

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na
condição de espera pré-abate de frangos de corte**

Frederico Márcio Corrêa Vieira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Física
do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2008

Frederico Márcio Corrêa Vieira
Zootecnista

Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera
pré-abate de frangos de corte

Orientador:

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

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Física
do Ambiente Agrícola

Piracicaba

2008

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

Vieira, Frederico Márcio Corrêa

Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte / Frederico Márcio Corrêa Vieira. - - Piracicaba, 2008.
176 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Abate 2. Bioclimatologia animal 3. Frangos de corte 4. Mortalidade animal I. Título

CDD 636.513
V658a

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

Dedicatória

Aos meus queridos irmãos

Afrânio Márcio Corrêa Vieira,

pela co-orientação em minha vida, pelo companherismo absoluto e preocupação por todos os meus passos;

Alfredo Márcio Corrêa Vieira,

pelas tuas preces e por estar tão perto de mim, através de teus ensinamentos de simplicidade e de amor pela vida.

À minha cunhada

Maria Goretti de Almeida Vieira,

pelo carinho e amor fraterno em todo o meu percurso.

OFEREÇO

Aos meus amados pais

José Afrânio Reis Vieira

e

Darcí Corrêa Vieira (*In Memoriam*),

pelos valores e exemplos registrados em minha alma, por serem artífices da minha jornada.

Esta vitória, este sonho, é pouco para tanto amor.

DEDICO

à vocês,

a minha vida . . .

AGRADECIMENTOS

À Deus e à Espiritualidade Maior, pela oportunidade de viver, pelo amor e proteção silenciosa durante toda a minha jornada.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, pela oportunidade de realização dos estudos e apoio concedido nesta fase.

Ao Professor e Amigo Dr. Iran José Oliveira da Silva, pela orientação, incentivo, amizade e ensinamentos durante todo o percurso, e pelos conselhos que jamais serão esquecidos.

Às Secretárias do Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola e Estatística e Experimentação Agronômica, Ângela e Solange, pela ajuda, apoio e colaboração na realização do meu curso.

Aos Professores Dr. Jarbas H. Miranda, Dr. Nilson A. Villa Nova, Dr. Antônio Roberto Pereira e Dr. Sérgio O. Moraes, pelos ensinamentos e bons exemplos ministrados com mestria ao longo deste tempo.

À Profa. Dra. Késia O. da Silva, pela amizade e convivência no dia-a-dia, bem como os conselhos importantes para a minha formação.

Ao Prof. Dr. Afrânio Márcio Corrêa Vieira, pelo entusiasmo à Estatística, auxílio nas análises dos dados e pelo esforço incansável em todas as etapas da pesquisa.

Ao Sr. Henrique Hildebrand, Lúcio e Lazinho, pela ajuda valiosa e contribuição determinante neste trabalho.

À minha equipe de trabalho e amigos José Antonio, Danilo, Aaron, Valéria, Leonardo e Marco Aurélio, pela importante ajuda, amizade incondicional e boa-vontade em todas as etapas do nosso trabalho.

Aos amigos e colegas Bete, Natália, Fabiana, Maristela e Caio, pela amizade diária, incentivo e auxílio durante a jornada, em especial à amiga Gisele, pela força incondicional nas etapas finais da elaboração deste trabalho.

À equipe e estagiários do Núcleo de Pesquisa em Ambiente, pelo apoio e companherismo.

Aos amigos Prof. Bonifácio, Claiton Zotti e Sheila Nascimento, pela revisão do trabalho e contribuições valiosas para a pesquisa.

À funcionária Maria da Glória Eloi da Silva, da Biblioteca da Genética ESALQ/USP, pela atenção e ajuda na formatação deste trabalho.

Aos amigos da vida Alexandre E. Santo, Igor Ferrante, Jorge Tanabe, João Paulo Marinho, Danilo Garcia, Danilo Beethoven, Emílio, Clóvis, Ester, Jorge, Robinho e Igor JK, pela amizade verdadeira, boas conversas e alegria durante o percurso, além do incentivo e força para continuar nesta estrada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo.

Agradecimentos Especiais

Ao grande amigo José Antonio Delfino Barbosa Filho, pelo valioso exemplo de disciplina, organização e perseverança, muito obrigado pela amizade dedicada e sempre presente neste percurso.

À querida amiga Valéria C. Rodrigues, pelas conversas e lições de vida, pela força nas fases mais difíceis da minha caminhada. Você sempre me fez lembrar para qual lado seguir, bem como o motivo pelo qual me encontro aqui hoje.

Ao eterno amigo Ademar Moretti, pelas longas e valiosas conversas, pelo seu exemplo de vida que me animou a escolher e trilhar sempre os melhores caminhos.

À minha amada Carolina Grando, pelo amor incondicional nesta jornada, pela compreensão e paciência nos momentos difíceis, assim como a alegria e o carinho especial que se transformaram em coragem para seguir em frente. Meu sentimento por tí resume todas as palavras ...

À querida Patrícia S. Grando, pelo exemplo de ser humano e pelos incentivos de mãe que muito me acolheram nos momentos de maior necessidade.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	18
1 INTRODUÇÃO	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 O panorama atual da avicultura	24
2.2 Variáveis bioclimáticas	25
2.2.1 Temperatura	25
2.2.2 Umidade relativa	27
2.2.3 Velocidade do vento	28
2.3 Variáveis fisiológicas	29
2.3.1 Temperatura retal	30
2.4 Bem-estar animal	30
2.4.1 Bem-estar animal nas operações pré-abate	32
2.5 Os pontos críticos das operações pré-abate	34
2.6 As perdas pré-abate	35
2.6.1 Pega ou apanha	36
2.6.2 Carregamento	37
2.6.3 Transporte	38
2.6.4 Espera pré-abate	39
2.7 Tempo de espera pré-abate	41
2.8 Sistemas inteligentes	43
2.8.1 Redes Neurais Artificiais	43
2.8.2 Uso das Redes Neurais nos sistemas de produção animal	46
3 AVALIAÇÃO HISTÓRICA DAS PERDAS PRODUTIVAS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E DAS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS ÀS OPERAÇÕES PRÉ-ABATE	49
Resumo	49

Abstract	50
3.1 Introdução	51
3.2 Material e métodos	54
3.2.1 Descrição geral	54
3.2.2 Avaliação climática e produtiva	54
3.2.2.1 Avaliação climática	54
3.2.2.2 Avaliação produtiva	55
3.2.3 Fontes de variação relacionadas às operações pré-abate	55
3.2.4 Delineamento experimental e análise estatística dos dados	56
3.2.4.1 Delineamento experimental	56
3.2.4.2 Análise dos dados	57
3.3 Resultados e discussão	58
3.3.1 Análise exploratória dos dados	58
3.3.1.1 Variáveis climáticas da região	58
3.3.1.2 Turnos do dia	61
3.3.1.3 População de aves estudada	64
3.3.1.4 Tempo de espera	65
3.3.2 Modelo Linear Generalizado Duplo para o número de aves mortas	65
3.3.3 Análise das interações	68
3.3.3.1 Efeito da densidade de aves por caixa, temperatura e turno na mortalidade	68
3.3.3.1.1 Turno da noite	68
3.3.3.1.2 Turno da tarde	70
3.3.3.1.3 Turno da manhã	72
3.3.3.2 Efeito dos fatores pré-abate e do tempo de espera na mortalidade	73
3.3.3.2.1 Estações verão e primavera vs. tempo de espera	73
3.3.3.2.2 Estações outono e inverno vs. tempo de espera	76
3.3.3.2.3 Turnos do dia vs. tempo de espera	78
3.3.3.2.4 Variação da temperatura externa	81
3.3.3.2.5 Densidade de aves por caixa	83
3.4 Conclusões	86

4 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ESPERA NOS PARÂMETROS FISIOLÓGICO E PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE, SUBMETIDOS À ESPERA CLIMATI- ZADA	88
Resumo	88
Abstract	89
4.1 Introdução	90
4.2 Material e métodos	94
4.2.1 Descrição geral	94
4.2.2 Tipologia do galpão de espera	94
4.2.3 Avaliação climática e produtiva	96
4.2.3.1 Avaliação climática	96
4.2.3.2 Avaliação produtiva - quantificação das perdas	97
4.2.4 Parâmetros relacionados ao transporte e à espera pré-abate	97
4.2.5 Variável fisiológica	98
4.2.6 Delineamento experimental e análise estatística dos dados	100
4.2.6.1 Delineamento experimental	100
4.2.6.2 Análise dos dados	100
4.3 Resultados e discussão	102
4.3.1 Análise exploratória e estatística dos dados	102
4.3.1.1 Modelo Linear Generalizado Duplo para o número de aves mortas.	102
4.3.1.2 População de aves estudada	103
4.3.1.3 Variáveis climáticas - ambiente externo	103
4.3.1.4 Variáveis climáticas - ambiente interno	107
4.3.2 Análise das interações - número de aves mortas como variável resposta	110
4.3.2.1 Efeito da temperatura e da umidade relativa internas na mortalidade	110
4.3.2.2 Distância granja-abatedouro	112
4.3.2.3 Efeito da distância e tempo de espera na mortalidade	113
4.3.3 Análise das interações - diferença da temperatura retal como variável resposta	117
4.3.3.1 Tempo de espera	117
4.3.3.2 Efeito da distância e do tempo de espera na temperatura retal	119

