R2	4,30a	0,00a	0,00a	1,44a	0,78a	0,78a	2,90a	1,67a	0,67a
R3	4,00a	0,00a	0,78a	1,00a	0,33a	1,11a	1,80a	0,78a	1,44a

* valores de média indicadas com a mesma letra, indicam médias iguais ao nível de significância $\alpha = 5\%$.

Tabela 9. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos agressivos no período da manhã.

	Ameaçar	Perseguir	Montar	Bicar
T1	0,67a	1,11a	0,11a	5,20a
T2	0,00a	0,11b	0,00a	0,30b
T3	0,00a	0,00b	0,00a	1,40b
Id1	0,11a	1,00a	0,11a	3,90a
Id2	0,22a	0,00b	0,00a	0,90a
Id3	0,33a	0,22ab	0,00a	2,20a
R1	0,11a	0,89a	0,11a	2,90a
R2	0,22a	0,00a	0,00a	1,80a
R3	0,33a	0,33a	0,00a	2,30a

* valores de média indicadas com a mesma letra, indicam médias iguais ao nível de significância $\alpha = 5\%$.

Tabela 10. Teste Tukey para as médias de ocorrências dos comportamentos agressivos no período da tarde.

	Ameaçar	Perseguir	Montar	Bicar
T1	0,00a	0,00a	0,00a	0,11a
T2	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
T3	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Id1	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Id2	0,00a	0,00a	0,00a	0,11a
Id3	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
R1	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
R2	0,00a	0,00a	0,00a	0,11a
R3	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a

* valores de média indicadas com a mesma letra, indicam médias iguais ao nível de significância $\alpha = 5\%$.

5.1.3. Análise do efeito dos tratamentos na produção e qualidade dos ovos

A Tabela 11 mostra os valores médios registrados para a produção de ovos e testes da qualidade da casca. Os resultados do teste de médias de Tukey mostrados na Tabela 12 foram calculados sobre as médias de cada variável observada, produzida pelos grupos divididos segundo a idade. As médias são a somatória dos valores absolutos observados divididos pelo número de indivíduos de cada grupo.

Tabela 11. Valores médios coletados para as variáveis de produção.

	Idade	Ração	Número de ovos	Peso do Ovo (g)	Volume do Ovo (ml)	Resistência da. Casca (N)
Dia 1	Id1	R1	2	67,35	58,00	58,07
	Id2	R2	1	69,58	60,00	53,32
	Id3	R3	0	-	-	-
Dia 2	Id1	R1	3	63,05	56,70	45,77
	Id2	R2	2	67,84	59,50	43,83
	Id3	R3	3	60,91	52,70	48,63
Dia 3	Id1	R1	1	70,84	61,00	48,80
	Id2	R2	3	64,68	56,70	51,36
	Id3	R3	0	-	-	-
Dia 4	Id1	R3	2	62,60	57,50	50,07
	Id2	R1	2	70,10	63,50	47,51
	Id3	R2	0	-	-	-
Dia 6	Id1	R3	2	63,52	57,00	53,53
	Id2	R1	2	68,52	60,50	52,62
	Id3	R2	0	-	-	-

Tabela 12. Teste Tukey para as médias de ovos produzidos por dia.

Tukey		Média*	Número de aves	Dia
B	A	10.00	3	1
	A	26.67	3	2
B	A	13.33	3	3
B	A	13.33	3	4
B		0.00	3	5
B	A	13.33	3	6
B		0.00	3	7
B		0.00	3	8
B		0.00	3	9

* valores de média indicadas com a mesma letra, indicam médias iguais ao nível de significância $\alpha = 5\%$.

5.2. Experimento 2

Os ganhos de peso das matrizes durante o período de experimento ficaram dentro da faixa prevista para cada linhagem, segundo informações disponibilizadas pelos fornecedores de cada genética. Os resultados referentes aos comportamentos observados e produção são mostrados a seguir.

5.2.1. Análise do ambiente

A partir dos dados registrados pelos termohigrometros Hobo[®] mostrados no item 4.1., foram analisadas as variações da Temperatura e da Umidade Relativa. Verificou-se que não houve variação significativa desses parâmetros, considerando as recomendações de TINÔCO (2001) para a Umidade Relativa, que deve estar entre 70 e 80%, e a variação de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ da Temperatura observada dentro da câmara climática, considerada baixa. As Figuras 50 a 52 mostram as variações no tempo de cada temperatura aplicada no experimento.

Observa-se na Tabela 13 que as variações da temperatura perante os tratamentos foram pequenas, refletindo a eficiência do controle da temperatura dentro da câmara climática. Porém, observa-se que a temperatura média dentro da câmara climática foi sempre superior a proposta nos tratamentos descritos no item 4.2.2. Isso ocorreu devido a deficiências nas calibrações dos sensores de registros dos parâmetros ambientais da câmara climática, responsáveis pelo controle da temperatura e da umidade relativa. Para as análises, foram consideradas as médias das temperaturas observadas na Tabela 13, por apresentarem baixos valores nos Coeficientes de Simetria (SK)⁵.

Tabela 13. Estatística descritiva da variação da temperatura para os tratamentos.

Temperaturas	N	Média	EP Média	DP	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	SK
T1	780	26,34	0,01	0,26	25,56	26,24	26,34	26,496	26,79	-0,35
T2	864	29,52	0,02	0,46	28,23	29,10	29,51	29,9	30,31	-0,51
T3	868	33,03	0,02	0,45	31,52	32,70	32,95	33,341	34,26	0,38

⁵ O coeficiente de simetria (*skewness*) mede a simetria da distribuição dos dados.

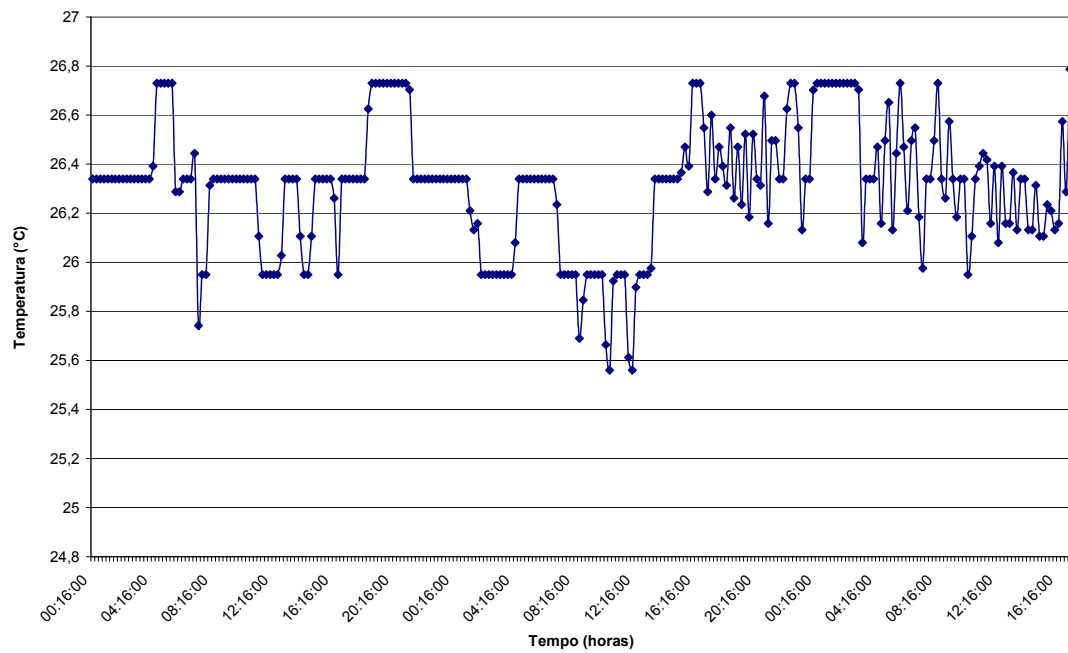


Figura 50. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T1.

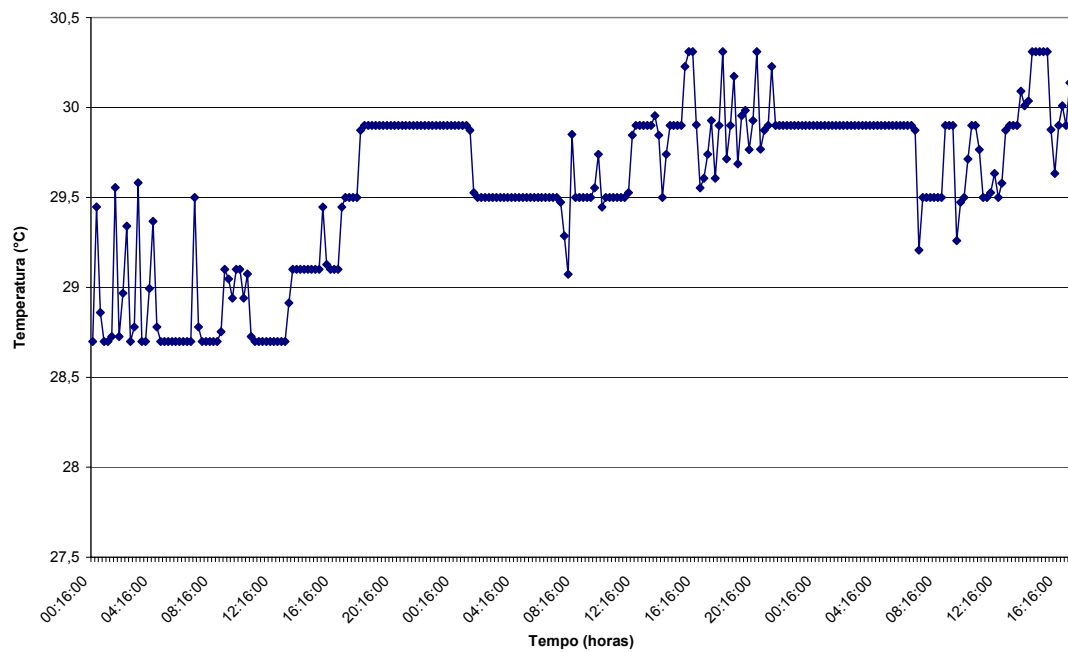


Figura 51. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T2.

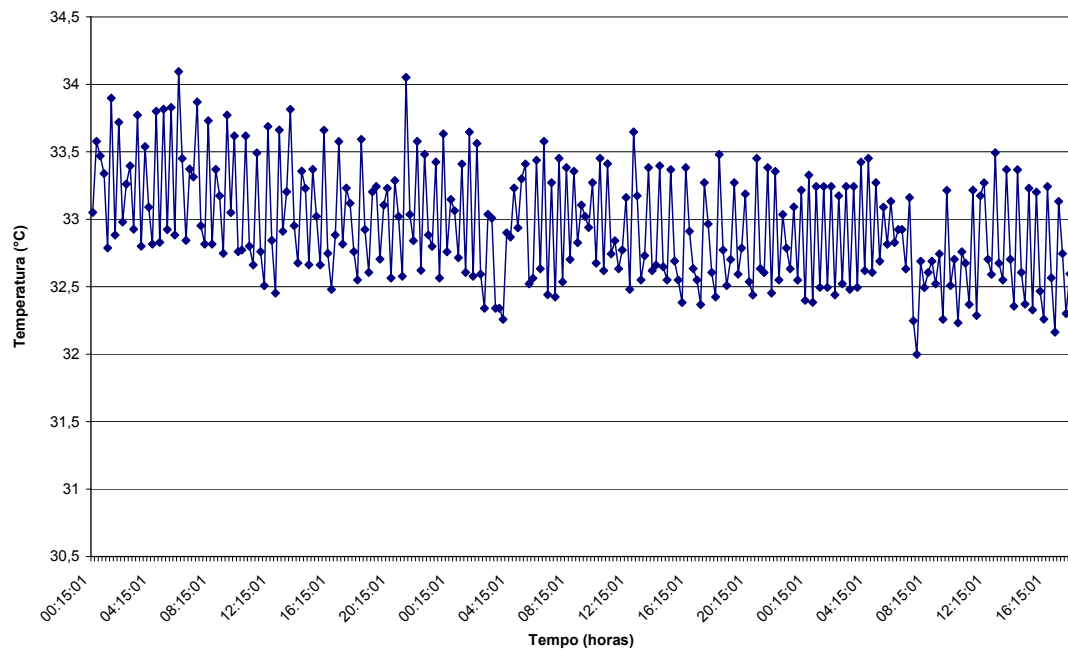


Figura 52. Gráfico de variação da temperatura do ar (TBS) durante os três dias de experimento sob a condição ambiental T3.

A concentração de amônia foi monitorada em todos dos dias do experimento permitindo associar as variações comportamentais e de produção a possíveis variações na concentração do gás. As Figuras 53 e 54 mostram respectivamente a evolução da amônia nos dias de coleta do experimento e as médias observadas para cada tratamento de temperatura.

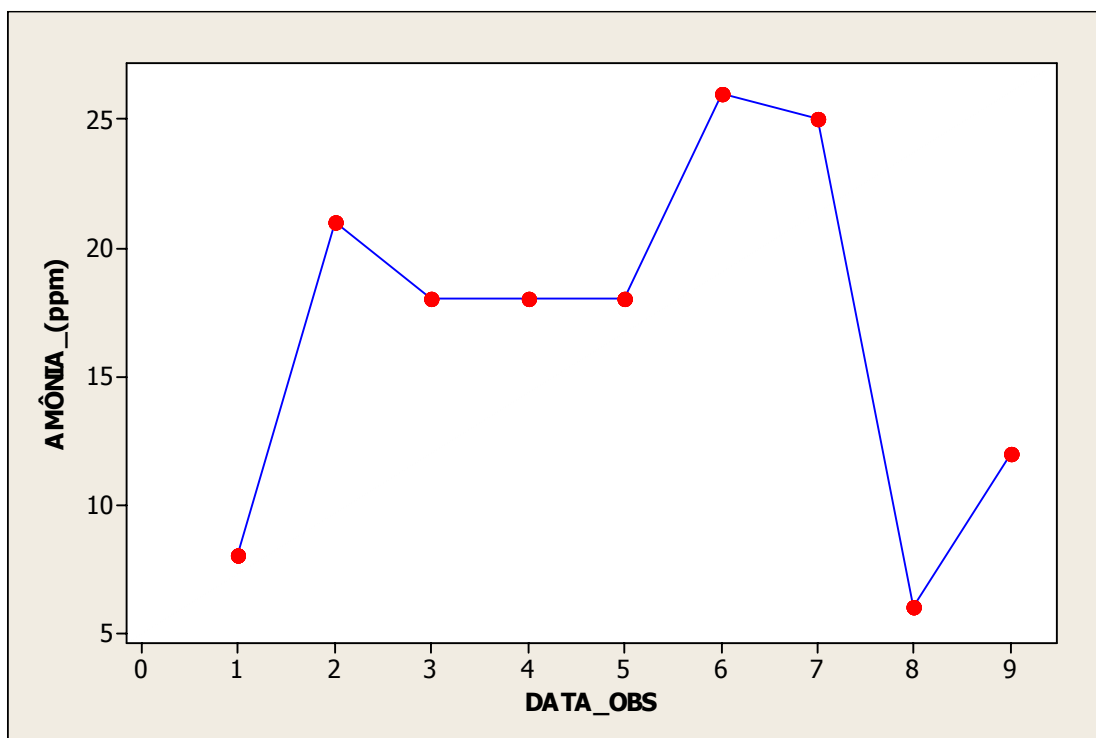


Figura 53. Gráfico de variação da concentração de Amônia durante os nove dias de experimento.

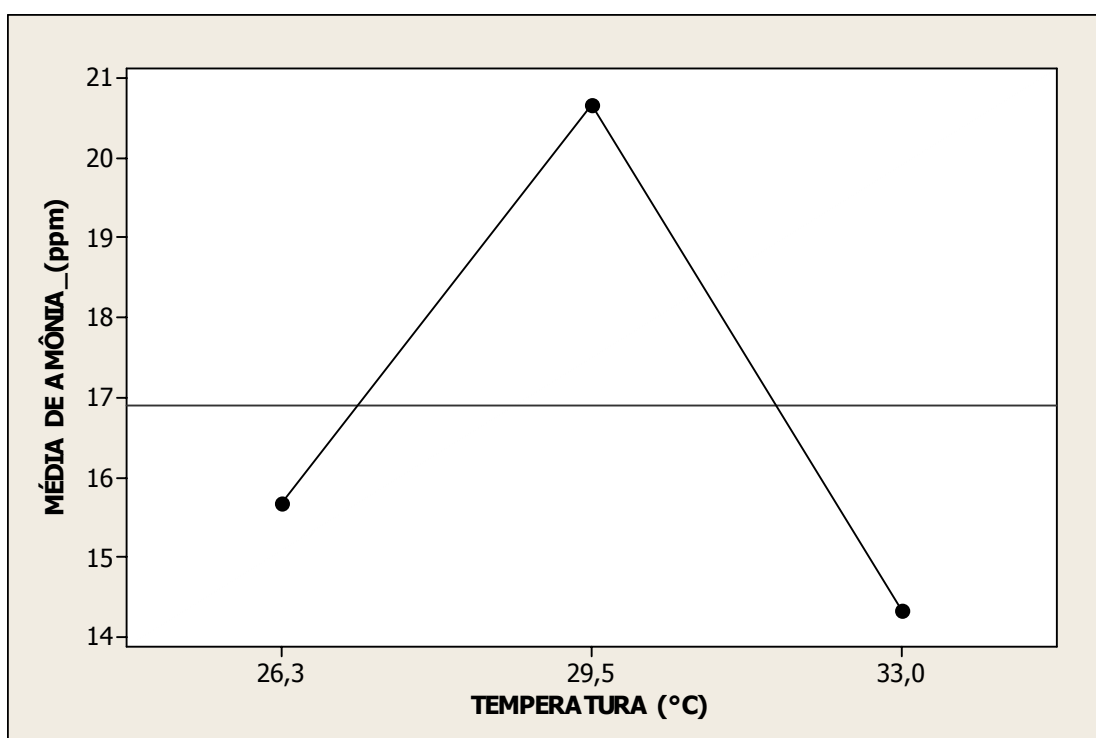


Figura 54. Gráfico de variação das médias de concentração de Amônia durante as condições de Temperatura.

A umidade relativa dentro da câmara climática variou entre 70 e 80 %, portanto, dentro dos limites propostos por TINÔCO (2001)

5.2.2. Análise multivariada para as freqüências médias dos comportamentos

Abaixo são mostradas as análises das Componentes Principais para todas as freqüências médias dos comportamentos observados pelos vídeos e identificação eletrônica, incluindo as variações da Temperatura e da Amônia. Na Figura 55 é mostrada a análise das Componentes Principais para todos os dados de freqüência observados no experimento, sem fazer distinção dos períodos. As Figuras 56 e 57 mostram, respectivamente, as análises de Componentes Principais para o período da manhã e para o período da tarde.

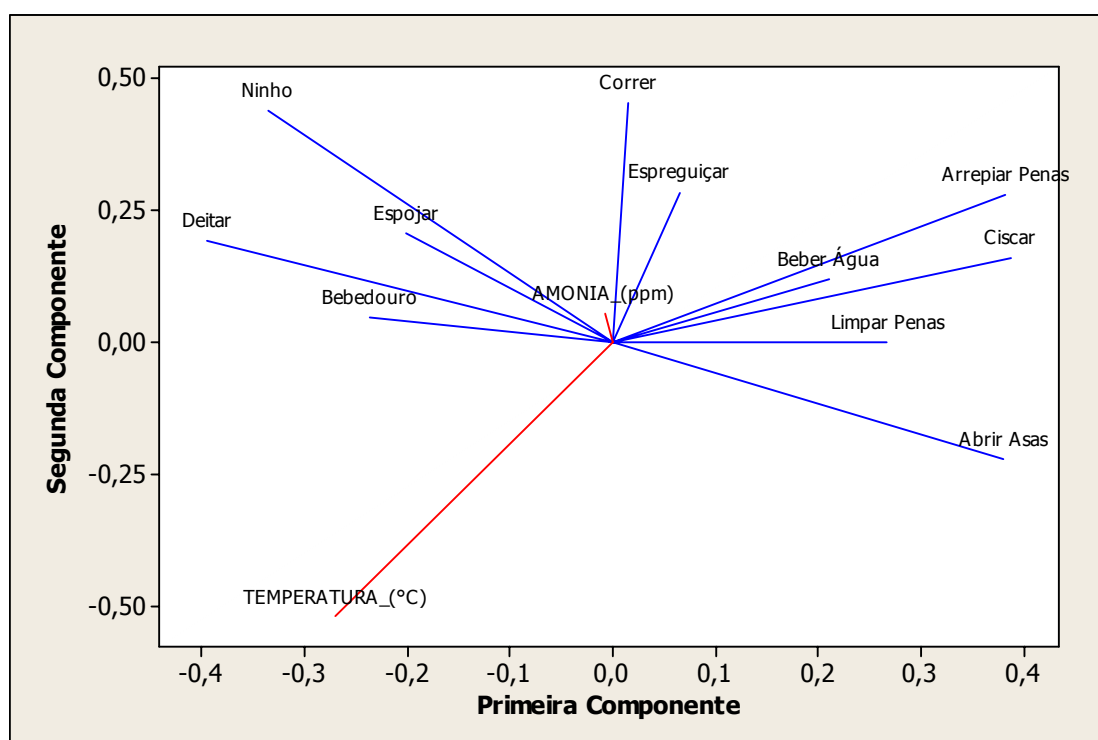


Figura 55. Gráfico de Componentes Principais para os dados de freqüência média dos comportamentos observados em ambos os períodos.