4.3.3.3 Efeito da temperatura interna e do tempo de espera na temperatura retal	122
4.4 Conclusões	127
5 USO DAS REDES NEURAI ARTIFICIAIS PARA O RECONHECIMENTO DE PADRÕES RELACIONADOS ÀS OPERAÇÕES PRÉ-ABATE E PREDIÇÃO DA MORTALIDADE DE FRANGOS DE CORTE	128
Resumo	128
Abstract	129
5.1 Introdução	130
5.2 Material e métodos	134
5.2.1 Descrição geral	134
5.2.2 Modelo da Rede Neural Artificial	134
5.2.3 Simulação da mortalidade pré-abate	138
5.3 Resultados e discussão	139
5.3.1 Análise da performance preditiva da rede	139
5.3.2 Simulação de perdas pré-abate	145
5.4 Conclusões	150
6 CONCLUSÕES FINAIS	151
REFERÊNCIAS	153
ANEXOS	165

RESUMO

Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte

A Avicultura Brasileira se depara atualmente com o desafio da redução de perdas. Todavia, a desinformação sobre os pontos críticos limita tal avanço, principalmente nas operações pré-abate. Portanto, estudos devem ser realizados diagnosticando cenários e identificando os pontos críticos em que se encontram as maiores perdas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a climatização em galpão de espera no abatedouro e suas interações com o tempo de espera, visando caracterizar a influência das variáveis ambientais no conforto térmico, bem-estar e nas perdas produtivas da Avicultura de Corte. O estudo foi desenvolvido em um abatedouro comercial de frangos de corte, situado no Estado de São Paulo. Para o entendimento global do problema, a pesquisa foi dividida em 3 partes, sendo a primeira etapa a avaliação histórica das perdas produtivas em função das variáveis climáticas e das características relacionadas às operações pré-abate, contendo dados históricos de 13.937 caminhões analisados quanto aos fatores climáticos e variáveis relacionadas às etapas pré-abate, tais como a temperatura e umidade, densidade de aves por caixa, turno diário e estações do ano, e o tempo de espera. Na segunda etapa, foi avaliado o efeito da climatização e do tempo de espera no conforto térmico das aves em ambiente de espera pré-abate, através da coleta de dados de 218 caminhões no galpão de espera, sendo que fatores como a distância granja-abatedouro e fatores bioclimáticos do galpão foram analisados juntamente com as variáveis registradas anteriormente, verificando-se os efeitos na mortalidade e na alteração da temperatura retal das aves. Nestas duas etapas, a análise estatística foi realizada por meio dos Modelos Lineares Generalizados Duplos (MLGD). Na terceira etapa, visando a complementação das informações das etapas anteriores, foi realizado o reconhecimento de padrões relacionados às operações pré-abate e predição das perdas por mortalidade através do uso de Redes Neurais Artificiais (RNA). Mais de 3.000 dados do conjunto total foram utilizados para o aprendizado das redes e simulação de três cenários relacionados aos fatores de maior influência nas perdas pré-abate. Como resultados, verificou-se que as maiores perdas ocorreram durante o turno da tarde, na estação verão, com densidades de aves por caixa acima de 8, temperaturas e umidades relativas elevadas interna e externamente ao galpão e para distâncias longas. No geral, o aumento do tempo de espera resulta em diminuição na temperatura retal das aves e na mortalidade, quando a temperatura externa se encontra elevada, quando a densidade de aves por caixa é maior do que 7 aves e para distâncias curtas. Quanto à eficiência da climatização no galpão de espera, esta foi alcançada quando a temperatura e umidade relativa externas estiveram acima da faixa de alerta e quando as variáveis climáticas internas ao galpão estiveram na faixa de conforto. Com relação às redes neurais, estas apresentaram grande poder de generalização, predizendo satisfatoriamente a mortalidade de metade dos cenários, evidenciando seu potencial de uso para a predição da mortalidade de frangos de corte, submetidos às operações pré-abate.

Palavras-chave: Tempo de Espera; Frangos de Corte; Mortalidade; Redes Neurais Artificiais; Bem-Estar; Operações Pré-Abate; Logística Avícola

ABSTRACT

Evaluation of losses and bioclimatic factors present on poultry preslaughter lairage condition

Nowadays, Brazilian poultry industry has a challenge of reducing losses. However, the disinformation about the critical points limits this advance, mainly on preslaughter operations. Therefore, studies must be carried through diagnosing scenes and identifying the critical points, which is found the biggest losses. Therefore, the objective of this work was to evaluate the climatization in lairage on slaughterhouse and its interactions with the lairage time, aiming to characterize the influence of environmental variables on thermal comfort, welfare and on the productive losses of broilers chickens. The study was developed in a commercial poultry abattoir, situated in the State of São Paulo, Brazil. To the entire agreement of the problem, the research was divided in 3 parts, which the first stage was the historical evaluation of productive losses in function of the climatic variables and characteristics related to preslaughter operations, where historical data set of 13,937 trucks were analyzed about climatic factors and variables related to preslaughter stages, such as temperature and humidity, density of birds per cage, turn of the day and seasons of the year, as well as the lairage time. On the second stage, the effect of climatization and lairage time were evaluated on bird's thermal comfort in preslaughter lairage ambient, through the data collection of 218 trucks in the lairage module, where factors as the distance farm-abattoir and bioclimatic factors of the module were analyzed jointly with the variables registered previously, verifying the effect on mortality and on bird's rectal temperature alteration. On these two stages, the statistical analysis were carried out by the Double Generalized Linear Models. On the third stage, aiming at the complementation of previous stages informations, was done the recognition of standards related to preslaughter operations and to predict the losses by mortality through the use of Artificial Neural Network. More than 3,000 data of total set were used on the learning of neural nets models and on simulation of three scenes related to factors of mayor influence on preslaughter losses. As results, was verified that the biggest losses occurred during the afternoon, on summer, with densities of birds per cage above 8, high internal and external temperatures and relative humidity and to long distances. On generality, the increase of the lairage time results on reduction in the bird's rectal temperature and in mortality when external temperature is high, when density of birds per cage was major than 7 birds and to short distances. About the efficiency of climatization in the lairage shed, that was reached when external temperature and relative humidity were above the alert band and when internal climatic variables to the shed were in the comfort band. Related to neural network, these presented a great generalization power to the presented conditions, predicting satisfactorily the mortality of half of scenes, evidencing its use potential to the prediction of broiler chicken's mortality, submitted to preslaughter operations.

Keywords: Lairage time; Poultry; DOA; Artificial Neural Network; Animal welfare; Preslaughter operations; Poultry logistics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mesoestrutura simplificada de uma Rede Neural <i>Feedforward</i>	44
Figura 2 - Modelo esquemático de um neurônio	45
Figura 3 - Fluxograma das variáveis respostas envolvidas nas operações pré-abate	55
Figura 4 - Perfil da temperatura externa em relação às estações do ano em 2006, sendo a linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001)	58
Figura 5 - Perfil da umidade relativa em relação às estações do ano em 2006, sendo a linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)	59
Figura 6 - Perfil da entalpia externa em relação às estações do ano em 2006 e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9	60
Figura 7 - Perfil da temperatura externa em relação aos turnos diários em 2006, sendo a linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001)	61
Figura 8 - Perfil da umidade relativa em relação aos turnos diários em 2006, sendo a linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)	62
Figura 9 - Perfil da entalpia externa em relação aos turnos diários em 2006 e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9	63
Figura 10 - Porcentagem de mortalidade em diferentes tempos de espera no abatedouro, ao longo do ano: Verão (a), Outono (b), Inverno (c) e Primavera (d)	64
Figura 11 - Valores médios da interação entre o número de aves por caixa e os diferentes turnos, em relação ao número de aves mortas	69

Figura 12 - Modelo de interação entre os turnos do dia e as faixas de temperatura, em relação ao número de aves mortas, sendo as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C, segundo Barbosa Filho et al. (2007)	71
Figura 13 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as estações do ano, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas	74
Figura 14 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e os turnos do dia, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: maior que 3 horas	79
Figura 15 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as faixas de temperatura, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: abaixo de 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas, e as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C	81
Figura 16 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as densidades de aves por caixa, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: abaixo de 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas	84
Figura 17 - Fluxograma das variáveis respostas envolvidas na operação de espera pré-abate	94
Figura 18 - Galpão de espera do abatedouro comercial de frangos de corte	95
Figura 19 - Vista frontal da sala de espera com os caminhões estacionados	96
Figura 20 - Datalogger para registro de temperatura e umidade relativa	97
Figura 21 - Medição da temperatura retal em uma ave	99
Figura 22 - Medição da temperatura retal no caminhão de transporte, antes do galpão de espera	100
Figura 23 - Perfil da temperatura externa em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001), e linha laranja: limite superior de conforto, proposto por Silva (2000)	104

- Figura 24 - Perfil da umidade relativa externa em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001) 105
- Figura 25 - Perfil da entalpia externa em relação aos turnos diários durante o período experimental e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9 106
- Figura 26 - Perfil da temperatura no galpão de espera em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001), linha laranja: limite superior de conforto, proposto por Silva (2000) 107
- Figura 27 - Perfil da umidade relativa no galpão de espera em relação aos turnos diários, durante o período experimental, linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001) 108
- Figura 28 - Perfil da entalpia no galpão de espera em relação aos turnos diários durante o período experimental e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9 109
- Figura 29 - Valores médios da interação entre o número de aves por caixa e a temperatura externa, em relação ao número de aves mortas, sendo as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C, e as faixas de umidade: Conforto: abaixo de 70%; Alerta: 71 - 79%; Crítica: 80 - 90%; Letal: acima de 91% 110
- Figura 30 - Porcentagem de aves mortas e sua relação com a distância e o tempo de espera, faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km 113

- Figura 31 - Valores médios da interação entre a distância granja-abatedouro e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação ao número de aves mortas, sendo intervalos de tempo de espera: Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km 114
- Figura 32 - Variação do tempo de espera dentro de cada turno diário, e sua influência na diferença da temperatura retal 117
- Figura 33 - Diferença da temperatura retal das aves e sua relação com a distância e o tempo de espera, sendo faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km 120
- Figura 34 - Valores médios da interação entre a distância granja-abatedouro e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação à diferença da temperatura retal. Intervalos de tempo de espera, sendo Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km 121
- Figura 35 - Valores médios da interação entre a temperatura do galpão de espera e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação à diferença da temperatura retal, sendo intervalos de tempo de espera: Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C 123
- Figura 36 - Arquitetura da rede neural para a predição de cenários de mortalidade de frangos de corte com aprendizado *Feedforward-backpropagation* 135
- Figura 37 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de verão, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações 140
- Figura 38 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de outono, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações 141

- Figura 39 -Desempenho da rede feedforward-backpropagation para predição de perdas de frangos de corte em condições de inverno, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações 142
- Figura 40 -Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de primavera, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações 143
- Figura 41 -Comparativo entre os valores estimados pela rede e e os valores reais, na fase de treinamento, onde : verão (a), outono (b), inverno (c), e primavera (d) 144
- Figura 42 -Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte, considerando todas as estações, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações 146
- Figura 43 -Valores preditos de mortalidade, em relação à variação do tempo de espera, sendo as condições: T.ext.: 11,5°C; UR: 100% e Núm. aves: 5 147
- Figura 44 -Valores preditos de mortalidade, em relação à variação do tempo de espera, sendo as condições: T.ext.: 20°C; UR: 60% e Núm. aves: 7 148
- Figura 45 -Valores preditos de mortalidade, em relação à variação da umidade relativa externa, sendo as condições: T.ext.: 26,7°C; Tempo de Espera: 4 horas e Núm.aves: 8 149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das faixas de entalpia ao longo das estações, para os dados analisados	60
Tabela 2 - Classificação das faixas de entalpia ao longo dos dias do ano, para os dados analisados	63
Tabela 3 - Estatísticas descritivas para o número de aves por caixa	65
Tabela 4 - Interações entre as variáveis explicativas e seus respectivos modelos e significâncias estatísticas	67
Tabela 5 - Valores recomendados de densidade de aves por caixa em cada turno e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas	73
Tabela 6 - Valores recomendados do tempo de espera para cada estação do ano e as taxas de mortalidade estimadas	78
Tabela 7 - Valores recomendados dos tempos de espera em cada turno diário e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas	80
Tabela 8 - Valores recomendados dos tempos de espera para cada faixa de temperatura externa e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas	83
Tabela 9 - Valores recomendados do tempo de espera em relação ao número de aves por caixa e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas	86
Tabela 10 - Interações entre as variáveis explicativas e seus respectivos modelos e significâncias estatísticas, para a variável resposta mortalidade e diferença da temperatura retal	102
Tabela 11 - Estatísticas descritivas para o número de aves por caixa	103
Tabela 12 - Classificação das faixas de entalpia para o ambiente externo, durante a pesquisa	106
Tabela 13 - Classificação das faixas de entalpia ao longo dos dias do verão de 2007, para os dados analisados no ambiente de espera do abatedouro	109
Tabela 14 - Valores recomendados do tempo de espera em distância granja-abatedouro e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas	116
Tabela 15 - Valores recomendados dos tempos de espera para cada faixa de temperatura do galpão de espera e suas respectivas reduções na mortalidade	125

- Tabela 16 -Variação do número de aves mortas em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da mortalidade; (↓): redução na mortalidade; (=): estabilização da mortalidade; (-): sem interação 126
- Tabela 17 -Variação da diferença de temperatura retal em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da temperatura retal; (↓): redução na temperatura retal; (=): estabilização da temperatura retal; (-): sem interação 127
- Tabela 18 -Predição do número de aves mortas em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da mortalidade; (↓): redução na mortalidade; (=): estabilização da mortalidade; (-): sem interação 150

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tornou-se o maior exportador de carne de frango do mundo. Relacionado ao volume acumulado de 12 meses, até o mês de janeiro de 2008, foram exportados cerca de 3,3 milhões de toneladas de carne, dos 10,4 milhões produzidos entre fevereiro de 2007 e janeiro de 2008, mantendo o país em terceiro lugar na produção mundial (PRODUÇÃO ANIMAL-AVICULTURA, 2008). Estes resultados superaram em 100 mil toneladas as projeções da ABEF (2006) para o ano de 2007. Tais números indicam uma projeção favorável para o Brasil neste ano, com previsão de aumento de 7% nas exportações, sendo que 75% das exportações mundiais concentram-se no Brasil e nos Estados Unidos. Até dezembro de 2007, houve um aumento de 22,8% nas exportações de carne de frango, sendo os principais mercados deste produto a Arábia Saudita, Japão, Rússia e Hong Kong, somado à ampliação de 31,9% dos mercados para a União Européia de diversos produtos, dentre eles a carne de frango (SECEX, 2008). Isso chama a atenção à responsabilidade de se manter uma alta produtividade aliada à qualidade do produto, com o intuito de se consolidar no topo do ranking do mercado mundial.

Tal fato se torna preocupante quando se pensa em expansão, visto que novas legislações estão sendo criadas pela Comissão Européia e por outros países importadores do produto brasileiro para padronizar a produção baseada no bem-estar dos animais, visando atender os consumidores cada vez mais exigentes quanto à qualidade do produto e aos aspectos éticos na criação e no manejo dos mesmos. Estas diretrizes recém-criadas abrangem aspectos desde ventilação mínima até a densidade de aves por área, bem como o transporte de animais vivos (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2005). Normas relativas ao bem-estar das aves visando às operações pré-abate foram regulamentadas no Reino Unido (DEFRA, 2002, 2007) e também na Austrália (DLGRD, 2003). Portanto, os efeitos destas normas não tardarão a alcançar os pontos críticos nas operações pré-abate da avicultura brasileira, pois tais etapas já fazem parte da checagem de várias auditorias internacionais realizadas nas grandes empresas exportadoras. Além disso, no Brasil já existem normas referentes às operações pré-abate, porém menos detalhadas do que as leis européias (BRASIL, 1934, 1998, 2007; SÃO PAULO, 1995, 2005).