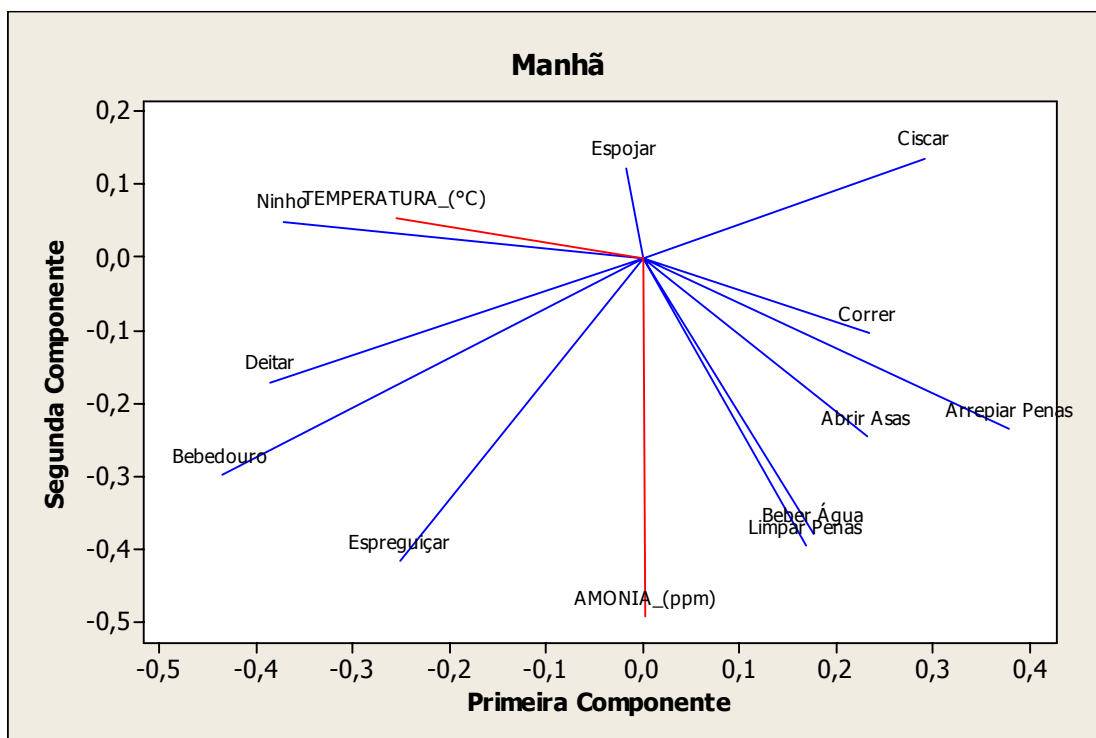


Figura 56. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no período da Manhã.

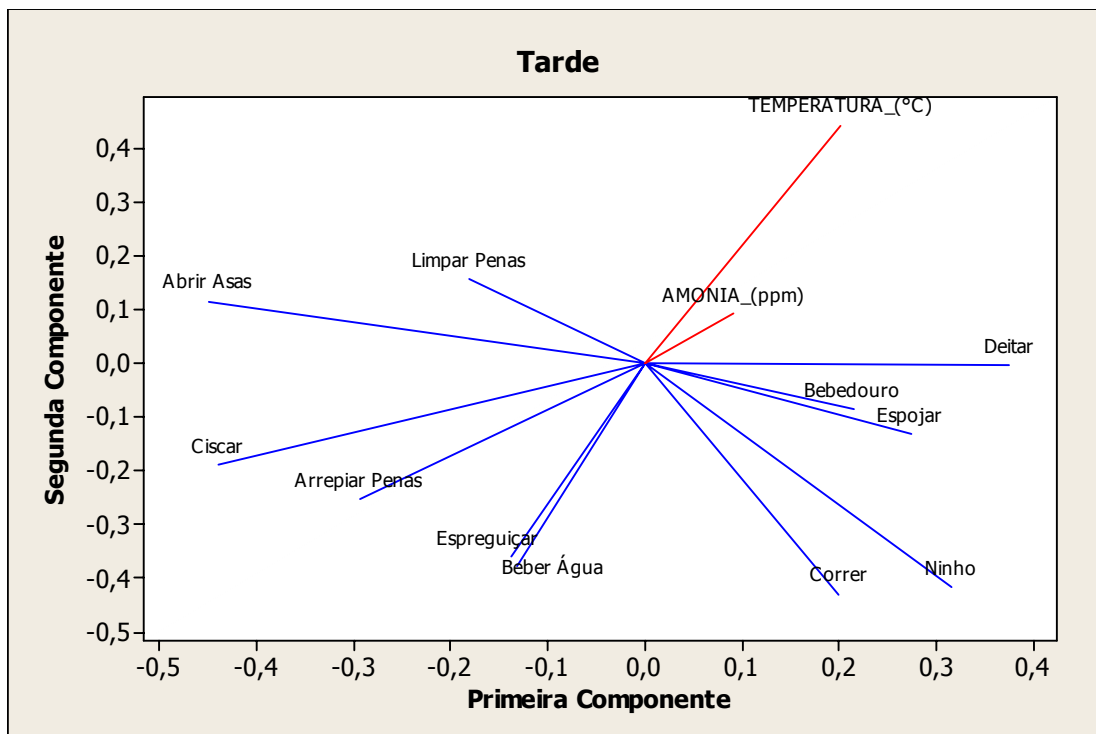


Figura 57. Gráfico de Componentes Principais para os dados de frequência média dos comportamentos observados no período da Tarde.

5.2.3. Análise multivariada para os tempos médios de duração dos comportamentos observados

A técnica de Componentes Principais foi empregada para analisar as correlações entre as médias de duração dos comportamentos. Nesse experimento, a observação dos vídeos e os dados registrados pela identificação eletrônica, foi possível registrar o tempo de execução de cada comportamento, gravando-se a hora de início do comportamento e o tempo de duração do mesmo. Nessa análise, foram desconsiderados os comportamentos essencialmente de frequência de ocorrências (Espojar, Correr, Abrir Asas, Arrepiar Penas e Espreguiçar). A Figura 58 mostra as correlações entre as médias de duração dos comportamentos, considerados os dois períodos de coleta, onde se podem observar os distintos vetores (direção, sentido e magnitude) representando as variáveis observadas que reflete as inter-relações entre as elas. As Figuras 59 e 60 mostram, respectivamente, os resultados do mesmo teste para os períodos manhã e tarde.

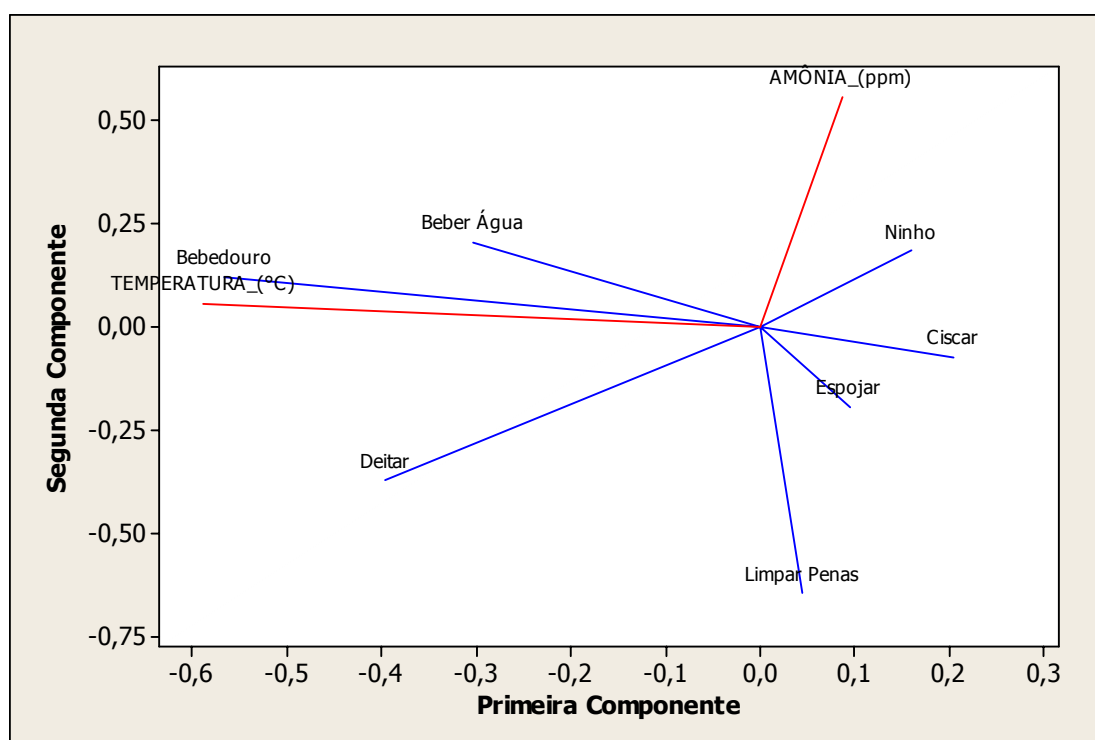


Figura 58. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados em ambos os períodos.

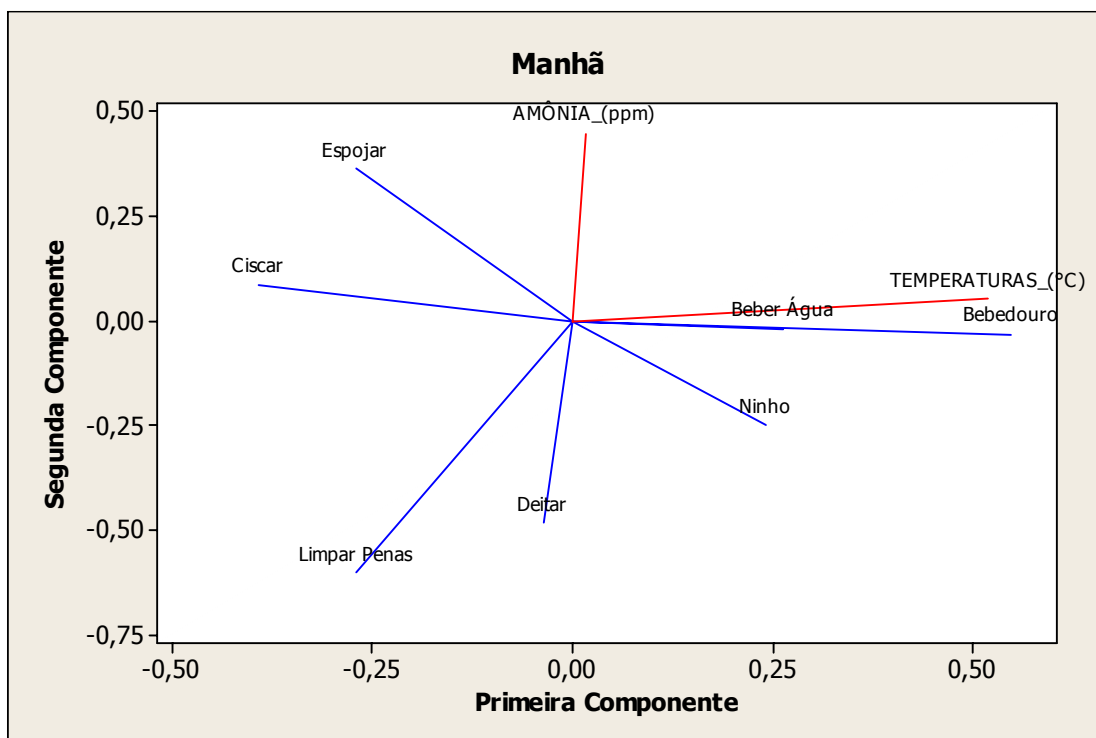


Figura 59. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados no período da Manhã.

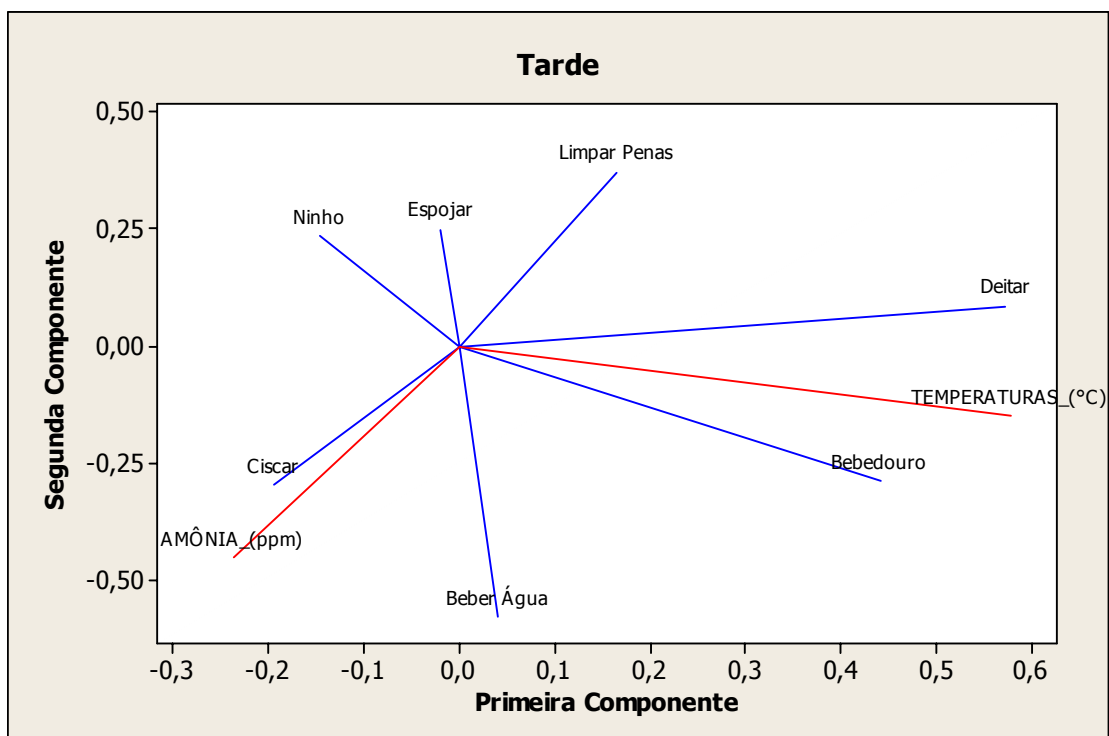


Figura 60. Gráfico de Componentes Principais para os dados de média de duração dos comportamentos observados no período da Tarde.

5.2.4. Análise exploratória dos dados de frequência de observações dos comportamentos

Para uma averiguação mais precisa sobre o comportamento se fez necessária a avaliação das possíveis interações entre os fatores existentes (linhagem, temperatura e período) sobre as frequências dos comportamentos observados. As Figuras 61 a 71 permitem observar a provável dependência entre os níveis dos fatores para cada comportamento observado.

As associações nas tendências (paralelismo) das médias mostradas para cada combinação de fatores, indicam a não presença de interação entre os fatores, ou seja, a tendência do comportamento frente aos níveis de um fator se mantém semelhante, mesmo perante outro fator. Já a discordância (não paralelismo), indica a interação entre os fatores, ou seja, que a tendência do comportamento perante um fator, depende do outro fator.

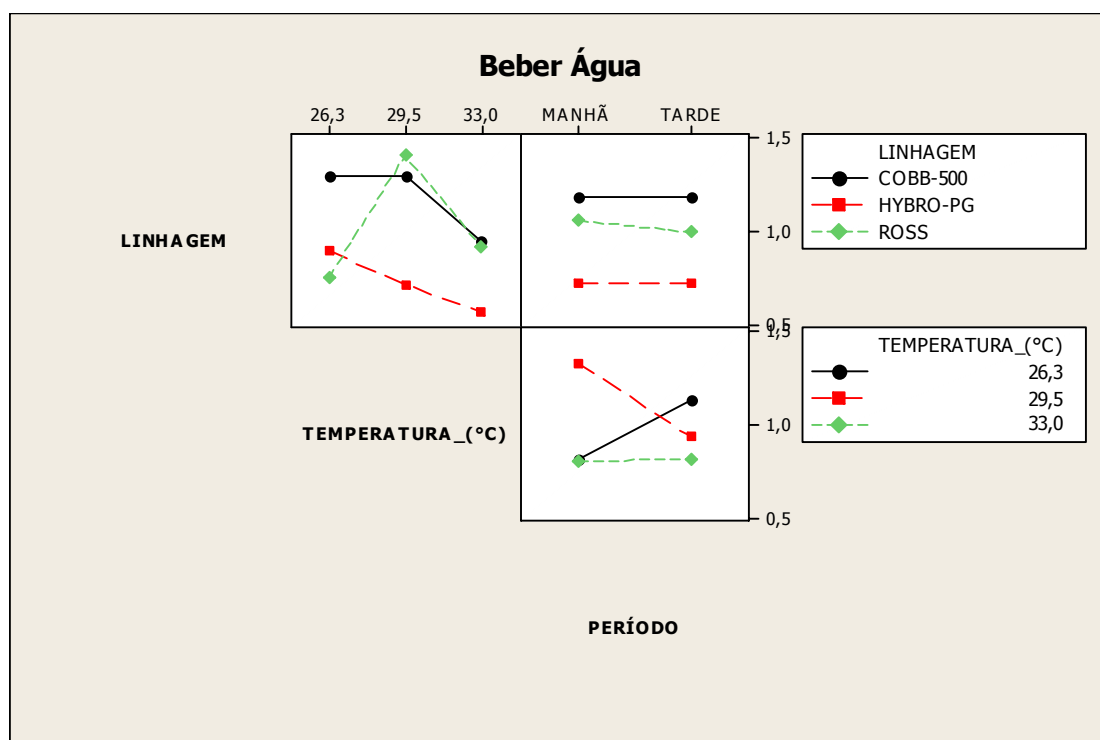


Figura 61. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Beber Água.

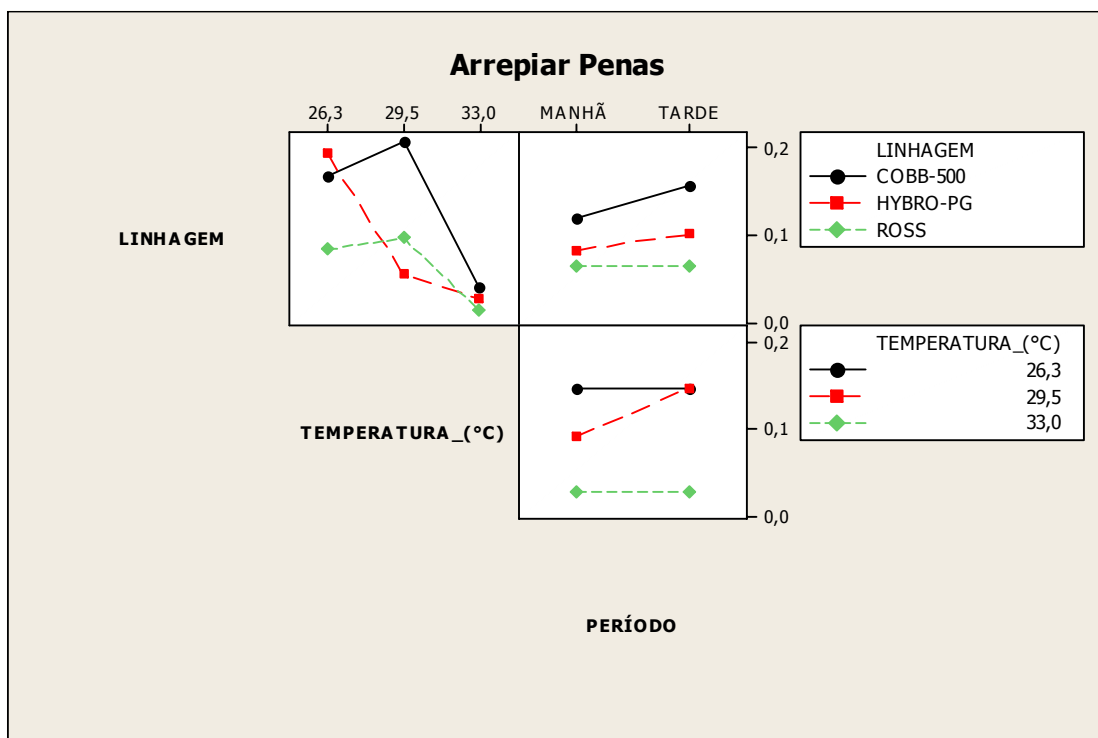


Figura 62. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento Arrepiar Penas.