Atualmente a redução de perdas é o grande desafio para o qual toda a comunidade

avícola deve direcionar os esforços, porque pouco se sabe da localização dessas perdas no sistema de produção de frangos de corte. Mesmo informado sobre o quanto se perde, o setor não possui conhecimento apurado sobre a quantificação em cada um dos pontos críticos das etapas “pós-porteira”. Quando transformadas em números, as proporções se tornam maiores, e com isto pode se ter uma idéia aproximada das perdas. Considerando que em 2006 foram transportados cerca de 3,9 bilhões de frangos, com perdas próximas de 1%, chegando estas a 39 milhões de frangos mortos antes da chegada à linha de abate (DOA); considerando o peso médio do frango abatido hoje de 2 kg, tem-se uma perda aproximada de 78 mil toneladas que, ao se multiplicar pelo preço médio em janeiro de 2008 (R\$ 1,52), resulta em 118,6 milhões de reais perdidos anualmente. Vale considerar que para cada abatedouro, a perda pode ultrapassar 2 milhões de reais, caso as perdas sejam maiores que 1%. Com esta aproximação, é possível entender a importância de pesquisas que estudem as etapas onde residem as perdas pré-abate.

As etapas que antecedem o abate são fundamentais para a qualidade do produto final, pois influenciam no nível de mortalidade antes da chegada à linha de abate, qualidade da carne e no rendimento de carcaça. Verifica-se que todos os setores produtivo e científico focam as perdas relacionadas com o manejo, nutrição, genética, saúde e ambiência no sistema de produção “dentro da porteira”. Porém, se forem computados os aspectos e manejos ideais pré-abate, as perdas são inevitáveis. Por não haver uma padronização ou um estudo mais apurado acerca das operações, desde a apanha até a espera, estima-se que o nível de perdas seja elevado, com destaque nas perdas através da mortalidade das aves. Isto resulta em prejuízo para o avicultor e para os demais componentes da cadeia produtiva, provocando também um distanciamento cada vez maior no que diz respeito às novas normas de exportação e importação da carne de frango.

Devido à escassez de informações científicas sobre tal problema, as aves chegam ao peso de abate mais cedo e mais pesadas, características que dificultam o processo de equilíbrio térmico. Em função do exposto, na pega, é introduzida uma parcela considerável de estresse às aves. O carregamento varia segundo o tempo e condições climáticas do ambiente externo. O transporte varia segundo diferentes fatores relacionados à própria viagem, condições climáticas, turnos e estações do ano. Todavia, sabe-se que, dentro da carga, já existe um

microclima heterogêneo que dificulta ainda mais o equilíbrio térmico das aves e, conseqüentemente, promove maiores perdas. Portanto, já é esperada uma condição de estresse elevado na chegada ao abatedouro. Na etapa de espera antes da linha de abate, os animais são submetidos às diferentes condições de estresse, com elevada amplitude térmica. Isso contribui para a ineficácia de todas as etapas anteriores, afetando negativamente o bem-estar e, conseqüentemente, a qualidade e o rendimento do produto final. Assim, dado o grande conjunto de fatores e condições adversas para os animais, a desinformação é grande em relação à contribuição efetiva de cada etapa sobre as chamadas “mortes na chegada”. Não existem ainda pesquisas específicas que avaliem de forma quantiquantitativa as perdas pré-abate, principalmente durante a operação de espera no abatedouro.

Muitos estudos foram realizados em países de clima temperado, detalhando cada operação pré-abate e analisando os efeitos de outros fatores que alteram o perfil das perdas. Todavia, tais pesquisas não contemplaram análises conjuntas dos fatores, e poucos trabalhos foram realizados em regiões tropicais. Considerando ainda que o clima mundial passa por intensas mudanças relacionadas ao aquecimento global, que alteram profundamente a distribuição de calor ao longo do ano, assim a produção animal está inserida neste contexto, sujeita às alterações da produtividade, visto que as aves são bastante sensíveis ao ambiente onde estão inseridas.

Portanto, estudos devem ser realizados para diagnosticar cenários e identificando os pontos críticos onde se encontram as maiores perdas, considerando os diferentes fatores e os níveis de relações entre eles. A adoção de sistemas inteligentes facilitam a predição de cenários futuros quanto às variáveis envolvidas no problema, permitindo, assim, a reconstrução de limites de mortalidade e outras formas e níveis de perdas, sugerindo a adoção de manejos ideais durante as operações pré-abate.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a climatização em galpão de espera no abatedouro e suas interações com o tempo de espera, visando caracterizar a influência das variáveis ambientais no conforto térmico, bem-estar e nas perdas produtivas da avicultura de corte.

Foram também objetivos específicos:

- avaliar historicamente as perdas produtivas em função das variáveis climáticas e das

características relacionadas às operações pré-abate;

- avaliar o efeito da climatização e do tempo de espera no conforto térmico das aves em ambiente de espera pré-abate;
- reconhecer padrões relacionados às operações pré-abate e prever as perdas por mortalidade através do uso de Redes Neurais Artificiais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O panorama atual da avicultura

As mudanças globais que incidem sobre o panorama de produção de alimentos fazem com que as importações de gêneros agropecuários sejam cada vez mais crescentes, alterando o contexto de auto-suficiência para a produtividade em larga escala, segundo ASSAD e ALMEIDA (2004). Paralelo a isto, os consumidores de países industrializados, segundo os mesmos autores, se encontram cada vez mais cientes dos processos produtivos e mais exigentes quanto aos alimentos dentro de um princípio de bem-estar, ética e segurança alimentar, transferindo a responsabilidade para os produtores, extensionistas e pesquisadores. Com o advento da produção em escala industrial, juntamente com a inserção de novas tecnologias, surgiu também o acréscimo na degradação ambiental e conseqüentemente a incidência maior de estresse nos animais de produção. Em face a estes problemas, a demanda por qualidade, baseada em conceitos éticos e aspectos sustentáveis na produção animal, tem sido maior nos dias atuais (MARIE, 2006).

Toda esta temática se estende à avicultura, cuja imagem vem sendo crescente ao longo dos anos, sendo que a atratividade se encontra na grande propaganda de produtos saudáveis, com excelentes qualidades nutricionais e preços acessíveis às diferentes camadas da população mundial (UIJTENBOOGAART, 1999). Em relação à produção mundial, os países em desenvolvimento contribuíram, em 2005, com 54,7% da produção de carne de frango no mundo, segundo Windhorst (2006). O mesmo autor complementou tal informação destacando o Brasil como sendo uma região privilegiada, onde a produção de matéria-prima para a avicultura é quase ilimitada, em especial a soja. Com tais características, o produto brasileiro se consolidou como líder de exportação mundial, graças ao aumento de mercados de destino, totalizando mais de 140 países em todos os continentes (ABEF, 2006). Porém, a manutenção deste importante posto no futuro depende de certos cumprimentos às novas normas que tangem o aspecto de criação animal.

A preocupação em relação ao bem-estar é significativamente menor nos países exportadores, em relação aos importadores, como a União Européia, afirmaram Turner et al. (2003). A conscientização em relação aos produtos está embasada nas fases mais críticas do sistema

produtivo, que gira em torno das operações pré-abate, que seguem desde a pega até a etapa de espera nos abatedouros, além da influência anterior do sistema de criação em alta densidade. Nestas etapas que antecedem o abate das aves, os efeitos negativos nos animais são mais visíveis, principalmente considerando a condição térmica no clima tropical.

2.2 Variáveis bioclimáticas

Inseridas neste contexto, as variáveis ambientais podem ser tanto positivas quanto negativas na produção de aves. As temperaturas elevadas no Brasil, somadas aos demais fatores (elevada umidade relativa do ar, baixa velocidade do vento, entre outros) reduzem o consumo de alimento, prejudicando o desempenho dos animais. Com isto, o manejo ambiental deve objetivar a produtividade ótima e o conforto dos animais (MACARI; FURLAN, 2001). Nestes processos, há um grau considerável de ineficiência que compromete muito a qualidade do produto final. Na criação em alta densidade, o índice de desconforto é causado por problemas ambientais diversos, como por exemplo, o excesso de umidade na cama, elevada concentração de amônia, altas temperaturas e pouca ventilação, resultando em problemas de saúde e baixo desempenho, conforme CAMPOS (2000). Os animais respondem ao estresse térmico e ambiental com a redução do crescimento corporal, a eficiência alimentar é piorada, além da redução da resposta imunológica às doenças (GROSS; SIEGEL, 1993).

2.2.1 Temperatura

A faixa térmica na qual o animal se encontra em conforto é aquela em que a termogênese ou a termólise é a menor possível ou a termoneutralidade é ajustada através do saldo de perda de energia térmica para o ambiente sem o auxílio de algum mecanismo regulatório da homeostase do organismo (CURTIS, 1983). Complementar a esta afirmação, Silva (2000) descreveu a zona de conforto térmico como aquela em que os animais não necessitam da ativação de qualquer mecanismo de controle da termorregulação.

Desta forma, o conforto térmico é uma faixa de temperatura ambiente que possibilita uma taxa metabólica mínima e a homeostase é mantida com o menor gasto energético possível. A fração de energia utilizada para a manutenção é mínima, e a energia convertida para a produção é máxima (FURLAN; MACARI, 2002). Mas dada a variabilidade do ambiente

térmico, as aves respondem de acordo com a faixa de temperatura a que são submetidas.

Para que as trocas térmicas sejam eficazes, a ave requer um sistema de controle bastante preciso, pois suas características morfológicas tornam peculiares as formas de termorregulação em relação aos mamíferos, tais como a ausência de glândulas sudoríparas, a distribuição localizada de gorduras no corpo e uma cobertura de penas bastante efetiva. Desta forma, a variação da temperatura no hipotálamo, na ordem de 1 a -2°C é capaz de ativar a vasoconstrição, tremores e aumento no consumo de oxigênio. No caso de aumento de temperatura, os mecanismos de vasodilatação, ofego e aumento na temperatura retal são induzidos (ESMAY, 1978).

Muitas pesquisas abordaram esta temática, visto a importância da temperatura na produtividade avícola. Curtis (1983) relatou a resposta das aves frente às diferentes faixas de temperatura, encontrando redução no consumo alimentar, aumento na eficiência alimentar e constante ganho de peso, quando a temperatura aumentou de 7°C para 24°C . Na seqüência, animais submetidos à temperatura de 32°C apresentaram crescimento menor do que aqueles criados a 21°C , tendo piorada apenas a conversão alimentar na temperatura maior. Em pesquisas anteriores, Milligan e Winn (1963) encontraram faixas satisfatórias de temperatura entre $15,6^{\circ}\text{C}$ e $26,6^{\circ}\text{C}$, evidenciando o ganho de peso, conversão alimentar e empenamento. No geral, as necessidades térmicas das aves variam entre 13 e 27°C , concordando com as pesquisas acima, conforme discutido por SILVA (2000) e MACARI e FURLAN (2001).

Esmay (1978) explicou tais variações através de duas formas de troca térmica do animal com o ambiente no qual ele se encontra inserido, que são as formas de transferência de calor latente e de calor sensível. De forma geral, a forma sensível é feita primariamente a partir das superfícies externas, e a forma latente é feita do interior do corpo para o exterior. Nas aves, tais formas sensíveis são possíveis através das partes descobertas, através da condução, radiação e convecção, e ainda são facilitadas pela vasodilatação periférica, principalmente nas cristas e barbelas. Todavia, tais formas de troca de calor são ineficientes quando comparadas com as formas latentes de transferência de calor. A transferência de calor latente envolve a umidade relativa e, segundo Simmons et al. (1997), o calor sensível aumenta segundo a ventilação do ambiente, ao passo que o calor latente é reduzido com a velocidade do vento. Afirmaram ainda que à medida que a temperatura ambiente aumenta, a forma sensível diminui inversamente ao

calor latente. Assim, a umidade relativa recebe grande importância em estudos relacionados ao conforto térmico, visto que os mecanismos de transferência de calor latente correspondem a cerca de 40% na dissipação do calor metabólico das aves (SILVA, 2000).

2.2.2 Umidade relativa

A partir da situação em que o estresse térmico se torna severo, os animais necessitam de aumentar a termólise através das vias evaporativas, para alcançar a homeotermia (CURTIS, 1983). Nesta fase, as aves realizam preferencialmente ajustes respiratórios e cardiovasculares (KETTLEWELL, 1989). Tal mecanismo é utilizado devido à incapacidade de perder calor na forma sensível e reestabelecer o equilíbrio térmico do núcleo corporal. Em contrapartida, o animal se torna altamente dependente da umidade relativa do ambiente, e tal variável determina a eficácia do processo termorregulatório.

Balnavé (1998) exemplificou essa situação, partindo da constatação que, em ambientes de elevada umidade relativa (acima de 90%) e elevada temperatura (acima de 35°C), o mecanismo evaporativo respiratório nas aves possui sua eficácia reduzida em 50%, tanto na zona termoneutra, quanto na zona de hipertermia. Mesmo assim, a ave tenta aumentar sua capacidade de dissipação de calor por via sensível, porém, às custas do aumento da temperatura corporal, mostrando que, durante o estresse térmico agudo, parte do calor metabólico produzido pelo ofego não é dissipado por nenhuma das formas (sensível e latente). O resultado desta reação fisiológica é a irreversibilidade do quadro de estresse térmico, levando a ave a óbito. Tal discussão mostra a importância da combinação entre umidade relativa e temperatura. Lacey et al. (2000) encontraram resultados semelhantes, através de experimentos correlacionando o controle da temperatura corporal com diversos tratamentos combinatórios entre temperatura e umidade, indicando que a umidade relativa do ar é um fator determinante do estresse térmico em frangos e que os efeitos da temperatura ambiente e a umidade no núcleo central corporal da ave é cumulativa, ou seja, elevada umidade no ambiente aumenta a temperatura efetiva sentida pela ave, provocando conseqüentemente um aumento na temperatura corporal. Ou seja, o mecanismo de resfriamento evaporativo é bloqueado pelo excesso de vapor d'água, seguido pelo aumento da temperatura interna da ave.

Reconhecida a relevância da umidade do ar no conforto térmico e bem-estar das aves,

diversos estudos têm sido feitos para encontrar as melhores faixas em que os animais possam alcançar melhores índices de produtividade. Adams e Rogler (1968) afirmaram que a taxa de crescimento de frangos de corte entre 4 e 8 semanas de idade foi superior à umidade relativa de 40% em relação a 80%, independente do sexo e linhagem. Macari e Furlan (2001) recomendaram que a faixa de umidade que vise ao conforto térmico das aves é de 65 a 70%, quando os animais se encontram na idade entre 35 a 42 dias. Yahav et al. (1998) realizaram experimento com perus e encontraram desempenho elevado, quanto ao ganho de peso e consumo alimentar, quando a umidade relativa esteve na faixa entre 70 e 75%, declinando significativamente na faixa entre 80 e 85%, seguida de alcalose respiratória severa na segunda faixa, evidenciando a tentativa dos animais em dissipar calor por esta via.

2.2.3 Velocidade do vento

A ventilação para as aves assume uma grande importância, principalmente quando se considera uma criação intensiva como a de frango de corte e também as operações pré-abate, bem como pelas características anátomo-fisiológicas das aves, as quais utilizam prioritariamente as vias respiratórias para a termorregulação. Tal recurso promove a retirada de massa de vapor d'água, além de oferecer conforto ao ambiente das aves.

Segundo Moura (2001), o aumento do movimento do ar sobre as aves promove a perda de calor para o ambiente via convecção. Além disso, é determinante na amenização do estresse térmico ao qual os animais estão submetidos e, conseqüentemente, reduz a temperatura do núcleo corporal. A autora ainda ressalta outras importâncias quanto à ventilação, tais como o fornecimento de oxigênio para o lote, remoção do excesso de calor e de umidade, diminuição da poeira e da concentração de gases.

Alguns trabalhos forneceram informações que consolidaram tal importância para as aves. Simmons et al.(2003) relataram que em aves mais novas (3^a a 4^a semana de idade) a velocidade do vento não afetou certos parâmetros zootécnicos tais como conversão alimentar e ganho de peso. Porém, em aves na 4^a e 5^a semana de idade, a velocidade do vento melhorou tais índices. Os autores explicaram que a relação entre a massa corporal com o peso foram determinantes nesta resposta significativa e concluíram que o aumento da ventilação aumenta a dissipação de calor sensível da ave. Em pesquisa anterior, Simmons et al. (1997) também

encontraram respostas semelhantes, afirmando que em velocidades elevadas do ar, as aves reduziram o nível de ofego e, com isto, a troca da perda de calor latente para a forma sensível apresentou benefícios às aves quando utilizada a ventilação. Yahav et al. (2004) afirmaram que a velocidade do vento afeta principalmente a energia corporal e o balanço hídrico da ave, uma vez que o ofego é mais oneroso em termos de energia do que a perda de calor sensível através da ventilação, e esta última melhorou também o ganho de peso e o consumo de alimento. Os autores também encontraram aumentos significativos na perda de calor sensível no tratamento cuja velocidade do vento foi maior, confirmando a discussão do uso da forma sensível de perda pela ave, ao invés da forma latente. Posteriormente, Yahav et al. (2005) pesquisaram sobre a perda de calor sensível em frangos de corte e concluíram que as aves possuem uma grande dificuldade em manter o controle térmico e hídrico em situações adversas (elevada temperatura e umidade e baixa ventilação), gastando mais energia em exercer tal controle, especialmente se o consumo de alimento e água é baixa nestas condições.