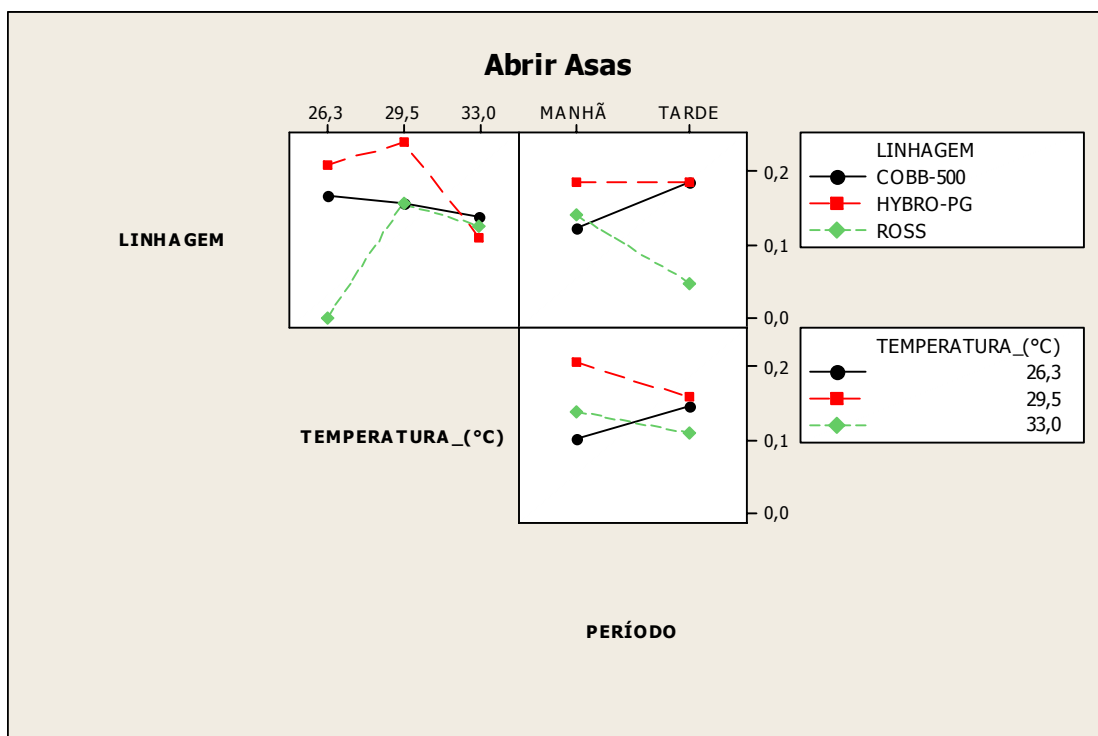


Figura 63. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Abrir Asas.

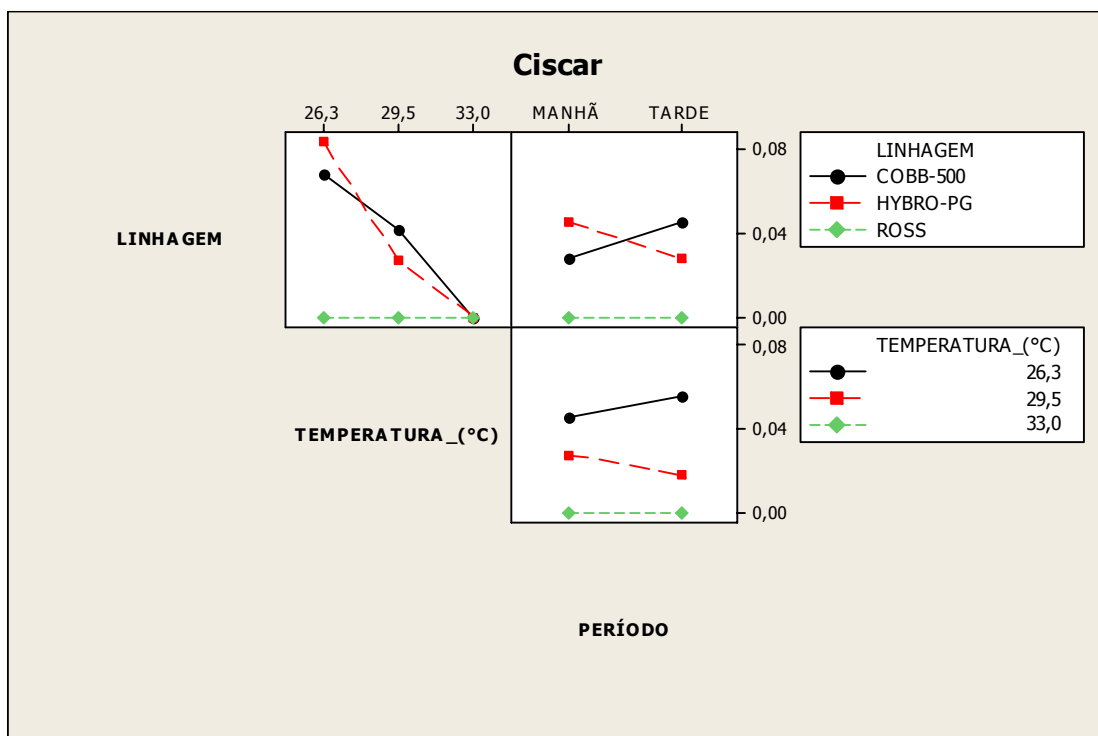


Figura 64. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Ciscar.

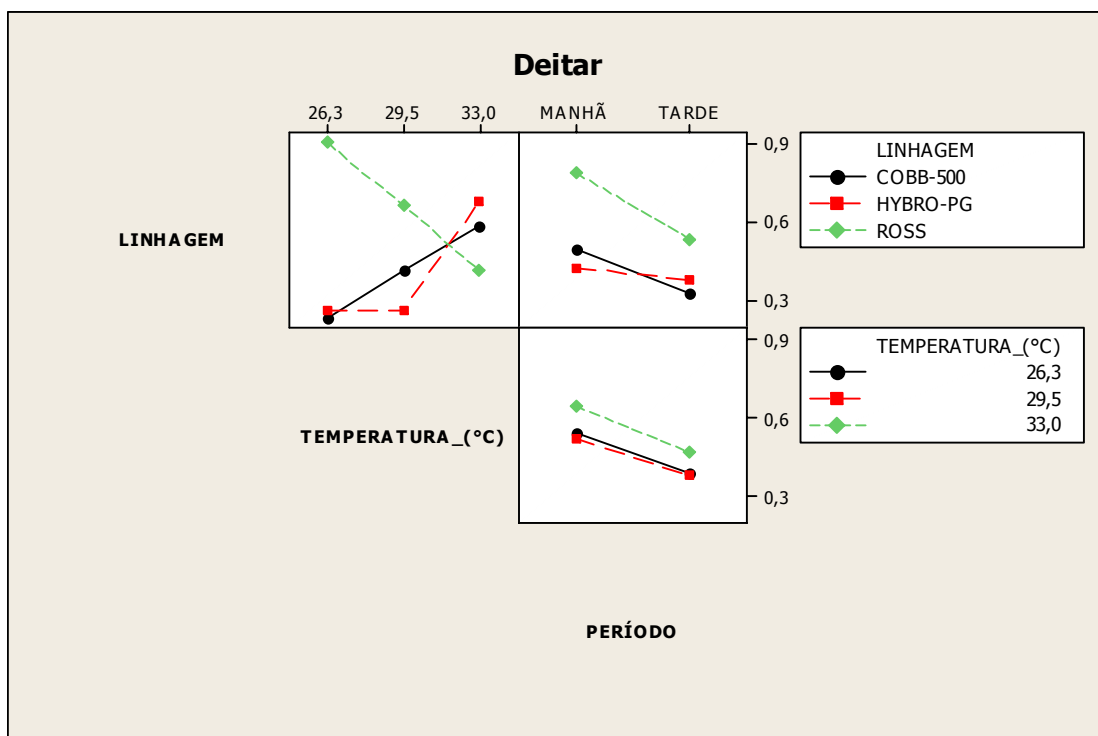


Figura 65. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Deitar.

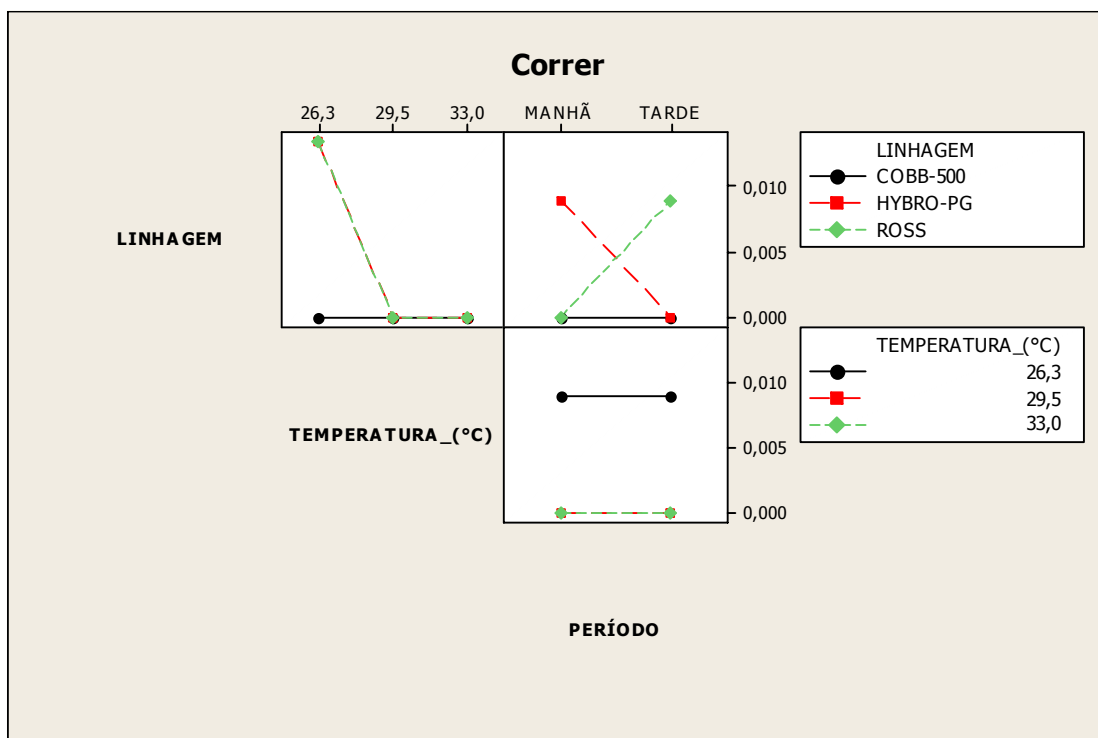


Figura 66. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Correr.

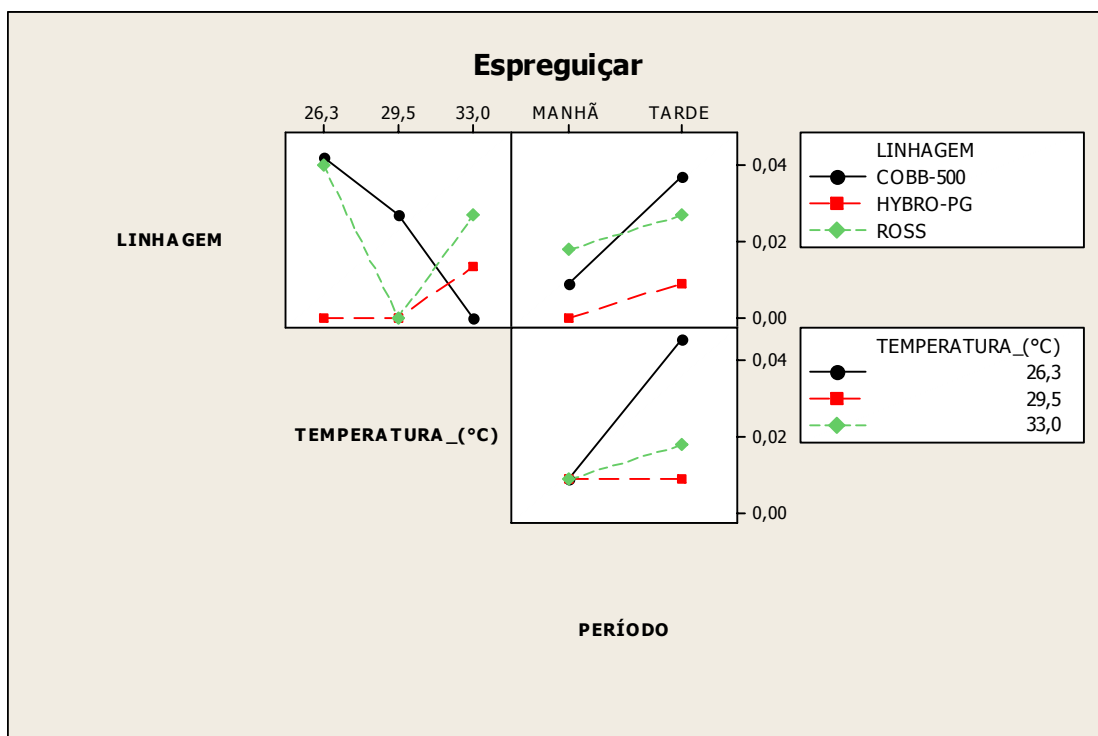


Figura 67. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Espreguiçar.

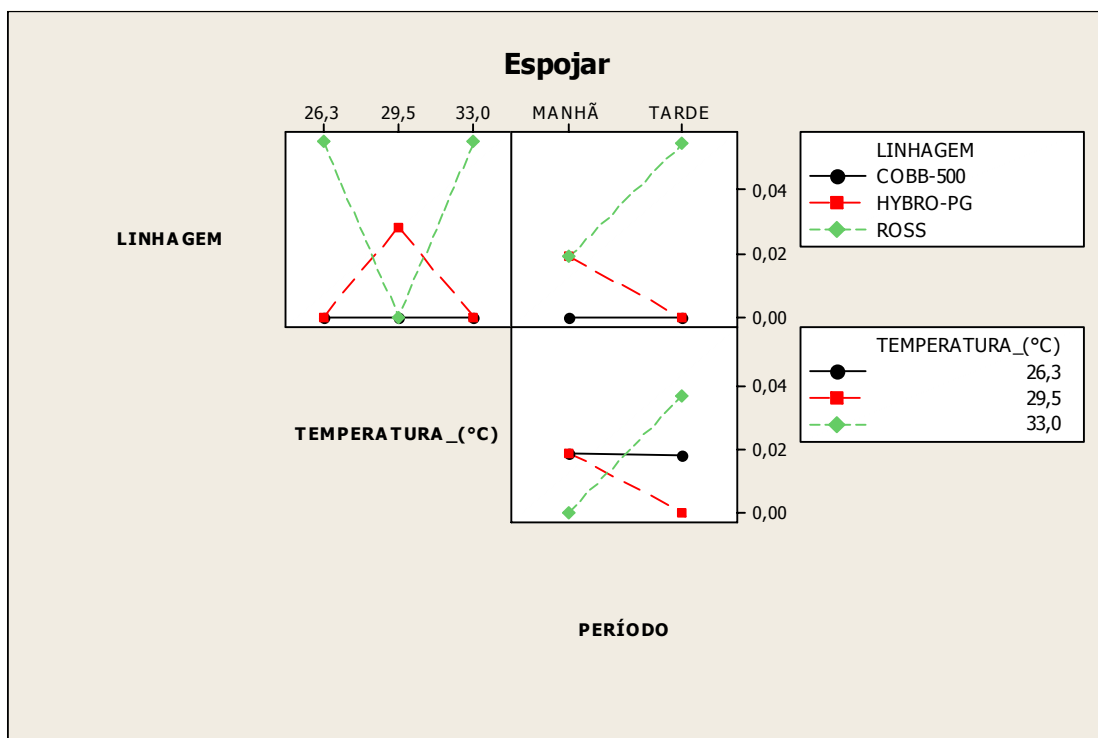


Figura 68. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Espojar.

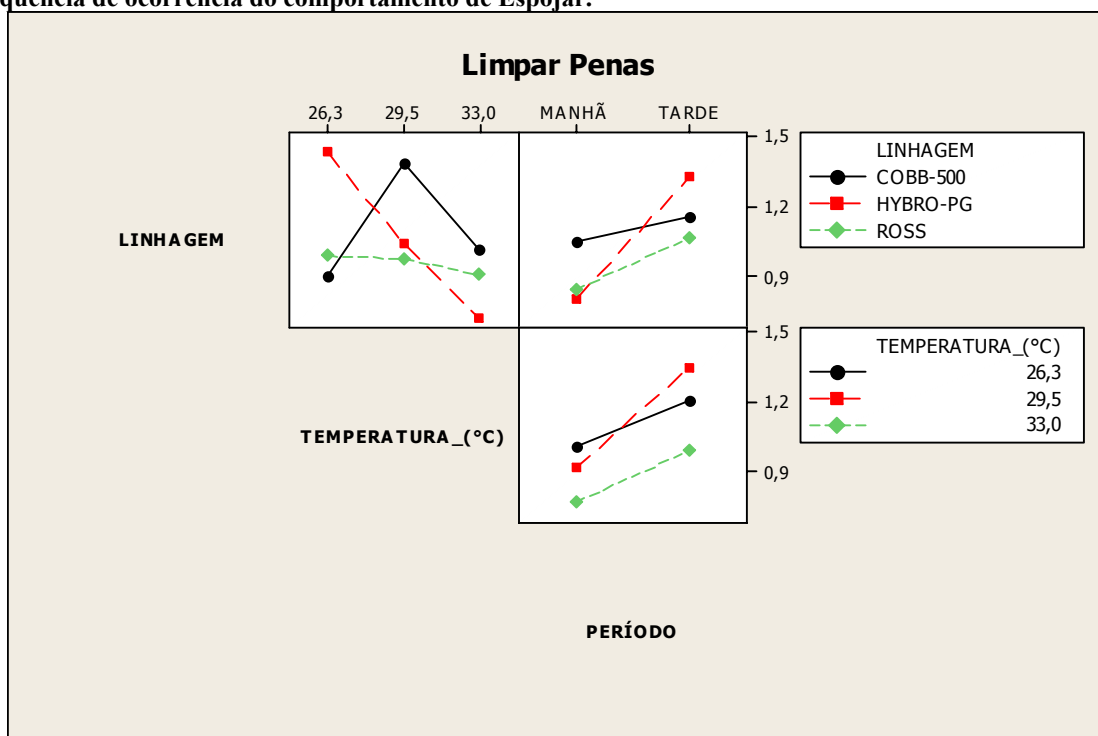


Figura 69. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de Limpar Penas.

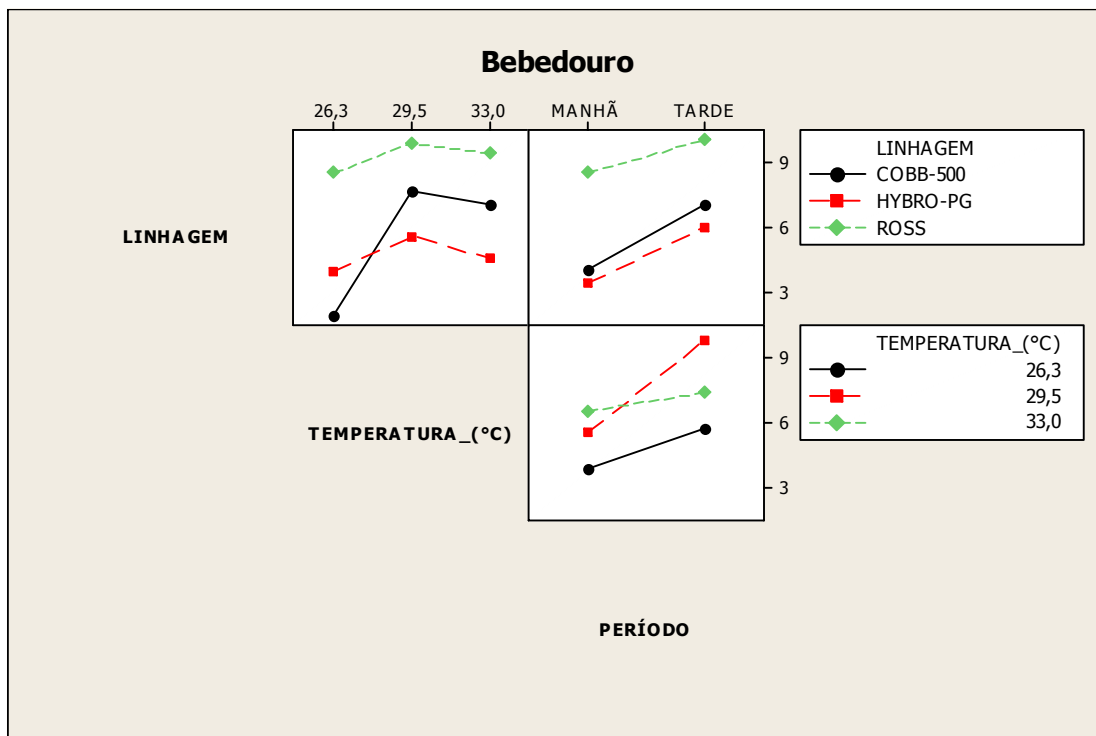


Figura 70. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de ida ao Bebedouro.