2.3 Variáveis fisiológicas

Diversos estudos utilizando métodos de avaliação fisiológica foram realizados com o intuito de obter informações sobre resistência das aves ao estresse térmico, de forma a detectar com precisão o estado fisiológico da ave em contato com agentes ambientais estressores, nos diferentes ciclos de criação e de desenvolvimento. Alguns parâmetros sanguíneos, tais como a concentração de hemoglobina no sangue, o valor hematócrito e o número de eritrócitos, têm sido utilizados com eficácia para a detecção de quadros de estresse térmico agudo em aves. Dada a confiabilidade destes métodos, muitos trabalhos foram realizados utilizando tais índices, tais como o trabalho de Borges, Maiorka e Silva (2003) com indicadores sanguíneos como métodos de avaliação dos efeitos do estresse térmico nos frangos de corte; Altan et al. (2000), Sandercock et al. (2001), Silva et al. (2003), Debut et al. (2005) e Silva et al. (2007), com valor hematócrito para temperaturas elevadas, além da concentração de bicarbonato e pH sanguíneo dos animais. Porém, para determinados estudos na área de ambiência, avaliações mais diretas são preferenciais, como a temperatura retal, por exemplo.

2.3.1 Temperatura retal

Este parâmetro fisiológico é bastante difundido no meio científico por se tratar de uma medida de temperatura corporal profunda. Apesar desta temperatura não representar sempre a média térmica do núcleo corporal, Andersson e Jónasson (1996) relataram que tal parâmetro oferece a informação mais fiel possível do núcleo corporal do animal. Segundo os autores, a temperatura normal de um frango durante um dia é de $41,7^{\circ}\text{C}$, com variabilidade entre $40,6$ e 43°C .

Confirmando os resultados acima, Silva et al. (2007) realizaram uma pesquisa para avaliar o efeito da temperatura e umidade relativa elevadas sobre os parâmetros fisiológicos. Dentre os fatores avaliados, a temperatura retal foi utilizada neste estudo como um dos principais parâmetros de estresse fisiológico, dada sua característica direta e prática. Os autores constataram uma faixa de condição superior de estresse, por volta de $46,3^{\circ}\text{C}$, na qual foi registrado óbito durante o experimento. De conformidade com Furlan e Macari (2002), a condição inferior de estresse encontrada foi de $41,1^{\circ}\text{C}$, abaixo da qual foi considerada a faixa de conforto para as aves. Tais resultados confirmaram afirmações de Silva et al. (2001), os quais concluíram que a temperatura de estresse e a idade dos animais influenciam conjuntamente a temperatura retal.

Em demais estudos envolvendo temperaturas críticas para o conforto térmico das aves e temperatura retal, foi relatada a relação direta entre estas duas variáveis. Altan et al. (2000) encontraram aumentos mais suaves da temperatura retal em aves aclimatizadas em relação às aves que não sofreram tal tratamento. Medeiros et al. (2005) também utilizaram tal parâmetro em uma pesquisa para a elaboração de um índice térmico para a produtividade de frangos de corte. Segundo os autores, o índice mais sensível às condições ambientais das aves seria aquele que fosse elaborado segundo as respostas fisiológicas e produtivas dos animais. Incluindo a temperatura retal no modelo matemático, o índice obteve uma boa estimativa quanto ao conforto térmico dos frangos de corte.

2.4 Bem-estar animal

Dentro dos conceitos de bem-estar animal, todos os organismos possuem certas exigências quanto à sua sobrevivência, crescimento e reprodução (DUNCAN, 2002). Se tais

necessidades não são conhecidas, provavelmente o animal apresentará quadros de estresse, baixa imunidade e elevada mortalidade. Para a maioria das empresas integradoras, o número de aves mortas é o único indicador que oferece informações importantes sobre as condições oferecidas aos animais durante as etapas pré-abate (BROOM, 1993). Todavia, segundo o mesmo autor, outros indicadores podem ser utilizados, como a incidência de ossos quebrados, a qualidade da carne e medidas fisiológicas, como por exemplo, a temperatura retal. Assim, a avaliação do bem-estar animal é realizada de forma objetiva e científica, separada totalmente de considerações éticas quanto à análise da situação. As decisões provenientes desta avaliação deverão ser tomadas dentro de critérios éticos, o que permite a comparabilidade entre situações e discussões científicas consistentes (BROOM; MOLENTO, 2004).

Para o meio produtivo, um dos principais pontos críticos para a adoção de ações que visem ao bem-estar dos animais refere-se aos aspectos econômicos. Existe ainda o conflito entre a produção pautada no bem-estar e a compensação financeira na comercialização destes produtos (MOLENTO, 2005). A mesma autora ressaltou que, de um lado, as pesquisas científicas são direcionadas cada vez mais à intensificação dos sistemas produtivos, portanto, o aumento da produtividade está ligada à lucratividade crescente. Por outro lado, são poucos os trabalhos que ofereçam informações para o setor produtivo relacionadas à redução de perdas, bem como à adoção de medidas sustentáveis na criação animal que viabilize economicamente a prática do bem-estar.

Em alguns países importadores, a procura é grande por produtos baseados na garantia de que o ser senciente (o animal de produção) foi criado de maneira apropriada, com o mínimo de sofrimento animal possível. Tal comportamento do consumidor preocupado com bem-estar torna-se uma questão de valor econômico potencial e, baseado neste crescente nicho econômico, normas têm sido criadas, as quais certamente terão impacto na expansão de mercados exportadores da carne e outros produtos, incluindo o Brasil (MOLENTO, 2005).

Quanto à produção avícola, a União Européia implementou normas que influenciarão em breve a demanda de produtos baseados no bem-estar. Na área de aves poedeiras, as legislações européias preconizam a eliminação completa da criação em gaiolas até 2012 (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1999). Na produção de frangos de corte, já existem normas referentes à criação e também, em alguns países, às operações pré-abate (DEFRA,

2002; DLGRD, 2003, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2005; DEFRA, 2007).

2.4.1 Bem-estar animal nas operações pré-abate

Os países desenvolvidos já possuem normas próprias que regulam as operações pré-abate, pautadas no bem-estar animal, como é o caso do regulamento do Conselho Europeu (CE) n.º 1/2005, de 22 de dezembro de 2004 (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2005). Tais disposições do CE referem-se principalmente ao processo de pega ou apanha, carregamento e transporte. Com relação à pega, os operadores que manuseiam os animais devem possuir um treinamento adequado para tal tarefa, de forma a não evitar ações violentas ou qualquer método que cause lesões nas aves. Portanto, segundo as normas, é proibido aplicar pressões excessivas às partes frágeis do corpo do animal, de forma a não provocar dor desnecessária nos mesmos. Anterior à viagem, as condições de transporte, do caminhão e das aves devem ser previamente planejadas para evitar comprometimento no bem-estar das mesmas nesta etapa. Relacionados aos carregamentos, os equipamentos nesta etapa devem ser construídos, mantidos e utilizados adequadamente de maneira a evitar lesões e garantir a segurança do lote. Nos aspectos do transporte, no interior dos compartimentos dos animais (no caso as caixas de transporte de frangos), deve ser planejado um espaço suficiente para garantir aos animais uma ventilação adequada. Além do mais, deve ser garantida uma quantidade e qualidade de ar durante o transporte. Os animais devem ser protegidos das intempéries, temperaturas extremas e variações meteorológicas indesejáveis. Quanto ao tempo de viagem, segundo a legislação, percursos de longo curso são mais nocivos do que viagens curtas, no ponto de vista do bem-estar animal. Tais procedimentos asseguram a rastreabilidade das operações pré-abate.