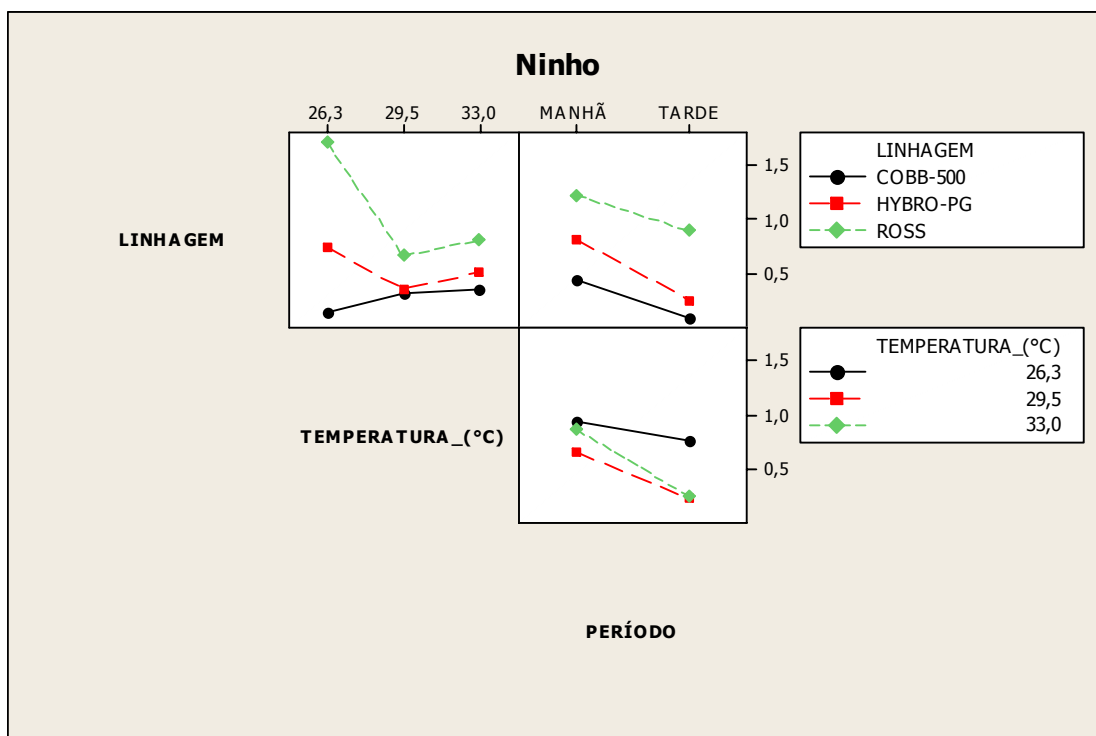


Figura 71. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a frequência de ocorrência do comportamento de ida ao Ninho.

5.2.5. Análise exploratória dos tempos médios de duração observados dos comportamentos

As Figuras 72 a 78 mostram os gráficos de interações dos tempos de duração dos comportamentos frente aos níveis dos fatores experimentais.

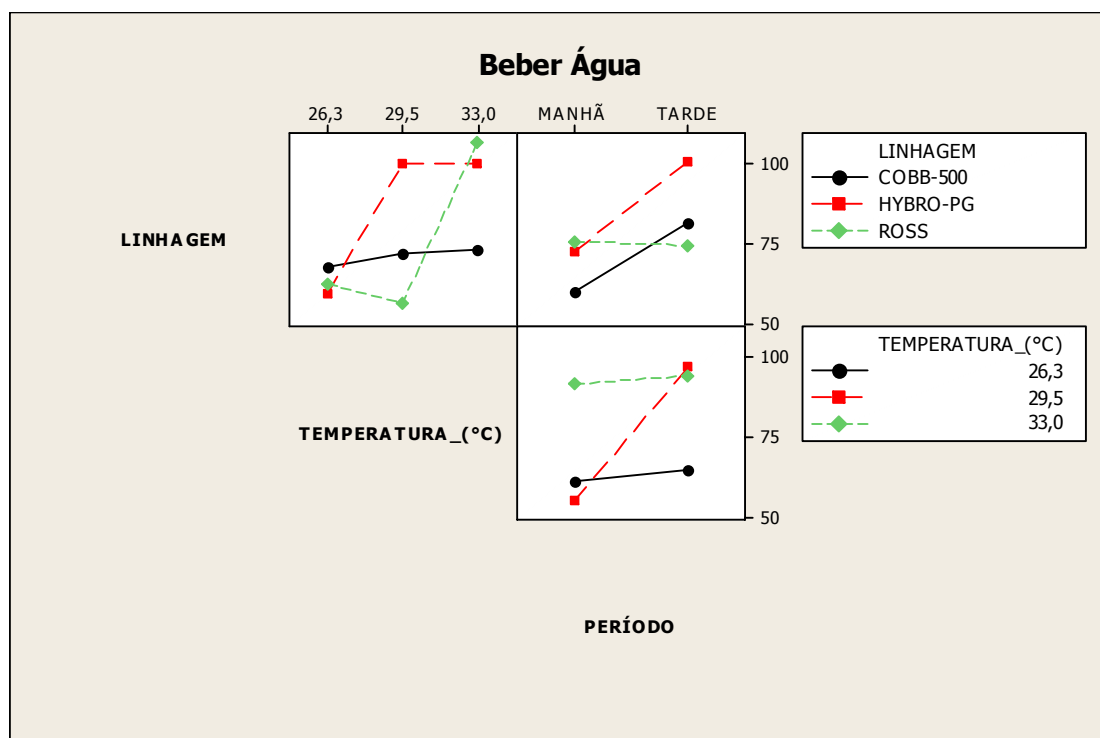


Figura 72. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Beber Água.

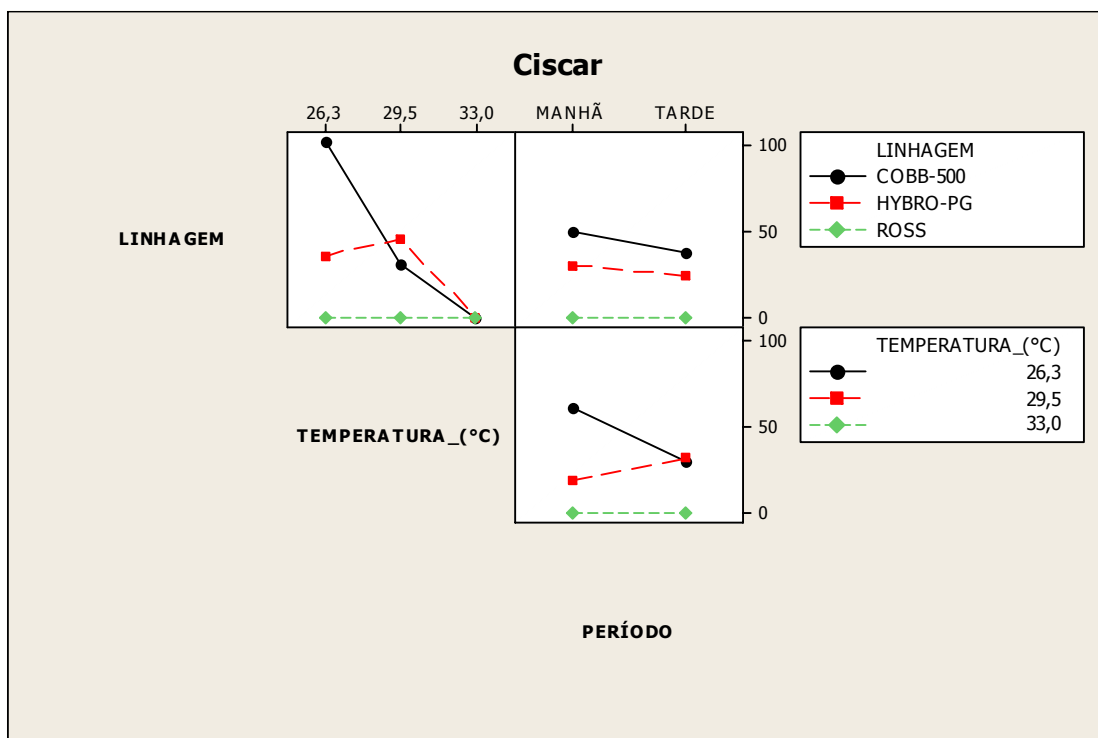


Figura 73. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Ciscar.

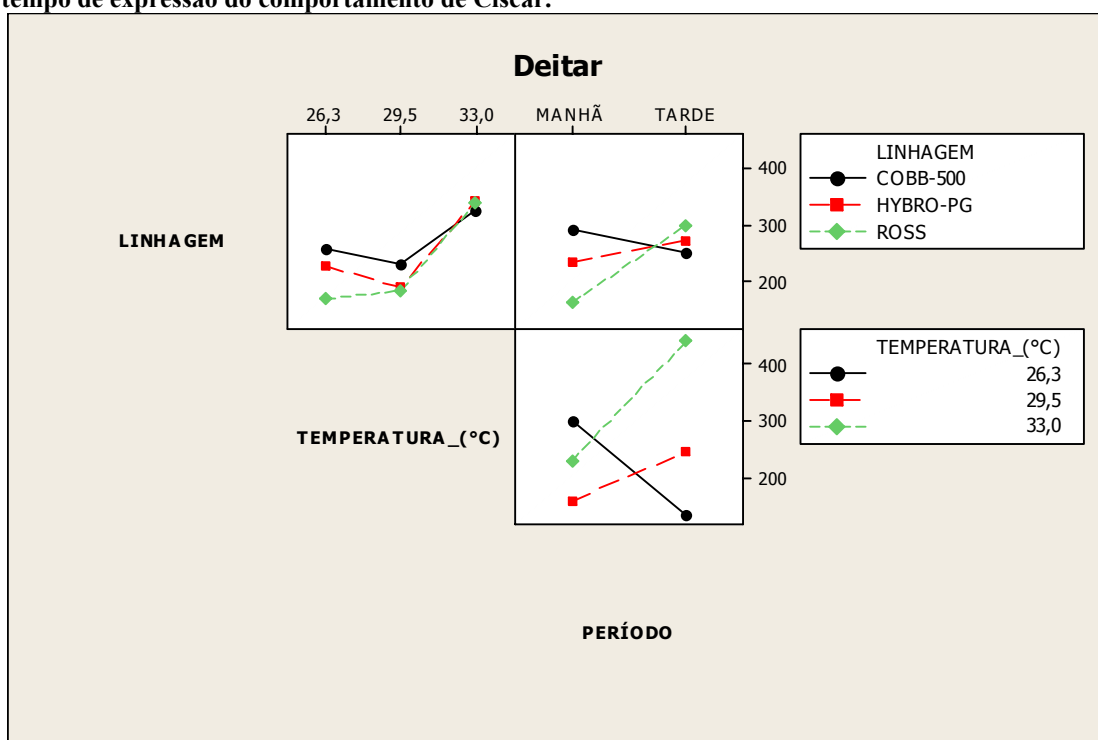


Figura 74. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Deitar.

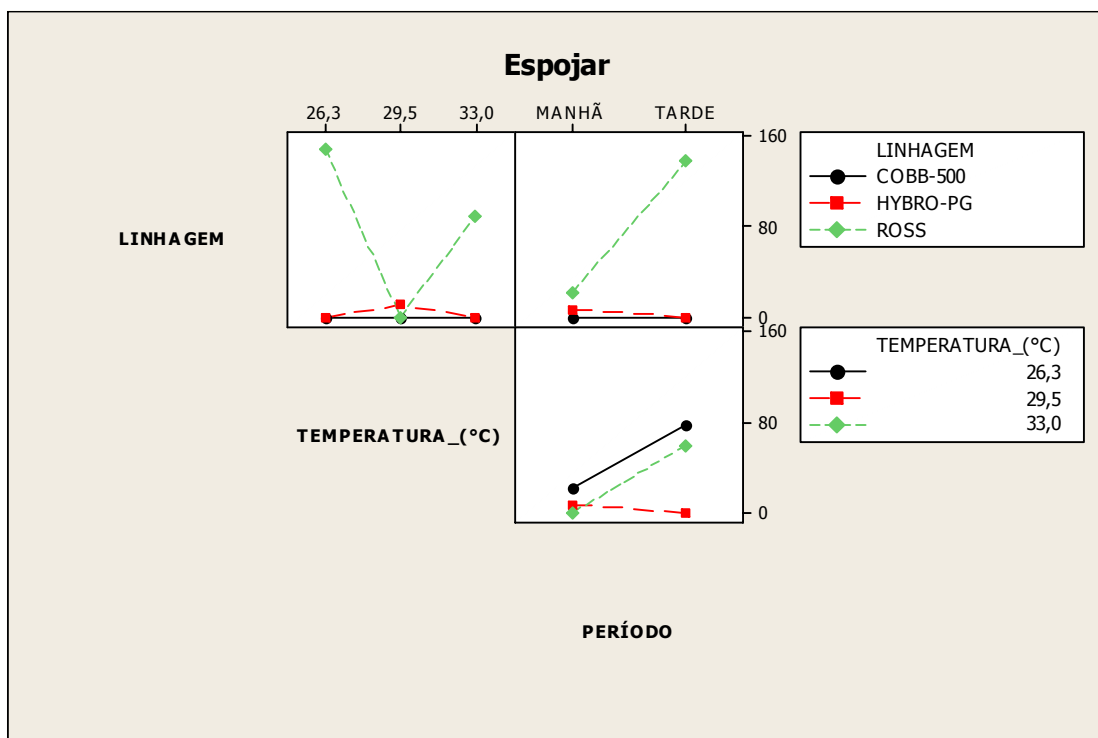


Figura 75. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Espojar.

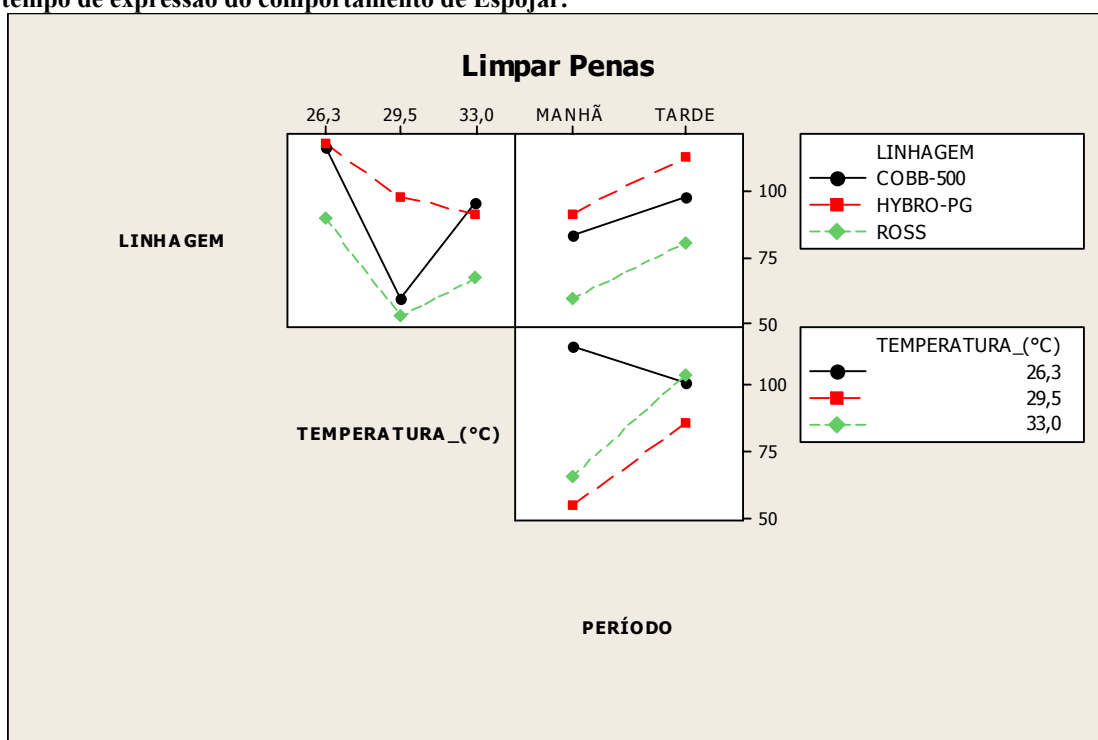


Figura 76. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de expressão do comportamento de Limpar Penas.

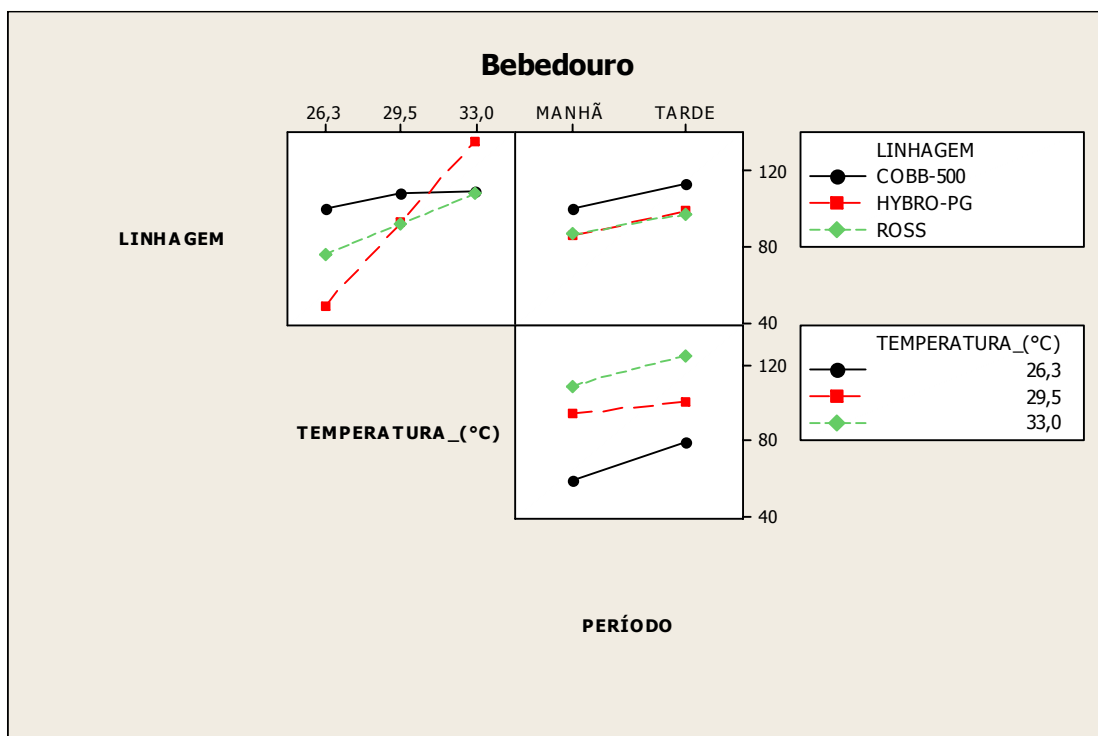


Figura 77. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de permanência no Bebedouro.

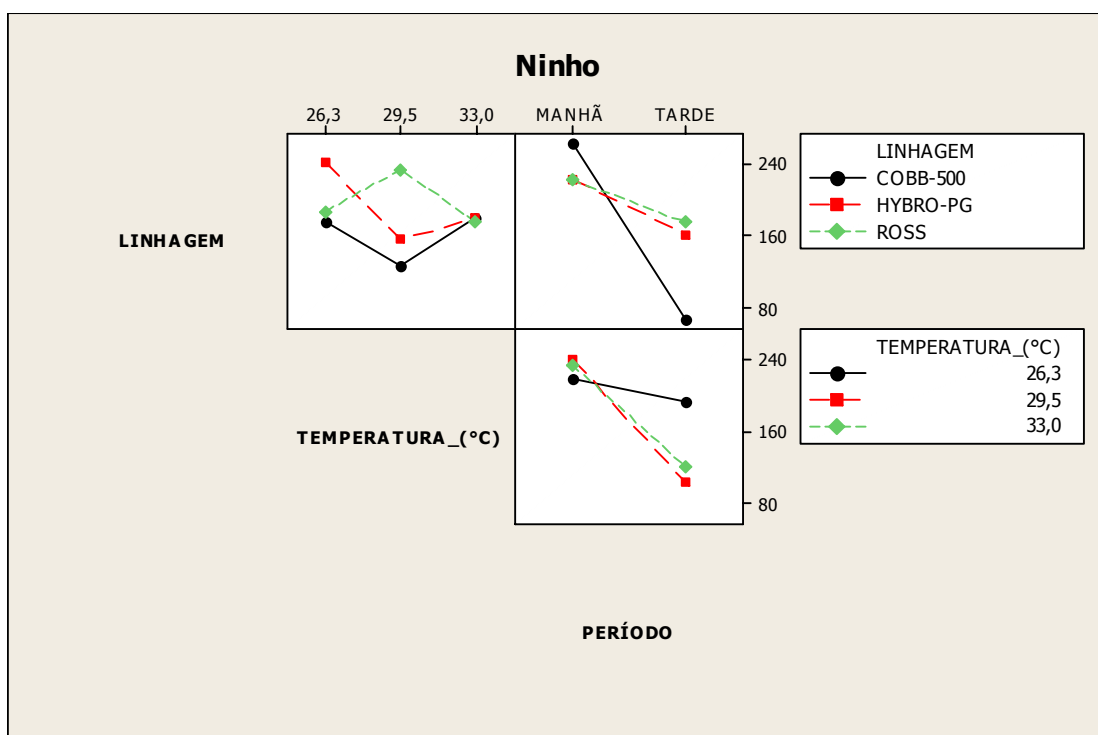


Figura 78. Gráficos das interações entre a linhagem, temperatura e período, duas a duas, perante a média do tempo de permanência no Ninho.

5.2.6. Modelos de previsão das freqüências médias dos comportamentos em função dos fatores experimentais

Utilizando o modelo de regressão com variáveis Dummy, encontraram-se os modelos de previsão da freqüência dos comportamentos, mostrados nas Equações 1 a 5, onde $R^2 > 50\%$. Os modelos foram obtidos através dos testes dos coeficientes, juntamente com a Análise de Variância da regressão, denotando a significância dos efeitos dos fatores Período e Linhagem (variáveis Dummy), as variáveis regressoras Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e Amônia (ppm) e as possíveis interações entre as variáveis. As variáveis Dummy contribuem nos modelos como fatores condicionantes, ou seja, ocorrendo determinados níveis de um fator categórico, essas variáveis contribuem para um acréscimo ou decréscimo na predição da freqüência de ocorrência dos comportamentos, permitindo a simulação de situações. Os modelos pressupõem um erro (ε) que possui distribuição Normal ($0, \sigma^2$), o que torna os modelos estocásticos.