No Reino Unido, as regulamentações no que diz respeito às operações pré-abate fazem parte do Código de Recomendações para o Bem-Estar de Animais: Frangos de Corte e Matrizes (DEFRA, 2002). Complementando as informações já existentes na União Européia, as atividades de pega devem ser feitas principalmente em ambientes de baixa luminosidade para minimizar os efeitos de medo e subseqüentes injúrias aos animais. A pega deve ser pelo corpo ou pelos pés, não excedendo 3 aves em cada mão. As aves não devem ser carregadas pelas

asas ou pescoço. No carregamento, a distância de percurso deve ser minimizada, através do uso das caixas dentro do galpão. Nesta etapa, também a densidade de aves por caixa deve ser previamente planejada de acordo com as condições climáticas e também do tamanho das aves. Também deve ser assegurado o melhor conforto térmico possível às aves nesta etapa, e as caixas devem ser apropriadas para o transporte, assegurando proteção contra a chuva, e a ventilação deve ser adequada. Em relação ao transporte, as aves não devem permanecer nos caminhões por muito tempo entre a granja e o abatedouro, e na chegada ao mesmo, as aves devem ser mantidas em um local ventilado na espera pré-abate. Se a temperatura estiver muito elevada, recursos de resfriamento evaporativo devem ser adotados.

A espera foi regulamentada à parte pelas normas inglesas, juntamente com os procedimentos de abate (DEFRA, 2007). Segundo as recomendações, a espera deve ser construída visando à proteção contra condições climáticas adversas, proporcionando um ambiente confortável para as aves por um período breve de tempo. Os animais devem ser abatidos o mais rápido após a sua chegada no abatedouro, para minimizar as perdas ocasionadas pela espera. Operadores na espera devem estar em constante e eficiente comunicação com os demais componentes do processo pré-abate (granjeiros, técnicos e responsáveis na linha de abate), de forma a evitar congestionamentos na espera, colocando em risco o bem-estar das aves. Ventilação adequada deve ser feita no galpão, de forma a controlar o ambiente térmico da carga, e aumento na temperatura ou umidade deve ser sucedido pelo aumento da ventilação forçada no ambiente. Para isto, a normativa recomenda o uso de instrumentos de medição para temperatura e umidade relativa (termohigrômetro) no ambiente de espera e também para medir tais variáveis dentro das caixas, assegurando o controle máximo e, assim, mantendo padrões térmicos satisfatórios dentro e fora da carga. Deve ser observado também se as aves apresentam frequência respiratória elevada, estresse ou cansaço, para a tomada de decisão quanto ao tempo de espera. Se os animais se encontrarem nestas condições, deverão ser abatidos imediatamente. A respeito do tempo de espera no abatedouro, a norma preconiza a permanência das aves no abatedouro durante 1 hora, no máximo 2 horas, se necessário.

As normas australianas são muito semelhantes às duas primeiras, acrescentando no item sobre o transporte de frangos, que os caminhões possuam proteções contra chuva e vento, principalmente em dias frios. Todavia, o motorista deve estar atento se tal medida não

ocasionará redução na ventilação da carga e, conseqüentemente, o estresse das aves (DLGRD, 2003).

No Brasil, as leis ainda não são detalhadas quanto às operações pré-abate, principalmente em relação à condição de espera. Como primeira normativa brasileira que trata do transporte de animais, visando ao bem-estar dos mesmos, o decreto 24.645 considera como maus tratos aos animais conservá-los embarcados por mais de 12 horas sem água e sem alimento (BRASIL, 1934). Posteriormente, estas normas foram complementadas pela Portaria n° 210, que indica a construção de um local para a espera nos abatedouros de frangos de corte, com ventilação e, se necessária, umidificação ambiente (BRASIL, 1998). No âmbito estadual, foi criado um decreto, de n° 39.972, que estabelece normas para o abate de animais destinados ao consumo, afirmando que, na espera em abatedouros, os mesmos não devem ficar expostos às condições que provoquem estresse de qualquer ordem (SÃO PAULO, 1995). A partir deste decreto, foi criado o Código Estadual de Bem-Estar Animal, que determina, no artigo sobre o transporte de animais, a proibição de viagens de animais embarcados acima de 6 horas, sem água e sem alimento (SÃO PAULO, 2005). Atualmente, encontra-se em tramitação o Projeto de Lei n° 215, que institui o Código Federal de Bem-Estar Animal, cujo objetivo é promover a redução da mortalidade decorrente de maus tratos aos animais. No que se refere às operações pré-abate, o artigo 74 afirma que no transporte, embarque e desembarque dos animais, devem ser atendidas para as condições de bem-estar, a devida atenção com o tempo de viagem, condições climáticas, densidade de aves por caixa, bem como o tempo e local de espera (BRASIL, 2007). Todavia, tal projeto não contempla o tempo de espera ideal, fato este que reforça ainda mais a necessidade de estudos que determinem tais informações ao setor avícola brasileiro.

2.5 Os pontos críticos das operações pré-abate

Quando as aves atingem o peso ideal para o abate, são submetidas a uma série de etapas com um nível elevado de estresse, o qual se acumula até a chegada à linha de abate. Para isto, o jejum é uma etapa que precede as operações pré-abate, com o intuito de diminuir a contaminação fecal nas caixas de transporte e principalmente da carcaça. Também não têm acesso, pelo mesmo motivo acima, à água durante o transporte (SAVENIJE, 2001). Porém,

há uma queda na concentração de nutrientes nos músculos, assim como a perda de peso vivo e rendimento de carcaça, funcionando como agente estressor dos animais nesta condição pré-abate e, conseqüentemente, reduzindo ainda mais suas chances de sobrevivência ou de manutenção da qualidade do produto final, em ambientes desfavoráveis (HUNTER et al., 1998; UIJTENBOOGAART, 1999; ROSA et al., 2001; SAVENIJE, 2001; DENADAI et al., 2002).

2.6 As perdas pré-abate

As perdas durante o processo pré-abate estão presentes na maioria das empresas, podendo exceder 1% durante o período mais quente do ano, segundo Ritz (2003). O tipo de perda mais crítico na cadeia produtiva é o número de aves mortas durante as operações pré-abate, que é o indicador extremo da falta de bem-estar (NICOL; SCOTT, 1990). Os mesmos autores afirmaram que o resultado da morte de algumas aves indica problemas severos para muitas outras. Na operação de transporte, os problemas se intensificam quanto às perdas. Em trabalho realizado no Reino Unido, Kettlewell et al. (2000) afirmaram que as condições térmicas são inaceitáveis, provocando nas aves desde estresse até a morte. A morte antes da chegada pode aumentar de zero até acima de 1% em certos trechos de viagem. Warriss et al. (2005) sugeriram a redução das operações pré-abate nos horários mais quentes, com a preferência durante a manhã e melhorando a ventilação dentro da carga. Porém, tais informações são baseadas em estudos que levaram em conta somente a condição térmica, principalmente a temperatura externa.

As perdas devido a estresse térmico alcançam 40% das perdas totais, sendo 10% devido ao estresse térmico na condição de espera. São necessárias medidas urgentes para minimizar estas perdas, visto que, no futuro, a forma humanizada de criação e abate dos animais será uma norma geral para todas as empresas (RITZ, 2003). Medidas, como a instalação de nebulizadores, podem reduzir o estresse causado pelas temperaturas elevadas e, conseqüentemente, as perdas nesta etapa pré-abate (ROSA et al. 2001). Porém, existe a necessidade de mais estudos para avaliar o desempenho das aves sob condições de altas temperaturas conjugadas com elevada umidade relativa do ar, assim como as demais variáveis, como número de aves por caixa, turno, estações do ano, tempo e distância da granja ao abatedouro, como

contrapartida dos trabalhos já realizados em outros países (SILVA et al., 1997; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; NÄÄS et al., 1998; SILVA et al., 1998; KETTLEWELL et al., 2000; ABEYESINGHE et al., 2001; BRESSAN; BERAQUET, 2002; WARRISS, 2004; WARRISS et al., 2005; VIEIRA et al., 2007; BARBOSA FILHO, 2008), principalmente considerando os fatores no Brasil.

2.6.1 Pega ou apanha

O processo de pré-abate se inicia com a apanha ou pega, que consiste na captura dos animais para o transporte. Neste ponto, estão associados diversos problemas que afetam a qualidade do produto, como hematomas, arranhões e fraturas (ROSA et al., 2001). Os mesmos autores explicaram que, por maior que seja o controle existente durante todo o tempo de criação, principalmente referente ao controle de temperatura e umidade, as medidas que amenizam as variações destes fatores nas etapas posteriores ao carregamento não são tomadas com frequência.

Kettlewell e Turner (1985) reportaram que no mínimo 20% das aves apresentam qualidade inferior de carcaça devido ao manejo de pega e carregamento para o abate. Todavia, segundo os mesmos autores, é muito difícil quantificar as perdas nestas circunstâncias. Tais resultados concordam com Gregory (1994), o qual afirmou que os traumas e contusões são a segunda maior causa de mortalidade nestas condições. Entretanto, o autor considerou que 76% dos traumas fatais se referiram ao deslocamento da bacia do animal, indicando que um número grande de frangos é apanhado e também carregado ao caminhão por um pé, causando tal lesão. Isto implica em problemas mais graves, como o rompimento do saco aéreo seguido de hemorragia, o que leva rapidamente o animal a óbito.