As variáveis Dummy são identificadas nas equações pelos índices subscritos entre parênteses de cada coeficiente da equação. Observando a Equação 1, por exemplo, observa-se que a média da freqüência de ocorrência do comportamento Deitar é 0,07889 caso o período de observação seja Manhã. Caso contrário, ou seja, o período de observação seja Tarde, esse coeficiente assume o valor zero. Caso a linhagem seja Cobb, soma-se a essa constante o valor resultante da expressão $-1,1939 + 0,03763 \cdot \text{Temperatura}$, onde a Temperatura é expressa em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Caso seja Hybro, soma-se a constante o valor da expressão $-1,5421 + 0,04904 \cdot \text{Temperatura}$.

Equação 1. Modelo de previsão da freqüência de ocorrência do comportamento Deitar.

$$\begin{aligned} \text{Deitar} &= 0,07889_{(\text{Manhã})} - 1,1939_{(\text{Cobb})} - 1,5421_{(\text{Hybro})} + 0,03763 \cdot \text{Temperatura}_{(\text{Cobb})} + \\ &+ 0,04904 \cdot \text{Temperatura}_{(\text{Hybro})} + \varepsilon \\ R^2 &= 60,60\% \\ \sigma^2 &= 0,038 \\ \alpha &= 5\% \end{aligned}$$

Equação 2. Modelo de previsão da frequência de ocorrência do comportamento Ciscar.

$$\begin{aligned} Ciscar = & 0,8008 - 0,034941 \cdot Amônia - 0,024284 \cdot Temperatura + 0,09203_{(Cobb)} + \\ & + 0,15529_{(Hybro)} + 0,001069 \cdot Temperatura \cdot Amônia - 0,002696 \cdot Temperatura_{(Cobb)} - \\ & - 0,004833 \cdot Temperatura_{(Hybro)} + \varepsilon \end{aligned}$$

$$R^2 = 51,48\%$$

$$\sigma^2 = 0,002$$

$$\alpha = 5\%$$

Equação 3. Modelo de previsão da frequência de ocorrência de ida ao Ninho.

$$\begin{aligned} Ninho = & 1,8971 - 0,04310 \cdot Temperatura - 2,6006_{(Cobb)} + \\ & + 0,03306 \cdot Temperatura_{(Manhã)} + 0,07610 \cdot Temperatura_{(Cobb)} + \varepsilon \end{aligned}$$

$$R^2 = 65,75\%$$

$$\sigma^2 = 0,124$$

$$\alpha = 10\%$$

5.2.7. Modelos de previsão dos tempos médios dos comportamentos em função dos fatores experimentais

Equação 4. Modelo de previsão do tempo médio de expressão do comportamento Limpar Penas.

$$\begin{aligned} Limpar\ Penas = & 269,13 + 106,32_{(Manhã)} - 4,115 \cdot Temperatura + 14,611_{(Hybro)} - \\ & - 3,5392 \cdot Amônia - 3,910 \cdot Temperatura_{(Manhã)} + \varepsilon \end{aligned}$$

$$R^2 = 56,54\%$$

$$\sigma^2 = 885,2$$

$$\alpha = 5\%$$

Equação 5. Modelo de previsão do tempo médio de permanência no Bebedouro.

$$\begin{aligned} Bebedouro = & -93,26 - 6,267_{(Manhã)} + 6,4080 \cdot Temperatura + 154,05_{(Cobb)} - \\ & - 197,92_{(Hybro)} - 4,904 \cdot Temperatura_{(Cobb)} + 6,541 \cdot Temperatura_{(Hybro)} + \varepsilon \end{aligned}$$

$$R^2 = 68,48\%$$

$$\sigma^2 = 315,0$$

$$\alpha = 5\%$$

5.2.8. Análise comparativa das ocorrências e durações dos comportamentos com a produção frente o ambiente

A Análise Multivariada de Componentes Principais mostra graficamente as associações entre as variáveis observadas. Buscou-se verificar nesse item possíveis associações entre as variáveis comportamentais e as variáveis produtivas. A Figura 79 mostra as associações entre as frequências dos comportamentos observados para ambos os períodos com as respostas produtivas das aves, sem distinção das linhagens. A Figura 80 mostra as associações dos tempos médios de expressão dos comportamentos observados com as variáveis produtivas observadas, sem distinção de linhagem e para ambos os períodos. A Figura 81 mostra as associações entre os tempos médios de expressão dos comportamentos e as frequências de ocorrências, para ambos os períodos sem distinção de linhagens.

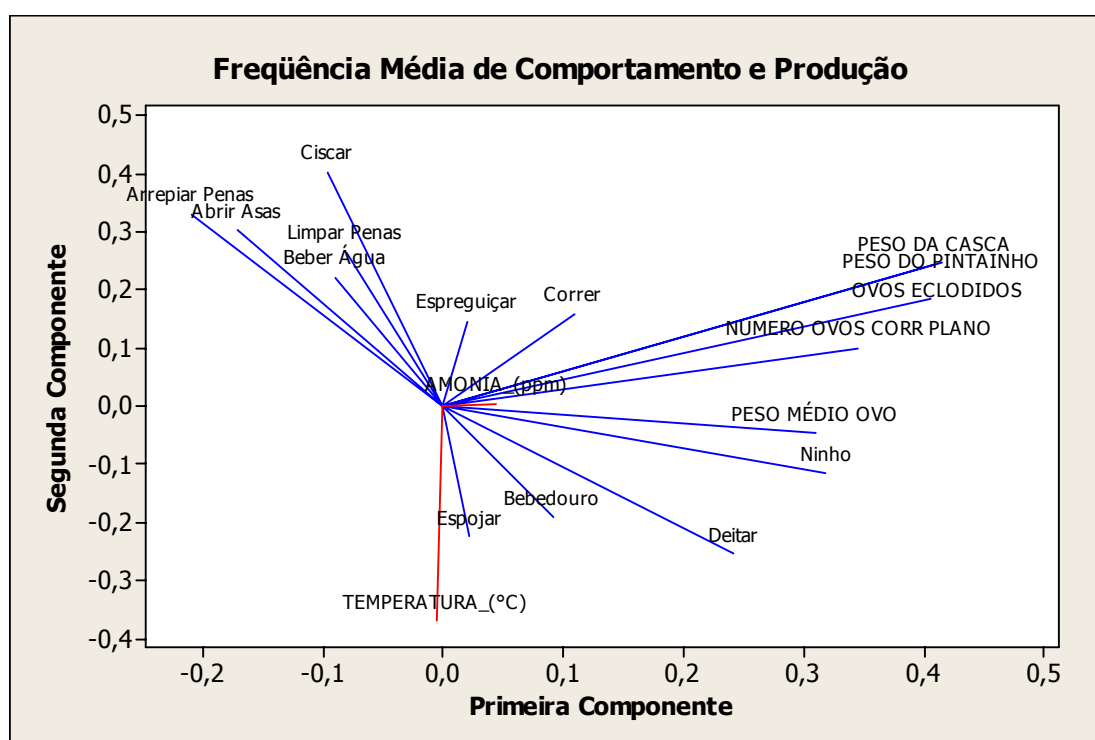


Figura 79. Gráfico comparativo de Componentes Principais para os dados frequência média de ocorrências dos comportamentos observados com a produção.

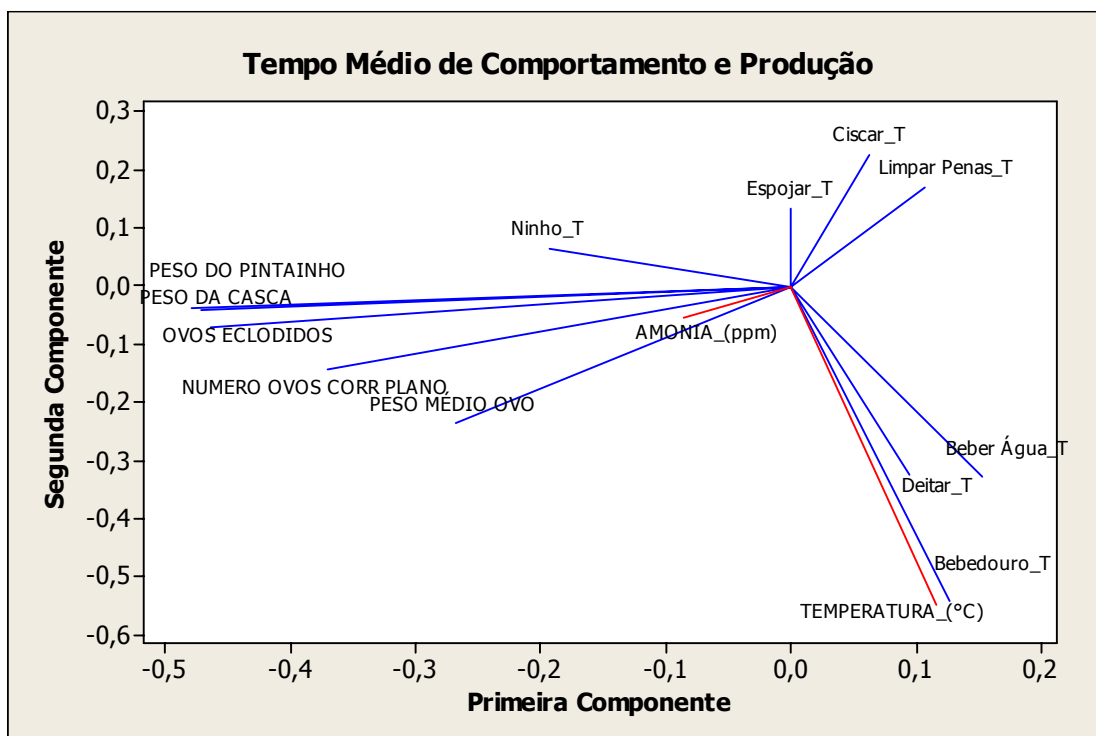


Figura 80. Gráfico comparativo de Componentes Principais para as médias de tempo de duração dos comportamentos observados com a produção.

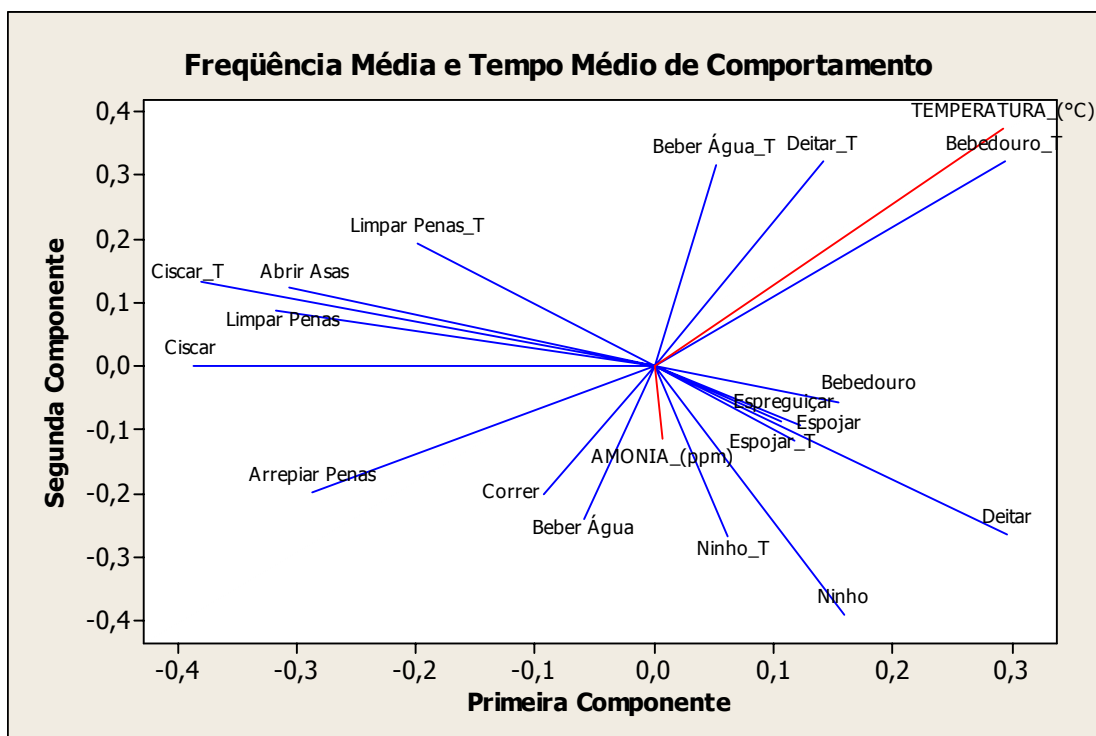


Figura 81. Gráfico comparativo de Componentes Principais para os dados frequência média de ocorrências dos comportamentos observados com a média de tempo de duração dos comportamentos.

6. Discussão

6.1. Análise do ambiente

Houve um aumento na emissão de amônia no ar quando a Temperatura foi elevada de 26,3°C para 29,5°C, porém, quando a Temperatura foi aumentada para 33°C houve uma queda brusca da concentração de amônia, que vai de encontro com os relatos de AL-HOMIDAN *et al.* (2003). Esse fato se deve pela relação da emissão de amônia não ser apenas função da temperatura, mas também da umidade e pH da cama (MIRAGLIOTTA *et al.* 2004). Como esses dois últimos parâmetros não foram medidos, é sugestivo que eles tenham afetado para a queda da emissão da amônia e, portanto, a concentração do gás, mesmo com o aumento da Temperatura.

6.2. Análise Multivariada dos comportamentos observados

No item 6.1.1, observa-se na Figura 47 que todos os comportamentos agressivos (Ameaçar, Montar, Perseguir e Bicar) apresentaram forte associação positiva entre si, junto com o comportamento Correr. EICHER & WECHSLER relataram a influencia negativa no bem-estar quando da ocorrência do comportamento de bicar entre as aves. A associação positiva entre o comportamento Bicar e os outros comportamentos considerados agressivos, sugere que o aumento das ocorrências de qualquer um desses comportamentos afetou negativamente o bem-estar das matrizes. Esses comportamentos agressivos apresentaram forte associação negativa com o comportamento Espreguiçar. Assim, o aumento da frequência de observações do comportamento Espreguiçar sugere um aumento do bem-estar.

O comportamento Prostar (Figura 47) apresentou forte associação positiva com a Temperatura. MARÍA *et al.* (2004) afirmaram que as atividades locomotoras diminuem com o aumento do estresse, o que também pôde ser constatado nessa associação. Os comportamentos Limpar Penas, Arrepiar Penas, Deitar, Abrir Asas e Ciscar se associaram negativamente com a variável ambiental Temperatura, sugerindo que a diminuição das ocorrências desses comportamentos implicam em um prejuízo no bem-estar. Os comportamentos Ciscar e Limpar Penas apresentaram associação negativa com os comportamentos agressivos e Correr, sugerindo que esses comportamentos também possam ser utilizado para avaliação do bem-estar das matrizes.

No período da Manhã (Figura 48) são observadas algumas associações diferentes entre os comportamentos e Temperatura, quando comparados com a Figura 47. A Temperatura mostrou associação mais forte negativa com os comportamentos Arrepiar Penas, Ameaçar, Deitar e Limpar Penas, o que sugere novamente que esses comportamentos sejam indicadores de bem-estar. O comportamento Ciscar associou-se negativamente com os comportamentos agressivos e o comportamento Correr, sugerindo que Ciscar também possa ser um indicador de bem-estar. Quando comparados com a Tarde (Figura 49), a Temperatura se associa mais forte positivamente com o comportamento Prostar e ambos se associam negativamente com os comportamentos de Ciscar, Limpar Penas, Arrepiar Penas e Deitar, reforçando a hipótese que esses comportamentos sugerem bem-estar. Esses resultados que vão ao encontro às hipóteses

levantadas por DUNCAN & MENCH (1993) e CAMPOS (2000) de que os comportamentos possam ser utilizados como medidas de bem-estar.

Constatou-se que não ocorreram comportamentos agressivos no período da Tarde. Esse fato, associado ao manejo de restrição alimentar, vai ao encontro com as observações feitas por ESTEVEZ *et al.* (2003) de que as interações agressivas aumentam devido às disputas pelo alimento, uma vez que a ração nesse experimento foi ministrada apenas durante a manhã, reproduzindo o manejo que ocorre nas granjas.

As análises comparativas das ocorrências dos comportamentos através das Componentes Principais mostram que existem diferenças nas frequências de ocorrências dos comportamentos e algumas diferenças nas associações entre eles e principalmente, com a Temperatura. Assim como os comportamentos agressivos são estimulados pela presença do alimento (ESTEVEZ *et al.*, 2003), os comportamentos Prostrar, Ciscar e Espreguiçar também foram afetados por esse fator, sugerindo que as expressões desses comportamentos no período da tarde (sem a presença do alimento) sejam mais importantes para a predição do bem-estar.

No item 6.2.2, observa-se na Figura 55 que não existiu associação entre a Temperatura e a Amônia, o que implica na independência entre essas variáveis para as amplitudes observadas nesse experimento, seja para a concentração de Amônia 6 a 26 ppm e para a Temperatura de 26,3°C a 33,0°C. Outra observação importante é que a magnitude⁶ do vetor Amônia é pequeno, o que denota pouca associação dessa variável frente às demais, quando os dados são observados sem a influência do período do dia (manhã ou tarde).

A análise das correlações entre os vetores sem a distinção dos períodos tem o intuito de mostrar como estão inter-relacionadas as variáveis de uma maneira geral. Os comportamentos Arrepiar Penas, Beber Água, Ciscar e Limpar Penas apresentaram forte associação positiva entre si e, junto com os comportamentos de Correr e Espreguiçar, apresentaram forte associação negativa com a variável Temperatura. As associações positivas desses comportamentos com a Temperatura confirmam as hipóteses levantadas nas análises das respostas comportamentais feitas para os dados do item 6.1.1, referentes ao Experimento 1, de que esses comportamentos são indicadores de bem-estar.

⁶ Magnitude é o tamanho do vetor e, nesse contexto, assume o sentido de explicação da variável frente as duas Componentes da análise multivariada. Vetores com baixa magnitude sugerem que são pouco explicados pelas duas Componentes do modelo e que, provavelmente, possam ser mais bem explicados por uma outra Componente.

Não foi observada associação da Temperatura com os comportamentos Deitar, Espojar, Bebedouro e Ninho, porém, observa-se forte associação negativa entre esses comportamentos e os prováveis indicadores de bem-estar, sugerindo que o aumento das ocorrências desses comportamentos possa indicar um prejuízo no bem-estar, associados a outras variáveis que não só a Temperatura.

Comparando-se os resultados observados no Experimento 1 (item 6.1.1.), observa-se que no Experimento 2 (item 6.2.2.) não houve incidências de comportamentos agressivos. ESTEVEZ *et al.* (2003) observaram uma diminuição das interações agressivas com o aumento do tamanho do grupo, mantendo-se a mesma densidade, que corroboram os resultados desse experimento. Acredita-se também que a presença do macho tenha contribuído para a inexistência de comportamentos agressivos no Experimento 2, todavia, isso deve ser testado em outra montagem experimental, buscando-se manter o mesmo tamanho do grupo sem a presença do macho.

As Figuras 56 e 57 mostram as análises de observação dos comportamentos para os períodos da Manhã e da Tarde, respectivamente. As frequências de uso dos locais Bebedouro e Ninho foram agrupadas pelo período, assumindo-se para o período da Manhã os registros entre os horários de 00:00:00 a 12:00:00 e para o período da tarde os registros entre os horários de 12:00:01 a 23:59:59, uma vez que a tecnologia de identificação eletrônica permitiu registrar o uso dos locais durante 24h.

Conforme já observado no Experimento 1, quando comparadas as frequências de ocorrências dos comportamentos entre os períodos, foram verificadas diferenças significativas. Na Figura 56, que se refere ao período da Manhã, se observa fortes associações positivas entre os comportamentos de Beber Água e Limpar Penas, Bebedouro e Deitar e Abrir Asas e Arrepiar Penas, e entre o comportamento de ida ao Ninho e a variável ambiental Temperatura. Observam-se ainda fortes associações negativas entre Ciscar com os comportamentos de Deitar, Bebedouro e Espreguiçar, e Espojar com os comportamentos de Beber Água e Limpar Penas, além dos comportamentos Correr, Arrepiar Penas e Abrir Asas com a variável Temperatura, e Espojar com a variável ambiental Amônia. A comparação desses resultados com os obtidos no período da Tarde (Figura 57), denota a influência da presença da ração nos comportamentos da Manhã.

No período da Tarde, como podem ser observados na Figura 57, os comportamentos se associam entre si de maneira diferente, principalmente com as variáveis ambientais. Os comportamentos de Ciscar, Arrepiar Penas, Espreguiçar e Beber Água se associam negativamente com as variáveis ambientais Temperatura e Amônia. As preferências em expressar alguns comportamentos em ambientes livre de amônia foram relatadas por WATHES *et al.* (2003) e McKEEGAN *et al.* (2005), que corroboram com as observações desse experimento.

Quando analisados os comportamentos ocorridos distinguindo-se os períodos, a Amônia passa a ter importante poder de explicação, mesmo tendo variado com uma amplitude baixa. Isso denota que os comportamentos afetados pelo gás apresentam elevada sensibilidade a esse fator (Amônia).

O fato de o manejo da alimentação das matrizes ser restritiva, ou seja, as aves se alimentam apenas no período da manhã, implicou que a presença do alimento afetou significativamente os comportamentos das aves dentro da instalação (ESTEVEZ *et al.*, 2003; JONG *et al.*, 2003). Sendo assim é sugestivo que os comportamentos que possam predizer o bem-estar sejam observados no período da tarde.

No item 6.2.3, a Figura 58 mostra que os tempos médios de Beber Água e presença no Bebedouro apresentaram forte associação positiva com a variável Temperatura. Os tempos médios de Ciscar e Espojar, e Ciscar e Ninho apresentaram associação entre si, porém, associam-se negativamente com a variável Temperatura, denotando que o aumento da Temperatura implica em uma diminuição dos tempos médios desses comportamentos. O comportamento de Limpar Penas apresentou forte associação negativa com a concentração de Amônia, também observada nos trabalhos de WATHES *et al.* (2003) e McKEEGAN *et al.* (2005). Pela configuração que se observa dos vetores, constata-se que a Temperatura está praticamente paralela a Primeira Componente. Nesses casos, como a Temperatura é uma importante componente que afeta o bem-estar (NÄÄS, 1992; RUTZ, 1994; TEETER & BELAY, 1996; SOTTINIK, 2002), pode-se dizer que a Primeira Componente esta associada ao bem-estar térmico das aves e que todos os comportamentos que se associam com essa componente, estão também associadas ao bem-estar térmico. Nessa visão, os comportamentos de Beber Água, presença no Bebedouro e Deitar estão associados negativamente com o bem-estar, ou seja, o aumento do tempo de duração médio desses comportamentos sugere um

prejuízo do bem-estar geral das matrizes. Contrapondo esses comportamentos, Ciscar, Espojar e Ninho se associam positivamente com o bem-estar, ou seja, o aumento do tempo de duração médio desses comportamentos sugere um aumento no bem-estar das matrizes.

Como observado nos itens 6.2.4. e 6.2.5. nos gráficos de interações entre as variáveis respostas comportamentais e os fatores de variação, e discutidos no item 7.3., existem interações entre alguns comportamentos e o período do dia. As Figuras 59 e 60 mostram as associações entre as variáveis para cada período, onde se observam diferenças nas associações entre as variáveis quando comparados os gráficos das Componentes Principais de cada período.

Na Figura 59, nota-se que o tempo médio de Beber Água e permanência no Bebedouro aumenta conforme a Temperatura, denotando associação positiva entre estas variáveis. Os tempos médios de Limpar Penas e Ciscar mostraram fraca associação positiva entre si, porém, associam-se negativamente com a variável Temperatura, demonstrando que o aumento da Temperatura correlaciona-se com a diminuição do tempo desses comportamentos. Os comportamentos Deitar e Limpar Penas apresentaram forte associação negativa com a componente Amônia, sugerindo que esses comportamentos diminuem com o aumento da concentração do gás, conforme também relatado por WATHES *et al.* (2003) e McKEEGAN *et al.* (2005). OLSSON *et al.* (2002a), OLSSON *et al.* (2002b) e OLSSON & KEELING (2005) afirmam que o comportamento de espobar configura-se importante comportamento para indicação de bem-estar. Na análise de Componentes Principais se observa forte correlação negativa de Espobar com os comportamentos de Bebedouro e Beber Água e a variável ambiental Temperatura, o que sugere de fato que a diminuição no tempo de execução desse comportamento implica em uma diminuição do bem-estar.

Observa-se na Figura 60 o tempo médio de Bebedouro se associa novamente com a Temperatura, porém, o tempo médio de Beber Água não mostrou correlação com a Temperatura, associando-se positivamente, mesmo que fraca, com a concentração de Amônia. O tempo médio de Limpar Penas mostrou forte associação negativa com a Amônia novamente, o que denota a sensibilidade do tempo médio de expressão desse comportamento com a concentração de Amônia. O tempo de duração do comportamento de Ciscar mostrou forte associação positiva com a Amônia, contrário ao que foi observado na frequência de ocorrência desse comportamento (Figura 57), e associação negativa com a Temperatura, que

está de acordo com os resultados observados para frequência de ocorrências (item 6.2.2.) e com os relatos de MARÍA *et al.* (2004). Associando-se esses resultados, é sugestivo afirmar que as aves tendem a Ciscar menos (frequência) com o aumento da concentração de Amônia, porém, passam tempos maiores expressando esse comportamento. Os comportamentos Espojar e Beber Água mostraram novamente forte associação negativa entre si, conforme também constatado na frequência de ocorrências (Figuras 55 a 57). O tempo médio de Deitar se associa negativamente com a concentração de Amônia, sugerindo que esse gás seja estimulante da movimentação das matrizes, e positivamente com a Temperatura, ou seja, as aves passam mais tempo deitadas com o aumento dessa variável ambiental (MARÍA *et al.*, 2004).

6.3. Análise exploratória dos dados de comportamento

PEREIRA (2003) observou que matrizes da mesma linhagem e da mesma idade se comportavam diferentes uma das outras, quanto ao uso de determinados locais. Essas diferenças foram atribuídas às diferentes necessidades térmicas dos animais frente a um ambiente desfavorável, refletidas nas respostas comportamentais. Desse modo, é correto dizer que matrizes de linhagens diferentes e idades diferentes, apresentem comportamentos diferentes entre si, devido as diferentes necessidades refletidas nas respostas comportamentais ao ambiente físico do alojamento.

Corroborando com os relatos de KEER-KEER *et al.* (1996), McGARY *et al.* (2003) e CHENG & MUIR (2005), observou-se nos gráficos de interação apresentados no item 6.2.4. e confirmada nos resultados das Análises de Variância apresentadas no item A.1. em anexo, que as frequências de ocorrências dos comportamentos Beber Água, Arrepiar Penas, Abrir Asas, Deitar, Espojar, Limpar Penas, ida ao Bebedouro e Ninho e os tempos médios de expressão dos comportamentos Ciscar e Espojar, apresentaram diferença estatística para $\alpha = 5\%$ entre as linhagens estudadas. A interação Temperatura e Linhagem foi significativa nos comportamentos de frequência de ocorrências Beber Água, Deitar, Limpar Penas e ida ao Ninho, e no tempo médio de expressão do comportamento Limpar Penas. Esse grande número de comportamentos influenciados pela linhagem reforça a idéia das diferenças entre os indivíduos, relatada por PEREIRA (2003).

Diferenças nas médias de ocorrências de comportamentos devido a Temperatura foram observadas por PEREIRA (2003). As análises dos gráficos de interação dos itens 6.2.4. e 6.2.5 e Análises de Variância do item A.1, mostram os comportamentos Beber Água, Arrepiar Penas, Ciscar, Limpar Penas, ida ao Bebedouro e Ninho, e nas médias de tempo de expressão dos comportamentos Ciscar, Deitar e presença no Bebedouro, apresentaram diferença estatística para $\alpha = 5\%$, e corroboram com as análises de Componentes Principais e com os relatos de CHENG & MUIR (2005).

Nas análises multivariadas, foi constatada a influência do Período nas observações das médias das frequências de ocorrências dos comportamentos, que se confirmam nessa análise de interações. Os comportamentos Deitar, Limpar Penas, Bebedouro e Ninho e nos tempos médios de duração dos comportamentos Bebedouro e Ninho apresentaram diferença estatística $\alpha = 5\%$. A interação Período e Temperatura também se mostrou significativa ($\alpha = 5\%$) no comportamento de frequência de ocorrência de Beber Água e nos tempos médios de duração dos comportamentos Deitar e Ninho. O aumento das interações agressivas, devido disputas por alimento e por espaço, já havia sido relatado por PETTIT-RILEY *et al.* (2001), PETTIT-RILEY *et al.* (2002) e ESTEVEZ *et al.* (2003). O que se constata nesse trabalho é que a presença do alimento não afeta apenas as interações agressivas, como observado no Experimento 1, mas também diversos outros comportamentos importantes para a inferência de bem-estar. Nesse sentido, é fundamental considerar o período nas observações de comportamento.

6.4. Análise confirmatória dos dados de comportamento

A Tabela 4 mostra o resultado do teste Tukey para o número de ovos coletados, onde se pode identificar que a média de ovos coletados sofre variação durante os dias do experimento. Observa-se nesta tabela que a partir do sexto dia, onde ocorreu o tratamento Temperatura mais alta, não foi observada produção de ovos, podendo essa forte redução na produção ser atribuída a esse fator experimental, devido ao delineamento do plano experimental. A ausência de dados não permitiu que as demais variáveis mensuradas de qualidade dos ovos fossem analisadas.

Os dados de comportamento observados no Experimento 1 foram analisados com o teste de comparações múltiplas de Tukey, respeitando-se os períodos de coleta (matutino e vespertino), e divididos segundo as reações comportamentais e interações agressivas, conforme mostram as tabelas do item 6.2. A análise dos dados confirmam que a presença da ração no período da manhã afetou os comportamentos e as interações agressivas neste período, conforme relatado por ESTEVEZ *et al.* (2003).

Na Tabela 7, observa-se que os animais que estiveram submetidos à condição térmica T3 = 35°C foram os que apresentam maior frequência de Espreguiçar e as aves que foram estudadas sob a condição térmica T1 = 13°C arrepiaram mais as penas. Aves mais jovens (Id1 = 38 semanas) apresentaram mais o comportamento de Correr. As matrizes que se alimentaram da R2 = 2800,01 kcal/kg apresentaram uma frequência maior de Abrir Asas. Dado o controle dos fatores experimentais aplicados, estes comportamentos são potenciais indicadores do bem-estar destas aves em função do fator ambiental atuante. De acordo com os conceitos de GRAVES (1982), estes comportamentos são reflexos diretos do ambiente sobre a ave, de modo que, conhecendo melhor como estes comportamentos são afetados por estes fatores isoladamente, é possível que se obtenham níveis de bem-estar em função destes fatores.

No período da tarde (Tabela 8), pós-alimentação, é notória a maior ocorrência de prostrações nas matrizes de frango que estiveram submetidas ao estresse térmico acima da zona de termoneutralidade ($T = 35^{\circ}\text{C}$) e a ocorrência do ato de deitar nas demais condições ambientais aplicadas no estudo, conforme relatado por RUTZ (1994). Ao encontro com os relatos de WATHES *et al.* (2002), as variações foram significativas no comportamento de Ciscar e também no comportamento de Arrepiar Penas nas aves que estiveram submetidas à condição térmica T1. Por meio desta análise, foi possível identificar potenciais indicadores de bem-estar. Neste caso, os fatores ração e idade não influenciaram os comportamentos das aves, provavelmente devido ao fato de não haver mais a presença do alimento como um fator atuante. Assim, a presença ou não de ração no ambiente em que a ave esta inserida constitui um fator experimental importante a ser considerado nas análises, conforme também observado por ESTEVEZ *et al.* (2003).

De acordo com a Tabela 9 o fator temperatura afetou significativamente a frequência de perseguições e bicadas efetuadas pelas aves ($P < 0,05$) principalmente na condição térmica

T1 ($T = 13^{\circ}\text{C}$ e $\text{UR} = 75\%$) abaixo da zona de conforto térmico das aves. Este elevado número de comportamentos agressivos, quando comparado com o período da tarde (Tabela 10), reflete a acentuada disputa que ocorreu pela ração. Este resultado aponta a necessidade das aves por energia para manter a temperatura corporal em um ambiente abaixo do limite inferior da zona de termoneutralidade. A diferença de idade também afetou o nível de perseguição das aves, sendo que as aves mais jovens foram as que mais expressaram as perseguições.

De acordo com a Tabela 10, no período vespertino, nenhum dos tratamentos impostos na câmara climática (temperatura, idade e ração) afetou ou induziu o comportamento agressivo das aves. Este resultado reforça a afirmação anterior de que a presença do alimento é um fator atuante no comportamento das aves alojadas e que o comportamento agressivo é decorrente da disputa, seja pelo alimento, pelo espaço ou pela hierarquia e dominância sobre o grupo.

Para o Experimento 2, devido a influência significativa de fatores categóricos nos comportamentos das matrizes pesadas, tais como Linhagem e Período, procurou-se modelos de predição que abarcassem essas variáveis, possibilitando confirmar o peso dessas variáveis na explicação das respostas comportamentais junto com as variáveis contínuas Temperatura e Amônia.

Observando as equações de predição das frequências de ocorrências e tempos médios dos comportamentos, verifica-se que os valores de R^2 são baixos. Esses baixos coeficientes de explicação dos dados se devem pela complexidade com que as variáveis observadas, e as não observadas, nos experimentos, afetam as aves. Portanto, o valor de R^2 representa a porcentagem de explicação que as variáveis que compõem o modelo explicam determinado comportamento. Equações com valores de R^2 muito baixo que, para esse trabalho, foi estipulado o limite de $R^2 = 50\%$, não fazem sentido serem consideradas como modelos para predição devido ao baixo poder de explicação.

Consideradas essas premissas, destacaram-se os modelos de predição das frequências médias de ocorrências dos comportamentos Deitar ($R^2 = 60\%$), Ciscar ($R^2 = 51\%$) e ida ao Ninho ($R^2 = 66\%$) e os tempos médios de duração dos comportamentos Limpar Penas ($R^2 = 57\%$) e presença no Bebedouro ($R^2 = 68\%$), que já haviam sido apontados como potenciais indicadores de bem-estar nas análises do item 7.2.

Em todos os modelos selecionados a Temperatura aparece como variável regressora, mostrando ser fonte importante de variação na expressão dos comportamentos, contribuindo na predição com peso expresso pelo seu coeficiente multiplicador (RUTZ, 1994; RUTHERFORD *et al.*, 2003; PEREIRA, 2003; MARÍA *et al.*, 2004). Na frequência de ocorrência de Ciscar e no tempo médio de duração do Limpar Penas, a concentração de Amônia aparece como segunda variável regressora, que afeta esses comportamentos com peso igual ao seu coeficiente multiplicador, denotando a importância dessa variável ambiental na explicação desses comportamentos, corroborando com as observações de WATHES *et al.* (2002) e McKEEGAN *et al.* (2005).

As variáveis Dummy (Período e Linhagem) aparecem nos modelos sob a notação subscrita do valor categórico em parênteses junto ao seu coeficiente. Os coeficientes dessas variáveis assumem o valor do modelo na condição dela (variável Dummy) ser presente, caso contrário, o coeficiente assume o valor zero, denotando a não utilização dessa variável para o cálculo de predição.

O Período, que é uma variável Dummy, mostrou significância nos comportamentos de frequência média de ocorrência Deitar e ida ao Ninho e nas médias de duração dos comportamentos Limpar Penas e Bebedouro, confirmando que a disputa é fonte de variação do comportamento (PETTIT-RILEY *et al.*, 2001; PETTIT-RILEY *et al.*, 2002; ESTEVEZ *et al.*, 2003; JONG *et al.*, 2003).

A Linhagem também afetou todos os comportamentos selecionados e foi quantificada para cada categoria segundo o seu coeficiente multiplicador (KEER-KEER *et al.*, 1996; McGARY *et al.*, 2003; CHENG & MUIR, 2005).

6.5. Comparativo dos resultados

A Figura 79 mostra as associações entre as variáveis de produção e as médias de frequências de ocorrências de comportamentos. Observa-se através dos posicionamentos dos vetores três grupos de variáveis com as associações mais expressivas. O primeiro grupo corresponde as variáveis de médias de frequências de ocorrência comportamentais Arrepiar Penas, Abrir Asas, Ciscar, Limpar Penas e Beber Água. Essas variáveis estão altamente correlacionadas positivamente entre si e fortemente correlacionadas negativamente com os

comportamentos Deitar, Espojar, ida ao Bebedouro e ida ao Ninho, que compõem o segundo grupo.

O terceiro grupo é formado pelas variáveis de produção Peso da Casca, Peso do Pintainho, Número de Ovos Eclodidos e Peso Médio dos Ovos. NAKAGE *et al.* (2001) observaram correlação positiva entre o peso do ovo e a porcentagem de eclosão. Na análise das Componentes Principais (Figura 79 e 80) se observa a correlação positiva dessas variáveis entre si e com as demais variáveis de produção, sugerindo a existência de dependência entre elas.

A exceção do comportamento de Correr, que apresenta uma fraca associação com as variáveis de produção, não se observa associação entre os comportamentos médios de frequências de ocorrências com a produção. A Temperatura apresenta correlação positiva com os comportamentos Espojar e Bebedouro e correlação negativa com os comportamentos Correr e Espreguiçar.

Na Figura 80, que mostra as associações entre os comportamentos de tempo de duração dos comportamentos e a produção. Novamente são observados três grupos distintos, onde o primeiro grupo constituído dos comportamentos Espojar, Ciscar e Limpar Penas se associam entre si positivamente e negativamente com o terceiro grupo composto pelas variáveis de produção. O segundo grupo composto pelos comportamentos Beber Água, Deitar e presença no Bebedouro, se correlacionam positivamente entre si e com a Temperatura. A média de tempo de permanência no Ninho mostrou forte associação com as variáveis de produção, sugerindo que esse comportamento tenha um efeito positivo na produção.

Contrapondo a essa associação, os comportamentos Ciscar e Limpar Penas sugerem um prejuízo nos resultados de produção das aves, porém, analisando os valores das Componentes Principais, verifica-se que os comportamentos são explicados muito mais pela segunda componente, enquanto que as variáveis de produção são explicadas pela primeira componente. Somando-se a isso, a baixa magnitude do vetor associado aos comportamentos Ciscar e Limpar Penas, comparada com as magnitudes dos vetores das variáveis de produção, denotam que as duas componentes explicam pouco a variabilidade desses comportamentos e, portanto, não se pode considerar a variação da associação pela angulação desses vetores.

Em ambas as Figuras (79 e 80) observa-se associação positiva entre a concentração de Amônia e as variáveis de produção, sugerindo que a concentração do gás pode afetar a

produção positivamente. Porém, a magnitude desse vetor não permite identificar com clareza se a associação é forte ou fraca com os vetores de produção. Naquelas figuras não se observa correlação entre as variáveis de produção e a Temperatura, porém, a forte associação positiva entre as variáveis de produção e os comportamentos de Ninho e Deitar, que sugerem o bem-estar das matrizes, e corrobora com os relatos de FARIA *et al.* (2001) e ZAVARIZE *et al.* (2005) de que a produção e qualidade dos ovos diminuem com o aumento do estresse térmico.

A Figura 81 mostra as associações entre todas as variáveis comportamentais observadas no Experimento 2. Os comportamentos de média de frequência de ocorrências são escritos no gráfico sem nenhum índice e os comportamentos de média de duração dos comportamentos são sucedidos de um índice _T.

Os comportamentos de Ciscar, Limpar Penas, Espojar e Ninho mostraram forte associação positiva com os comportamentos correspondentes de tempo Ciscar_T, Limpar Penas_T, Espojar_T e presença no Ninho_T, respectivamente. O comportamento Beber Água e Beber Água_T mostraram forte associação negativa. Essa observação somada a associação positiva de Beber Água_T com a Temperatura, denotam que o aumento da Temperatura implica em uma permanência maior da ave no bebedouro se hidratando. Esse fato foi constatado por CURTO (2002) e PEREIRA (2003) que observaram um tempo maior de permanência no bebedouro em condições de elevadas temperaturas. Observa-se também na Figura 80 que o tempo de permanência no Bebedouro_T também associa-se positivamente com a Temperatura, sugerindo realmente uma dependência desse comportamento com a variável ambiental.

A frequência de ocorrência de Deitar não mostrou associação com o comportamento correspondente ao tempo (Deitar_T). A forte associação entre os comportamentos de frequência de ocorrências de Abrir Asas e Limpar Penas com o tempo de duração médio do Ciscar (Ciscar_T), que estão correlacionadas negativamente com a Temperatura, sugere relação desses três comportamentos com o bem-estar das matrizes.

6.6. Discussão geral da metodologia

A metodologia empregada no registro dos dados comportamentais permitiu monitorar grupos de matrizes pesadas, coletando-se variáveis comportamentais, ambientais e

produtivas, sem maior interferência humana que a costumeiramente encontrada nos manejos das granjas comerciais. Essa sistemática de registro e análises dos dados corrobora as exposições de ZAMBALDE *et al.* (1996), KEBELER & SCHIEFER (1996) e FROST *et al.* (1997).

O registro de informações através da tecnologia de identificação eletrônica que utiliza rádio-frequência como comunicação entre o *transponder* implantado no animal e a antena receptora, mostrou ser eficiente no registro de comportamentos de uso, conforme observado por CURTO (2002).

As câmeras utilizadas permitiram qualificar os comportamentos, através de amostras de filmes no tempo, possibilitando ao pesquisador classificar os comportamentos em frequências de ocorrências e tempo de duração dos comportamentos, evidenciando diferenças importantes entre as duas categorias observadas. Alguns comportamentos importantes como Montar, Bicar e Perseguir, relatados na literatura, não foram observados provavelmente, devido o tamanho da amostra dos filmes no tempo, que vem sendo generalizadamente utilizada em trabalhos que estudam o comportamento de aves (BIZERAY *et al.*, 2002; ESTEVEZ *et al.*, 2003; JONG *et al.*, 2003).

Todos os dados foram registrados e posteriormente consultados em um banco de dados relacional FireBird[®], e gerenciado pelo *software* desenvolvido. O *software* viabilizou maior agilidade no registro e tratamento dos dados, garantido a consistência e a segurança das informações. Pequenas adaptações nesse *software* podem fazer com que ele seja utilizado em granjas comerciais para o registro das informações da produção, podendo contribuir na viabilização da rastreabilidade das informações na avicultura (CURTO, 2002).

A produção foi observada segundo parâmetros quantitativos e qualitativos. No Experimento 1, onde estudou-se a qualidade dos ovos, o tamanho do grupo das matrizes (três aves por tratamento), não permitiu analisar aspectos qualitativos dos ovos, dado a grande quantidade de dias que não foi observado produção. No Experimento 2 foram registradas a porcentagem de ovos eclodidos e todas as suas variáveis qualitativas que envolvem tanto o ovo quanto o pintainho. Devido a estruturação dos dados dentro do banco de dados foi possível correlacionar a produção do Experimento 2 com todos os comportamentos, verificando importantes associações do comportamento com a produção.

A afirmação de GRAVES (1982) de que o comportamento é uma janela do organismo vivo ficou evidente, mesmo quando observado em uma amplitude pequena de Temperatura e concentração de Amônia (Experimento 2). Isso denota a sensibilidade do animal ao ambiente que é expressa no seu comportamento. A observação do comportamento para o correto manejo das aves é fundamental na exploração avícola moderna (CAMPOS, 2000).

Segundo ESTEVEZ *et al.* (2003) o tamanho do grupo influenciou os comportamentos agressivos de aves alojadas. Observou-se no grupo maior de Hybro-PG, do Experimento 2, que não ocorreram comportamentos agressivos quando comparado com o Experimento 1. O comportamentos Correr também foram influenciado pelo tamanho do grupo, diminuindo significativamente a sua ocorrência no Experimento 2, permitindo dizer que o fator de escala é importante na determinação de frequências e tempos de ocorrências de comportamentos como indicador de bem-estar de matrizes pesadas.

7. Conclusões

A metodologia e o *software* propostos se mostraram eficientes no registro e gestão dos dados, facilitando as análises e possibilitando identificar importantes diferenças nos comportamentos das aves. A metodologia e o *software* podem ser adaptados e virem a serem utilizados em alojamentos comerciais de matrizes pesadas, desde se observe os efeitos do tamanho de grupo nos dados comportamentais.

A partir da análise dos dados experimentais, foi possível verificar a influência direta do ambiente nas respostas comportamentais de matrizes pesadas. Na primeira montagem experimental, que utilizou apenas uma linhagem, menores grupos e sem a presença do Macho, foi constatado que as maiores movimentações ocorreram na condição de menor temperatura (13°C), diminuindo com o aumento da temperatura. A maior frequência de prostração das aves ocorreu sob a condição da temperatura mais alta (35°C). O comportamento de Abrir Asas foi influenciado pela presença da ração e os comportamentos de Correr e Perseguir foram afetados pela idade das matrizes.

O comportamento Espreguiçar se correlacionou negativamente com os comportamentos agressivos. Os comportamentos agressivos foram observados apenas no período matutino, demonstrando que a presença da ração é fator estimulante da agressividade. Portanto, devem-se considerar os comportamentos agressivos na escolha de programas de restrição alimentar.

Na ausência de alimento, ocorrido no período da tarde, o aumento das frequências médias de ocorrências dos comportamentos Ciscar, Arrepiar Penas, Limpar Penas, Espreguiçar e Beber Água sugerem um ganho de bem-estar térmico, por terem se correlacionado negativamente com a temperatura. No período da manhã, o comportamento de ida ao Ninho foi o mais expressivo na indicação de bem-estar.

Foram observadas diferenças significativas nos tempos de Deitar, Ciscar e Limpar Penas devido a variação da concentração da amônia. A baixa amplitude de variação da concentração de amônia observada permite dizer que esses comportamentos são fortemente afetados pelo gás. A amônia estimulou a movimentação das matrizes, pois, as aves diminuíram o tempo de Limpar Penas e Deitar e aumentaram o tempo de Ciscar.

Na condição experimental onde foram observadas diversas linhagens, grupo maior e com a presença do macho, foram encontradas correlações importantes entre os comportamentos, produção e ambiente. Os tempos utilizados para Beber Água, Deitar e permanecer no Bebedouro podem ser associados a um prejuízo no bem-estar das matrizes alojadas. Os tempos de Ciscar, Espojar e de permanência no Ninho associaram-se a um ganho no bem-estar.

Diferenças comportamentais e produtivas importantes entre as linhagens foram observadas em todos os fatores experimentais: temperatura, concentração de amônia e período. Observou-se que a linhagem Hybro-PG apresentou menores variações de comportamento frente as diferentes temperaturas e a linhagem Ross apresentou melhores índices produtivos.

A análise comparativa dos resultados dos experimentos mostra que o tamanho do grupo afetou inversamente o número de interações agressivas. Levanta-se a hipótese de que a presença do Macho contribuiu para a estruturação social das matrizes alojadas, contribuindo significativamente para a não observação de interações agressivas na segunda montagem experimental.

As frequências de ocorrências e os tempos de duração dos comportamentos foram modelados e são mostrados nas equações abaixo. Esses modelos implicam indiretamente no bem-estar das matrizes e podem ser utilizados para a predição dos comportamentos nas amplitudes de 26,3 a 33,0°C de temperatura e 6 a 26 ppm de concentração de amônia.

$$Deitar = 0,07889_{(Manhã)} - 1,1939_{(Cobb)} - 1,5421_{(Hybro)} + 0,03763 \cdot Temperatura_{(Cobb)} + \\ + 0,04904 \cdot Temperatura_{(Hybro)} + \varepsilon$$

$$Ciscar = 0,8008 - 0,034941 \cdot Amônia - 0,024284 \cdot Temperatura + 0,09203_{(Cobb)} + \\ + 0,15529_{(Hybro)} + 0,001069 \cdot Temperatura \cdot Amônia - 0,002696 \cdot Temperatura_{(Cobb)} - \\ - 0,004833 \cdot Temperatura_{(Hybro)} + \varepsilon$$

$$Ninho = 1,8971 - 0,04310 \cdot Temperatura - 2,6006_{(Cobb)} + \\ + 0,03306 \cdot Temperatura_{(Manhã)} + 0,07610 \cdot Temperatura_{(Cobb)} + \varepsilon$$

E para os tempos médios de duração

$$Limpar Penas = 269,13 + 106,32_{(Manhã)} - 4,115 \cdot Temperatura + 14,611_{(Hybro)} - \\ - 3,5392 \cdot Amônia - 3,910 \cdot Temperatura_{(Manhã)} + \varepsilon$$

$$Bebedouro = -93,26 - 6,267_{(Manhã)} + 6,4080 \cdot Temperatura + 154,05_{(Cobb)} - \\ - 197,92_{(Hybro)} - 4,904 \cdot Temperatura_{(Cobb)} + 6,541 \cdot Temperatura_{(Hybro)} + \varepsilon$$

8. Referências Bibliográficas

AERTS, J.M., WATHES, C.M., BERCKMANS, D. *Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system*. Biosystems Engineering, v. 84, n.3, 2003. pp. 257-266.

AL-HOMIDAN, A., ROBERTSON, J.F., PETCHEY, A.M. *Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance*. World Poultry Science Journal, v.59, 2003. pp. 340-349.

AMENDOLA, M., CASTANHO, M.J., NÄÄS, I.A., SOUZA, A.L. *Análise matemática de condições de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos fuzzy*. Biomatemática, v. 14, 2004. pp. 87-92.

AMENDOLA, M., SOUZA, A.L. *manual do uso da teoria dos conjuntos fuzzy no MATLAB 6.1*. Faculdade de Engenharia Agrícola-Unicamp, Campinas, 2004. 30p.

ARNOULD C., FAURE J.M. *Use of pen space and activity of broiler chickens reared at two different densities*. Applied Animal Behaviour Science, v.87, n. 1-2, 2004. pp. 155-170.

BAIÃO, L.E.C., COSTA, E.S., SILVA, P.L. *Efeito do horário de postura sobre o período de nascimento de pintos de corte*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Santos, s. 7, 2005. p. 6.

- BARBOSA, N.A.A., FREITAS, E.R., SAKOMURA, N.K., WADA, M.T. *Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade interna de ovos de poedeiras comerciais*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Campinas, 2004. p. 60.
- BIZERAY, D., ESTEVEZ I., LETERRIERA, C., FAURE, J.M. *Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens*. Applied Animal Behaviour Science, v. 79, n. 1, 2002. pp. 27-41.
- BRACKE, M.B.M., HULSEGG, B., KEELING, L., BLOKHUIS, H.J. *Decision support system with semantic model to assess the risk of tail biting in pigs. 1. Modeling*. v. 87, 2004. pp.31-44.
- BROWN-BRANDL, T.M., JONES, D.D., WOLDT, W.E. *Evaluating modeling techniques for cattle heat stress prediction*. Biosystems Engineering, v. 91, n. 4, 2005. pp. 513-524.
- BRUGGEMAN, *et al.*, 1998, SAVORY & LARIVIERE, 2000). (BRUGGEMAN, V., HONDT, E. D., BERGHMAN, L., ONAGBESAN, O., VANMONTFORT, D., VANDESANDE, F., DECUYPERE, E. *The effect of food intake from 2 to 24 weeks of age on LHRH-I content in the median eminence and gonadotrophin levels in pituitary and plasma in female broiler breeder chickens*. General and Comparative Endocrinology, v. 112, 1998. pp. 200-209.
- BUCKTON, G., YONEMOCHI, E., HAMMOND, J., MOFFAT, A. *The use of near infra-red spectroscopy to detect changes in the form of amorphous and crystalline lactose*. International Journal of Pharmaceutics, v. 168, pp. 231–241, 1998.
- CAMPOS, E.J. *O comportamento das aves*. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 2, n. 2, 2000. pp. 93-113.
- CANDIDO, A.A.D.R. *Desenvolvimento de um sistema alternativo aplicado a aves poedeiras*, relatório FAPESP, proc. 96/0104-3, 24p., 1998
- CARVALHO, F.B., STRINGHINI, J.H., JARDIM FILHO, R.M., CAFÉ, M.B., BRITO, A.B., MATOS, M.S. *Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Santos, s. 6, 2004. p. 167.
- CHENG, H., MUIR, W.M. *The effects of genetic selection for survivability and productivity on chicken physiological homeostasis*. World's Poultry Science Journal, v.61, 2005. pp. 383-398.
- COSTA, C.A. Pontos Críticos do manejo de matrizes. In: *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola: Manejo de Matrizes, 1994*, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p.1-10.
- COSTA, M.J.R.P. *Princípios de etologia aplicados ao bem-estar das aves*. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2003. Anais... Campinas, 2003. pp. 169-177.
- CRUVINEL, P.E. & MINATEL, E.R. *Image Processing in automated pattern classification of oranges*. Proceedings of World Congress of Computers in agriculture and Natural Resources, pp. 56-61, 2001.

- CURTO, F. P. F. *Desenvolvimento de um sistema de identificação eletrônica para auxílio no gerenciamento de informações na área de produção animal* – Programa de Pós-Graduação, Dissertação de Mestrado, Instituto de Informática PUC Campinas, 1998.
- CURTO, F. P. F. *Estudo do comportamento de matrizes pesadas (frango de corte), em diferentes ambientes utilizando identificação eletrônica e rádio-frequência* – Programa de Pós-Graduação, Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2002.
- CURTO, F. P. F., MAROCCO R., BEHRENS F. H. *Sistemas de Identificação Eletrônica*, Revista do Instituto de Informática da PUCCAMP, n.1, v. 5, 1997.
- DAWKINS, M.S. *Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare*. Zoology, v. 106, 2003. pp. 383-387.
- DEATON, J.W., REECE, F.N., McNAUGHTON, N. *The effect of temperature during the growing period on broiler performance*. Poultry Science, v. 57, 1997. pp. 1070 – 1074.
- DONÁT, P. *Measuring Behavior: The Tools and the Strategies*, Neuroscience & Biobehavioral Reviews, v. 15, pp. 447-454, 1991.
- DUNCAN, I.J.H., MENCH, J.A. *Behaviour as an indicator of welfare in various systems*. Basic Biology and Welfare. Alternative Housing Systems, v. 7, 1993. pp. 69-76.
- DUSENBERY, D. B. *Using a Microcomputer and Video Camera to Simultaneously Track 25 Animals*, Comput. Biol. Med. Vet., v. 15, n. 4, pp. 169-175, 1985.
- EATH, R.B.D., KEELING, L.J. *Social discrimination and aggression by laying hens in large groups: from peck orders to social tolerance*. Applied Animal Behaviour Science, v. 84, 2003. pp. 197-212.
- EICHER, B.H., WECHSLER, B. *Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging*. Animal Behaviour, v.54, 1997. pp. 757-768.
- ESMAY, M.L. *Principles of Animal Environment*, AVI Pub. Co.Inc. Westport, pp. 325, 1982.
- ESTEVEZ, I., NEWBERRY, R.C., KEELING, L.J. *Dynamics of aggression in the domestic fowl*. Applied Animal Behaviour Science, v. 76, 2002. pp. 307-325.
- ESTEVEZ, I.; KEELING, L.J., NEWBERRY, R.C. *Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl*. Applied Animal Behaviour Science, v. 84, 2003. pp. 213-218.
- FARIA, D.E., JUNQUEIRA, O.M., SOUZA, P.A., MAZALLI, M.R., SALVADOR, D. *Influência de diferentes níveis de vitaminas D e C e idade das galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos. 1-Verão*. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.1, n.3, 1999a. pp.193-201.
- FARIA, D.E., JUNQUEIRA, O.M., SOUZA, P.A., MAZALLI, M.R., SALVADOR, D. *Influência de diferentes níveis de vitaminas D e C e idade das galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos. 2-Primavera*. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.1, n.3, 1999a. pp.203-210.
- FARIA, D.E., JUNQUEIRA, O.M., SOUZA, P.A., TITTO, E.A.L. *Desempenho, temperatura corporal e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambiente*. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.3, n.1, 2001. pp. 49-56.

- FERREIRA, F.C., LARA, L.J.C., BAIÃO, N.C., CHIARELLI, I.M., LANA, A.M.Q., CORRÊA, G.S.S. *influência da idade de matriz sobre a qualidade do ovo*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Santos, s. 7, 2005. p. 16.
- FIALHO, F.B., LEDUR, M.C., AVILA, V.S. *Mathematical model to compare egg production curves*. Brazilian Journal of Poultry Science, v.3, n.3, Campinas, 2001. pp.211-217
- FREITAS, H.J., COTTA, J.T.B., OLIVEIRA, A.I.G., GEWTHOR, C.E. *Avaliação de programas de iluminação sobre desempenho zootécnico de poedeiras leves*. Cienc. Agrotec., Lavras-MG, v. 29, n. 2, 2005. pp. 424-428.
- FROST, A.R., PARSONS, D.J., STACEY, K.F., ROBERTSON, A.P., WELCH, S.K., FILMER, D., FOTHERGILL, A. *Progress towards the development of an integrated management system for broiler chicken production*. Computers and Eletronics in Agriculture, v. 39, 2003. pp.227-240.
- FROST, A.R., SCHOFIELD, C.P., BEAULAH, S.A., MOTTRAM, T.T., LINES, J.A., WATHES, C.M. *A review of livestock monitoring and the need for integrated systems*. Computer and Eletronics in Agriculture, v. 17, 1997. pp.139-159.
- GOLDTHORP, M.D. & LAMBERT, P. *Use of a portable infra-red analyzer for low-level hydrocarbon emissions*. Journal of Hazardous Materials, v. 83, pp. 135–152, 2001.
- GOMES, F.S., SANTOS, G.C.F., SILVA, P.L. *Efeito da linhagem e idade de reprodutoras pesadas na qualidade de pintos de uma dia*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Santos, s. 7, 2005. p. 19.
- HASHIMOTO, A., KONDOU, H., MOTONAGA, Y., KITAMURA, H., NAKANISHI, K., KAMEOKA, T. *Evaluation of tree vigor by digital camera based on fruit color and leaf shape*. Proceedings of World Congress of Computers in agriculture and Natural Resources, pp. 70-77, 2001.
- HENDRIE, C. A. & BENNETT, S. *A microcomputer technique for the detailed behavioural, and automatic statistical, analysis of animal behaviour*, Physiology & Behaviour. v. 32, pp. 865-869, 1984
- HINSHAW, E. R. et al. *Implantable electronic identification, and update of global field trials and its application in animal disease control and eradication programs*, Proceedings of Annual Meeting of the United States Animal Health Association, v.95, pp. 283-286, 1991.
- HUNTON, P. *Pesquisas sobre a estrutura e a qualidade da casca do ovo: um histórico*. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2002. Anais... Campinas, 2002. pp. 21-24.
- JONG, I. C., VOOERST, S. V., BLOKHUIS, H. J. *Parameters for qualification of hunger in broiler breeders*. Physiology & Behavior, v. 78, 2003. pp. 773-783.
- JUNQUEIRA, O.M., FONSECA, L.E.C., ARAÚJO, L.F., DUARTE, K.F., ARAÚJO, C.S. da S., RODRIGUES, E.Ap. *Feed restriction on performance and blood parameters of broiler fed diets with different sodium levels*. Brazilian Journal of Poultry Science, v.5, n.2, Campinas, 2003. pp. 105-109.

- KEBELER, T., SCHIEFER, G. *Computer Aided Environmental Control to Support Environmental-Management-Systems in Agricultural and Food-Industrial Production-Chains*, Department of Agricultural Economics, 1996.
- KEER-KEER, S. HUGHES, B.O., HOCKING, P.M., JONES, R.B. *Behavioural comparison of layer and broiler fowl: measuring fear responses*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 49, 1996. pp. 321-333.
- KETTLEWELL, P.J., MITCHELL, M.^a, MEEKS, I.R. *An implantable radio-telemetry system for remote monitoring of heart rate and deep body temperature in poultry*, *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 17, pp. 161-175, 1997.
- KORTHALS, R. L.; McDONALD, T. P.; EIGENBERG, R. A. *Experiences with Transponders for Monitoring Bioenergetic Responses*, ASAE Meeting Presentation. Paper number 923010. Charlotte, North Carolina. June 21-24, 1992.
- KOSA, J. *Management Means of Technological Processes for Dairy Cattle Farms*, State Science for Cattle Breeding Mechanisation, 1996.
- LASIEWISKI, R. C.; ACOSTA, A.; BERSTEIN, M. H. *Evaporative water loss in birds—I. Characteristics of the open flow method of determination, and their relation to estimates of thermoregulatory ability*. *Comparative Biochemical and Physiology*. v. 19, n.2, pp. 445-457, 1966.
- LUGUETTI, B.C., GONZALES, E., BRUNO, L.D.G., FURLAN, R.L., MACARI, M. *Egg traits and physiological neonatal chick parameters from broiler breeder at different ages*. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 6, n. 1, Campinas, 2004. pp.13-17.
- MARCHANT, J.A., ANDERSEN, H.J., ONYANGO, C.M. *Evaluation of an imaging sensor for detecting vegetation using different waveband combinations*, *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 32, pp. 101-117, 2001.
- MARDER, J., ARAD, Z. *Panting and acid-base regulation in heat stressed birds*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 94, n. A, 1989. pp. 395-400.
- MARÍA, G.A., ESCÓS, J., ALADOS, C.L. *Complexity of behavioural sequences and their relation to stress conditions in chickens (*Gallus gallus domesticus*): a non-invasive technique to evaluate animal welfare*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 86, 2004. pp. 93-104.
- MARTRENCAR, A., MORISSE, J. P., HUONNIC, D., COTTE, J. P. *Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits broiler*. *Veterinary Research*, v. 28, i. 5, 1997. pp. 473-480.
- McGARY, S., ESTEVEZ, I., RUSSEK-COHEN, E. *Reproductive and aggressive behaviour in male broiler breeders with varying fertility levels*. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 82, 2003. pp. 29-44.
- McKEEGAN, D. E. F.; SMITH, F. S.; DEMMERS, T. G. M.; WATHES, C. M.; JONES, R. B. *Behavioral correlates of olfactory and trigeminal gaseous stimulation in chickens, *Gallus domesticus**. *Physiology & Behavior*, Cincinnati, v.84, 2005. pp.761-768.
- MILLMAN, S.T. & DUNCAN, I.J.H. *Do female broiler breeder fowl display a preference for broiler breeder or laying strain males in a Y-maze test?*, *Applied Animal Behaviour Science*, v. 69, pp.275–290, 2000.

- MIRAGLIOTTA, M.Y. *Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas. 2000, 222p.
- MIRAGLIOTTA, M.Y., NÄÄS, I.A., OLIVEIRA, F.C., MELLO, A.X.P. *Relações entre umidade de cama e concentração de amônia e poeira suspensa no ar na produção de frangos de corte*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Santos, 2004. p. 168.
- MORAES, V.M.B., MALHEIROS, R.D., BRUGGEMAN, V., COLLIN, A., TONA, K., VAN AS, P., ONAGBESAN, O.M., BUYSE, J., DECUYPERE, E., MACARI, M. *Effect of thermal conditioning during embryonic development on aspects of physiological responses of broilers to heat stress*. Journal of Thermal Biology, v. 28, 2003. pp. 133-144.
- MOUNT, L.E. *Adaptation to Thermal Environment. Man and His Productive Animals*. London, Edward Arnold Publishers, 1979.
- MONTGOMERY, D.C., PECK, E.A., VINING, G.G. *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons, 3th Edition, New York, 2001. 641p.
- NÄÄS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: *Conferência Apinco, Ciência e Tecnologia Avícola, 1994, Campinas*. Anais...Campinas:1994. p 167.
- NÄÄS, I.A. *Pontos críticos no manejo que afetam o bem-estar animal: realidade brasileira*. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2005. Anais ... Santos, 2005. pp. 61-66.
- NAKAGE, E.S., TOLLON, P., QUEIROZ, S.A., BOLELI, I.C. *Produção, fertilidade e eclodibilidade dos ovos em função do peso dos mesmos, em perdiz (Rhynchotus rufescens)*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Campinas, 2001. p. 3.
- OLSSON, I.A., DUNCAN, I.J.H., KEELING, L.J., WIDOWSKI, T.M. *How important is social facilitation for dustbathing in laying hens*. Applied Animal Behaviour Science, v. 79, 2002. pp. 285-297.
- OLSSON, I.A., KEELING, L.J. *Why in earth? Dustbathing behaviour in jungle and domestic fowl reviewed from Tiberian and animal welfare perspective*. Applied Animal Behaviour Science, v. 93, n. 3 e 4, 2005. pp. 259-282
- OLSSON, I.A., KEELING, L.J., DUNCAN, I.J.H. *Why do hens sham dustbathe when they have litter?* Applied Animal Behaviour Science, v. 76, 2002a, pp. 53-64.
- PARISE, F.J.O., VETTORAZZI, C.A. *Análise de dados de produção de um pomar jovem de laranjeiras Hamlin: II. Classificação de dados espaço-temporal*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 27, n.1, 2005. pp. 48-51.
- PEDROSO, A.A., STRINGHINI, J.H., LEANDRO, N.S.M., ANDRADE, M.A., LIMA, F.G., BARBOSA, C.E. *Eclodibilidade, mortalidade embrionária e tempo de eclosão de pintos de corte oriundos de ovos de matrizes jovens de diferentes pesos*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Santos, s. 7, 2005. p. 7.

- PEREIRA, D.F. *Avaliação do comportamento individual de matrizes pesadas (frango de corte) em função do ambiente e identificação da temperatura crítica máxima*. Programa de Pós-Graduação (Dissertação), FEAGRI-UNICAMP, 2003. 174p.
- PETTIT-RILEY, R, ESTEVEZ, I, RUSSEK-COHEN, E. *Effects of crowding and access to perches on aggressive behaviour in broiler*. Applied Animal Behaviour Science, 79, 2002, pp. 11-25.
- PETTIT-RILEY, R, ESTEVEZ, I. *Effects of density on perching behaviour of broiler chickens*. Applied Animal Behaviour Science, 71, 2001, pp. 127-140.
- PRESTES, J.A. *Bem-estar animal: o que as empresas estão fazendo para atender as demandas internacionais*. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2005. Anais ... Santos, 2005. pp. 67-78.
- PUMA, M.C., XIN, H., GATES, R.S., BURNHM, D.J. *An instrumentation system for studying feeding and drinking behavior of individual poultry*, Applied Engineering in Agriculture, ASAE, v. 17(3), pp.365-374, 2001.
- REYNOLDS, D.R. & RILEY, J.R. *Remote-sensing, telemetric and computer-based technologies for investigating insect movement: a survey of existing and potential techniques*, Computers and Electronics in Agriculture, v. 35, pp. 271-307, 2002.
- RUTHERFORD, K.M.D., HASKELL, M.J., GLASBEY, C., JONES, R.B., LAWRENCE, A.B. *Detrended fluctuation analysis of behavioural responses to mild acute stressors in domestic hens*. Applied Animal Behaviour Science, v.83, 2003. pp. 125-139.
- RUTZ, F. *Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico as aves*, Conferência APINCO 1994, pp. 99-110, 1994.
- SAHIM, K., SAHIM, N., ONDERCI, M. *Vitamin E supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails*. Research Veterinary Science, v. 73, 2002. pp. 307-312.
- SALLE, C.T.P., GUAYBA, A.S., WALD, V.B., SILVA, A.B., SALLE, F.O., FALLAVENA, L.C.B. *Uso de redes neurais artificiais para estimar parâmetros de produção de galinhas reprodutoras pesadas de recria. Use of artificial neural networks to estimate production parameters of broiler breeders in the breeding phase*. Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia Avícola, Brazilian Journal of Poultry Science, v. 3, n. 3, 2001. pp. 257-264
- SAVORY, C. J., KOSTAL, L. *Application of a radiotelemetry system for chronic measurement of blood pressure, heart rate, EEG and activity in the chicken*. Physiology & Behavior, v. 61, n. 6, USA, 1997. pp. 963-969
- SAVORY, C.J. & LARIVIERE, J.M. *Effects of qualitative and quantitative food restriction treatments on feeding motivational state and general activity level of growing broiler breeders*, Applied Animal Behaviour Science, v. 69, pp. 135-147, 2000.
- SHINDER, D., LUGER, D., RUSAL, M., RZEPAKOVSKY, V., BRESLER, V., YAHAV, S. *Early age cold conditioning in broiler chickens (Gallus domesticus): thermotolerance and growth responses*. Journal of Thermal Biology, v. 27, 2002. pp. 517-523.

SILVA, P.L., HARDT, G.G., LOURENÇO, T.C., *Efeito do posicionamento dos ovos incubáveis de reprodutoras pesadas em diferentes idades sobre a eclodibilidade e mortalidade embrionária*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Santos, s. 5, 2003. p. 18.

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

SNOWDON, C.T. *O significado da pesquisa em comportamento animal*. Estudo de Psicologia, v.4, n.2, 1999. pp. 365-373.

SOTTNIK, J. *Climatical factors and their effect on production in animal housing*. An: ASAE Meeting Presentation, Paper number 024030, Chicago, Illinois, USA, 2002.

SPAHR, S. L. *Progress Toward a National System for Electronic Animal Identification*, Proceedings of 6th Annual Meeting of U.S. Animal Health Association, pp. 119-124, Luisville, KY, USA, 1992.

STACEY, K.F., PARSONS, D.J., FROST, A.R., FISCHER, C., FILMER, D., FOTHERGILL, A. *An automatic growth and nutrition control system for broiler production*. Biosystems Engineering, v. 89, n. 3, 2004. pp. 363-371.

TANOSAKI, M., HOSHI, Y., IGUCHI, Y., OIKAWA, Y., ODA, I., ODA, M. *Variation of temporal characteristics in human cerebral hemodynamic responses to electric median nerve stimulation: a near-infrared spectroscopic study* Neuroscience Letters, v. 316, pp. 75-78, 2001.

TINÔCO, I.F.F. *Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas*. In: SILVA, I.J.O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*, vol. 2, p.1-74, 2001.

VARGENS, J.M., VELLASCO, M.M.B.R., TANSCHKEIT, R. *Previsão de produção agrícola baseada em regras lingüísticas e lógica fuzzy*. Revista Controle & Automação, v. 14, n. 2, 2003. pp.114-120.

WADE, J. R., MAYHALL, J. A. *Straight Talk About Microchip Identification*, exclusive publication of AVID Identification Systems Inc., 1994.

WANG, S. D., JAN, D. F., YEH, L. T., WU, G. C., CHEN, L.R. *Effect of exposure to long photoperiod during the rearing period on the age at first egg and the subsequent reproductive performance in geese*. Animal Reproduction Science, v. 73, 2002. pp. 227-234.

WATHES, C. M.; JONES J. B.; KRISTENSEN H. H.; JONES E. K. M.; WEBSTER A. J. F. *Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia*. American Society of Agricultural Engineers, Saint Joseph, v. 45, n. 5, 2002. pp. 1605-1610.

WEBSTER, M.D., KING, J.R. *Temperature and humidity dynamics of cutaneous and respiratory evaporation in pigeons*. Journal Comp. Physiology, v. 87, 1987. pp. 157-253.

WEEKS, C.A., DANBURY, T.D., DAVIES, H.C., HUNT, P., KESTIN, S.C. *The behaviour of broiler chickens and modification by lameness*. Applied Animal Behaviour Science, v.67, 2000. pp.111-125.

WILSON, D.F., VINOGRADOV, S.A., DUGAN, B.W., BIRUSKI, D, WALDRON, L, EVANS, S.A. *Measurement of tumor oxygenation using new frequency domain phosphorimeters*, Comparative Biochemistry and Physiology, v. 132, pp. 153-159, 2002.

XIN, H., BERRY, I.L., TABLER, G.T., BARTON, T.L. *Temperature and humidity profiles of broiler houses with experimental conventional and tunnel ventilation*. Transactions of the ASAE, v. 10, n. 4, 1994. pp. 535-542.

YE, W. & XIN, H. *Thermographical quantification of physiological and behavioral responses of group-housed young pigs*, Transaction of the ASAE, v. 43(6), pp.1843-1851, 2000.

ZAMBALDE, A. L., JESUS, J.C.S., SEGRE, L.M. *Considerações Estratégicas sobre o Processo de Informatização das Empresas e Propriedades Rurais*, Revista Agrosoft, n. 0, pp. 1-7, 1996.

ZAVAREZE, K.C., SARTOFI, J.R., GARCIA, E.A., PEZZATO, A.C., GONÇALVEZ, J.C., CRUZ, V.C. *Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras submetidas a diferentes temperaturas, com e sem suplementação de glutamina na dieta*. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas, Santos, s. 7, 2005. p. 55.

ZHOU, W T, CHAIYABUTR, N, FUGITA, M, YAMAMOTO, S. *Distribution of body fluid and change of blood viscosity in broiler (Gallus domesticus) under high temperature exposure*. Journal of Thermal Biology, 24, 1999b, pp. 193-197.

ZHOU, W T, FUGITA, M, YAMAMOTO, S *Effects of ambient temperatures on blood viscosity and plasma protein concentration of broiler chickens (Gallus domesticus)* Journal of Thermal Biology, 24, 1999a, pp. 105-112.

9. Recomendação para Trabalhos Posteriores

A complexidade com que as variáveis comportamentais, ambientais e produtivas, observadas nesse trabalho, se correlacionam, permite que muitas outras análises estatísticas e matemáticas sejam realizadas com esses dados. A hipótese de que o comportamento seja afetado por ele mesmo no tempo, conduz as análises para modelos de séries temporais, citados por RUTHERFORD *et al.* (2003) e MARÍA *et al.* (2004), por exemplo.

Mesmo no âmbito das análises exploratórias e confirmatórias, pode-se explorar melhor os dados no sentido de entender como se comportam as variáveis respostas em função de cada nível dos fatores.

A partir dos modelos de regressão Dummy apresentados nesse trabalho, pode-se construir uma base de regras de associações de frequências e tempos de comportamentos em função do ambiente e produção, que venham a construir um modelo de simulação do bem estar complexo baseado em lógica *fuzzy*. Esses modelos têm se mostrado eficientes nas mais

diversas áreas, inclusive agropecuária (AMENDOLA *et al.*, 2004; BROWN-BRANDL *et al.*, 2005).

O provável problema da amostragem do tempo dos filmes é motivação para novos trabalhos, principalmente no desenvolvimento de tecnologias de análise de imagens que possibilitem a identificação, classificação e quantificação dos comportamentos em tempo real. Essa sistematização de registro e análise em tempo real possibilitará que sistemas de controle automático da produção, baseados em respostas comportamentais, sejam implantados a custos baixos de sensores (câmeras de vídeo). GRAVES (1982), DUNCAN & MENCH (1993) e CAMPOS (2000) consideram o comportamento como uma possibilidade do animal expressar sofrimento, frustração e dor, podendo ser projetado em níveis de bem-estar. A correta interpretação dessas respostas, aliado as tecnologias de precisão; constituirão o futuro do monitoramento de condições comerciais de produção. A identificação eletrônica se mostrou eficiente para alimentar com dados comportamentais esses sistemas, porém, o seu alto custo e as restrições impostas por alguns mercados quanto aos implantes de sensores em animais, inviabiliza a sua utilização em escala comercial.

Os dados registrados nesse trabalho permitem fazer análises das diferenças comportamentais entre os indivíduos, utilizando os dados obtidos pela tecnologia de identificação eletrônica, conforme já descrito por PEREIRA (2003).

A. Anexos

A1. Análises de Variâncias (ANOVA) dos fatores experimentais e suas interações sobre os comportamentos

A1.1. Frequências médias de ocorrências dos comportamentos

Tabela 14. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento **Limpar Penas**.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	1,089	1,089	7,960	0,007
TEMPERATURA (°C)	2	0,698	0,349	2,550	0,091
LINHAGEM	2	0,210	0,105	0,770	0,472
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,155	0,077	0,560	0,573
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,401	0,201	1,470	0,243
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	1,611	0,403	2,940	0,032
Error	40	5,476	0,137		
Total	53	9,639			

Tabela 15. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento **Espojar**.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,000	0,000	0,200	0,658
TEMPERATURA (°C)	2	0,001	0,000	0,230	0,799
LINHAGEM	2	0,013	0,007	3,110	0,055
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,007	0,004	1,730	0,191
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,007	0,003	1,640	0,207
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,014	0,004	1,710	0,166
Error	40	0,084	0,002		
Total	53	0,127			

Tabela 16. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento **Espreguiçar**.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,003	0,003	2,520	0,120
TEMPERATURA (°C)	2	0,003	0,002	1,330	0,275
LINHAGEM	2	0,004	0,002	1,580	0,218
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,003	0,002	1,330	0,275
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,001	0,001	0,430	0,651
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,008	0,002	1,570	0,202
Error	40	0,049	0,001		
Total	53	0,072			

Tabela 17. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Correr.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,000	0,000	0,000	1,000
TEMPERATURA (°C)	2	0,001	0,000	1,900	0,162
LINHAGEM	2	0,000	0,000	0,480	0,625
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,000	0,000	0,000	1,000
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,001	0,000	1,430	0,252
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,000	0,000	0,480	0,753
Error	40	0,010	0,000		
Total	53	0,012			

Tabela 18. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Deitar.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,336	0,336	8,880	0,005
TEMPERATURA (°C)	2	0,127	0,064	1,680	0,199
LINHAGEM	2	0,786	0,393	10,390	0,000
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,003	0,001	0,040	0,963
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,096	0,048	1,260	0,294
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	1,642	0,410	10,840	0,000
Error	40	1,514	0,038		
Total	53	4,504			

Tabela 19. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Ciscar.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,000	0,000	0,000	1,000
TEMPERATURA (°C)	2	0,023	0,012	4,360	0,019
LINHAGEM	2	0,016	0,008	3,050	0,059
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,001	0,000	0,170	0,844
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,003	0,001	0,540	0,589
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,013	0,003	1,220	0,319
Error	40	0,106	0,003		
Total	53	0,162			

Tabela 20. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Abrir Asas.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,001	0,001	0,140	0,709
TEMPERATURA (°C)	2	0,040	0,020	1,970	0,153
LINHAGEM	2	0,079	0,039	3,840	0,030
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,022	0,011	1,070	0,353
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,055	0,028	2,690	0,080
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,097	0,024	2,370	0,069
Error	40	0,410	0,010		
Total	53	0,705			

Tabela 21. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Arrepiar Penas.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,005	0,005	0,690	0,411
TEMPERATURA (°C)	2	0,144	0,072	10,330	0,000
LINHAGEM	2	0,049	0,025	3,540	0,038
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,010	0,005	0,690	0,508
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,003	0,002	0,230	0,796
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	0,066	0,016	2,360	0,070
Error	40	0,280	0,007		
Total	53	0,557			

Tabela 22. Análise de Variância para a frequência de ocorrências do comportamento Beber Água

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	0,006	0,006	0,070	0,798
TEMPERATURA (°C)	2	0,951	0,475	4,900	0,012
LINHAGEM	2	1,918	0,959	9,890	0,000
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	1,180	0,590	6,080	0,005
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,012	0,006	0,060	0,939
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	1,233	0,308	3,180	0,023
Error	40	3,877	0,097		
Total	53	9,177			

Tabela 23. Análise de Variância para a frequência do comportamento de ida ao Bebedouro.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	73,313	73,313	9,370	0,004
TEMPERATURA (°C)	2	80,723	40,362	5,160	0,010
LINHAGEM	2	209,602	104,801	13,390	0,000
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	27,558	13,779	1,760	0,185
PERÍODO*LINHAGEM	2	5,209	2,605	0,330	0,719
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	49,034	12,258	1,570	0,202
Error	40	313,118	7,828		
Total	53	758,557			

Tabela 24. Análise de Variância para a frequência do comportamento de ida ao Ninho.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	2,257	2,257	23,750	0,000
TEMPERATURA (°C)	2	1,596	0,798	8,400	0,001
LINHAGEM	2	5,696	2,848	29,970	0,000
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	0,448	0,224	2,360	0,107
PERÍODO*LINHAGEM	2	0,143	0,072	0,750	0,477
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	2,742	0,685	7,210	0,000
Error	40	3,801	0,095		
Total	53	16,684			

A1.2. Médias de tempos de duração dos comportamentos

Tabela 25. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Limpar Penas.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	5717	3936	2,780	0,104
TEMPERATURA (°C)	2	8902	4679	3,300	0,048
LINHAGEM	2	9346	4687	3,310	0,048
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	6860	3549	2,510	0,095
PERÍODO*LINHAGEM	2	250	133	0,090	0,911
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	2787	697	0,490	0,742
Error	37	52404	1416		
Total	50	86265			

Tabela 26. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Espojar.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	17957	18225	1,740	0,196
TEMPERATURA (°C)	2	24476	7814	0,740	0,482
LINHAGEM	2	66505	34787	3,310	0,047
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	13893	6652	0,630	0,536
PERÍODO*LINHAGEM	2	42013	20267	1,930	0,159
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	47140	11785	1,120	0,361
Error	37	388405	10497		
Total	50	600389			

Tabela 27. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Deitar.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	56359	28789	1,930	0,173
TEMPERATURA (°C)	2	201121	88029	5,910	0,006
LINHAGEM	2	9980	11176	0,750	0,479
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	241552	134739	9,050	0,001
PERÍODO*LINHAGEM	2	52767	28496	1,910	0,162
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	25141	6285	0,420	0,792
Error	37	550984	14891		
Total	50	1137903			

Tabela 28. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Ciscar.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	276	246	0,180	0,672
TEMPERATURA (°C)	2	6590	3469	2,570	0,090
LINHAGEM	2	7117	3625	2,680	0,082
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	594	256	0,190	0,828
PERÍODO*LINHAGEM	2	1589	699	0,520	0,600
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	3909	977	0,720	0,581
Error	37	49960	1350		
Total	50	70035			

Tabela 29. Análise de Variância para as médias de tempos de duração do comportamento Beber Água.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	3553	3355	2,370	0,132
TEMPERATURA (°C)	2	7250	2987	2,110	0,135
LINHAGEM	2	2379	830	0,590	0,561
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	4164	2134	1,510	0,234
PERÍODO*LINHAGEM	2	2343	1076	0,760	0,474
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	7869	1967	1,390	0,256
Error	37	52339	1415		
Total	50	79897			

Tabela 30. Análise de Variância para as médias de tempos de permanência no Bebedouro.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	2055,2	2095,8	5,770	0,021
TEMPERATURA (°C)	2	19080	7318,1	20,150	0,000
LINHAGEM	2	913,3	762,1	2,100	0,137
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	364,9	144,5	0,400	0,675
PERÍODO*LINHAGEM	2	116,2	19	0,050	0,949
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	8007	2001,7	5,510	0,001
Error	37	13438,5	363,2		
Total	50	43975			

Tabela 31. Análise de Variância para as médias de tempos de permanência no Ninho.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
PERÍODO	1	116242	118641	18,270	0,000
TEMPERATURA (°C)	2	12728	5478	0,840	0,438
LINHAGEM	2	9453	3622	0,560	0,577
PERÍODO*TEMPERATURA (°C)	2	30151	9827	1,510	0,233
PERÍODO*LINHAGEM	2	44511	22468	3,460	0,042
TEMPERATURA (°C)*LINHAGEM	4	36870	9217	1,420	0,247
Error	37	240229	6493		
Total	50	490184			

A2. Especificação dos equipamentos utilizados

a) Computadores padrão PC

- 01 processador Pentium IV 2,4 GHz;
- 01 pente de memória RAM de 512 Mb;
- 01 HD de 80 Gb;
- 01 Placa de vídeo de 64 Mb.

b) Servidor

- 02 processador Xeon 3,0 GHz;
- 02 pentes de memória RAM de 512 Mb;
- 05 HD de 60 Gb Scusi;
- 01 placa de vídeo de 64 Mb.

c) Antenas de Identificação Eletrônica

- Fabricante: Trovan[®];
- Modelo: ANT 612 Panel Antena e decodificador LID650;
- Dimensões: 405x405x35 mm.

d) Transponders

- Fabricante: Trovan[®];
- Modelo: Id100 *Implantable Transponder*;
- Dimensões: 2,12x11,5 mm.

e) Bomba de medição da concentração de Amônia

- Fabricante: Dräger Röhrchen[®];
- Modelo: 31
- Capacidade: 100 ml de ar.

f) Tubetes para medição da concentração de Amônia

- Fabricante: Dräger Röhrchen[®];
- Escala: 5 a 100 ppm.

g) Termohigrometros

- Fabricante: Hobo[®];
- Modelo: Hobo[®] H8 Pro Series
- Faixas de operação: Temperatura: -30°C-50°C; e Umidade Relativa: 0%-100%.

h) Incubadora

- Fabricante: Zagas[®];
- Modelo: automática;
- Capacidade: 270 ovos.
- Dimensões: 990x840x430 mm

i) Nascedouro

- Fabricante: Zagas[®];
- Modelo: semi-automática;
- Capacidade: 120 ovos.
- Dimensões: 830x520x330 mm

j) Balança Digital

- Fabricante: Toledo[®];
- Modelo: 9094I;
- Capacidade máxima: 15 kg;
- Carga mínima: 125 g;
- Precisão: 5 g.

k) Balança Analítica de Precisão

- Fabricante: ADAM Equipment Laboratory Balances[®];
- Modelo: AAA250L;
- Capacidade máxima: 250 g;
- Carga mínima: 5 mg;
- Precisão: 0,1 mg.

l) Câmeras de vídeo colorida

- Fabricante: Mythos[®];
- Dimensões: 36x36 mm;
- Resolução: 420 linhas com lente convergente de 3,6 mm;
- Sensibilidade mínima: 1 lux;
- Tensão: 12 V.

m) Câmeras de vídeo preto e branco

- Fabricante: Mythos[®];
- Dimensões: 36x36 mm;
- Resolução: 420 linhas com lente convergente de 3,6 mm;
- Sensibilidade mínima: 0,1 lux;
- Tensão: 12 V.