Outro problema é que o ambiente interno do galpão onde ocorre a pega poderá se tornar desconfortável aos trabalhadores, devido aos elevados valores de temperatura e umidade relativa, prejudicando o trabalho e aumentando o número de traumas nas aves (BAYLISS; HINTON, 1990). Segundo Nicol e Scott (1990), o maior problema na operação de pega não se refere à brutalidade e sim às condições limitadas durante o trabalho, com destaque na velocidade da operação e na falta de incentivo quanto ao cuidado com as aves.

Garcia et al. (2007), em pesquisa preliminar realizada no Brasil sobre a pega pré-

abate, encontraram aumento significativo no estresse sofrido pelas aves, através do aumento na temperatura retal de frangos durante a operação de pega. Afirmaram também que tais resultados não representam sozinhos todo o estresse sofrido pelas aves, visto que as mesmas são submetidas ao estresse em outras etapas. Além disso, Barbosa Filho (2008) encontrou indícios satisfatórios com relação à pega realizada durante o inverno, recomendando ser a melhor estação para se realizar tal operação, porém alertando para os riscos em se realizar tal etapa no período da tarde, devido às condições térmicas neste período.

2.6.2 Carregamento

O primeiro ponto crítico no carregamento é o estado das caixas onde as aves serão transportadas até o abatedouro. Segundo Kettlewell e Mitchell (1994), as caixas devem ser feitas de forma a proteger as aves de injúrias, devem estar em bom estado de conservação, facilitar a limpeza das mesmas após o transporte, sem pontas ou partes quebradas, que possam ferir as aves e também promover a ventilação adequada através de aberturas ao longo da caixa. Relacionado às recomendações, o tempo de carregamento também determina o quanto as aves permanecerão dentro das caixas, principalmente considerando que a maioria dos carregamentos são feitos ao ar livre.

Akşit et al. (2006) realizaram um experimento comparando aves mantidas fora das caixas com aves dentro das mesmas durante 2 horas, para avaliar o efeito térmico nos parâmetros sanguíneos e na qualidade da carne. As aves que foram mantidas dentro das caixas a 37°C apresentaram níveis de glicogênio muscular baixo em relação aos tratamentos de temperaturas mais baixas (15 e 22°C), além dos efeitos na qualidade da carne. Os autores discutiram tais resultados afirmando que as temperaturas dentro das caixas tiveram um significativo aumento do estresse das aves. Considerando tal realidade no carregamento, o tempo em que os operadores gastam para colocar as caixas no caminhão, amarrar a carga e iniciar o transporte, pode resultar em incremento no estresse das aves, que no final contribui para o aumento da mortalidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Knowles (1994), em trabalho com transporte de aves poedeiras ao final do ciclo de postura (72 semanas) e estimou DOA's por volta de 0,2 a 0,5%, atribuídas aos extremos de temperatura e umidade na carga. Para se evitar tal estresse, Hildebrand Júnior e Pinto (2006) recomendaram que, nos dias quentes,

as aves devem ser imediatamente molhadas, para proporcionar a retirada de calor, evitando tal procedimento no período noturno e também nos dias frios. Esse procedimento, somado às outras boas práticas durante o carregamento, reduz a mortalidade em níveis inferiores a 0,1% no verão (HILDEBRAND; SILVA, 2006).

Todavia, em dias frios, foram encontradas situações em que as aves foram molhadas, conforme os resultados de Barbosa Filho (2008). Segundo o autor, 50% dos carregamentos do experimento em questão foram molhados, inclusive durante a noite, quando a condição térmica pode chegar abaixo da zona de conforto das aves. Tais resultados concordaram com pesquisas anteriores realizadas por Hunter et al. (1999), os quais constataram hipotermia aguda em aves submetidas ao molhamento, em temperaturas variando entre -4 e 12°C. Além do mais, detectaram ineficiência dos mecanismos termorregulatórios quando o tempo de permanência excedeu 1 hora e meia de exposição a tais condições. Portanto, o manejo mal conduzido nesta fase pode acarretar em forte acréscimo de estresse às aves, principalmente considerando as demais operações pré-abate.

2.6.3 Transporte

Durante o transporte, as aves são submetidas a variados níveis de estresse. Todavia, o estresse térmico é o mais crítico, devido às escassas oportunidades de controlar o microambiente interno da carga (KETTLEWELL et al., 2001). Segundo os mesmos autores, os fatores determinantes para este efeito são a produção de calor e umidade pelas aves e a necessidade de remoção através da ventilação da carga.

Devido à ventilação irregular entre as caixas, a diferença de temperatura entre o ambiente interno da carga e o externo pode chegar em média a 8,8°C com o veículo parado e 6°C em movimento (WEBSTER et al., 1993). Mitchell e Kettlewell (1998) chegaram em valores próximos, encontrando um gradiente de temperatura entre 2 e 5°C existente entre o ambiente interno e externo à carga. Segundo os mesmos autores, esta heterogeneidade na distribuição da ventilação resulta em microambientes dentro da carga que podem acarretar perdas localizadas no carregamento. A resultante deste ambiente é um círculo vicioso quanto ao aumento da temperatura, o estímulo das aves em ofegar e, com o aumento do vapor d'água na carga, conseqüentemente a redução da capacidade de troca térmica com o meio, favorecendo a hi-

pertermia nas aves. Baker (1994) realizou uma pesquisa com modelo em escala reduzida e mapeou o microambiente térmico da carga, correlacionando a parte traseira do caminhão com as piores condições de temperatura e umidade relativa do caminhão, com pouca taxa de ventilação. Tais resultados foram confirmados por Barbosa Filho (2008), em pesquisa no Brasil, constatando que a camada do meio é a mais crítica em termos de conforto térmico, tanto no inverno quanto no verão, somada às regiões central e traseira, onde certamente a maior parte das perdas se localizam.

Posteriormente, Kettlewell et al. (2000) compararam dois tipos de caminhões, um com ventiladores adaptados à carroceria e outro normal, ambos com as laterais fechadas. Os autores encontraram uma produção de calor total na proporção de 62% na forma sensível e 38% na forma latente, indicando o efeito da ventilação que modifica o perfil de perdas de calor pelas aves, reduzindo a necessidade das vias latentes de troca térmica quando existe um fluxo de ar adequado para tal fim.

Outro fator que pode agravar o estresse térmico é o aumento da densidade de aves por caixa, o que pode incrementar a produção de calor no interior da carga. Nijdam et al. (2004) relataram o aumento do estresse térmico relacionado ao aumento do número de aves por caixa, afirmando que o aumento da umidade relativa é o resultado deste aumento, dificultando os mecanismos termolíticos das aves. Tais resultados concordam com outras pesquisas realizadas nesta área (BAYLISS; HINTON, 1990; HUNTER et al., 2001; DELEZIE et al., 2007, BARBOSA FILHO, 2008).

2.6.4 Espera pré-abate

Entretanto, é no período de espera que se encontram os maiores gargalos da desinformação sobre as condições ideais. Segundo HUNTER et al. (1998), esta é uma fonte potencial de estresse para os frangos de corte. Estudos feitos por QUINN et al. (1998) demonstraram que existe a necessidade de se climatizar os ambientes de espera dos abatedouros de frangos de corte, com o acréscimo de movimentação da massa de ar para oferecer melhores condições aos animais. Os mesmos autores acrescentaram a necessidade de mais estudos sobre diferentes tipos de ambientes de espera pré-abate. Nääs et al. (1998) também complementaram as informações acima através de uma pesquisa com modelos em escala reduzida

de galpões com e sem ventilação e nebulização, simulando, assim, a espera pré-abate, encontrando valores médios de temperatura de bulbo seco maiores do que em ambientes de espera climatizados, bem como elevada temperatura de globo negro e umidade relativa. Concluíram que o uso do sistema de climatização em galpões de espera, devido à retirada de calor das aves nesta etapa pré-abate

Altas temperaturas conjugadas com grandes variações de umidade e somadas com baixa ventilação proporcionam perdas significativas neste processo. HUNTER et al. (1998) afirmaram que há um aumento de 10°C dentro das caixas de transporte, quando o tempo de espera excede 2 horas, gerando conseqüências como a hipertermia. Outros problemas mais graves podem ocorrer, como por exemplo, hemorragia nos músculos e a mortalidade (KRANEN et al., 1998). Além do mais, segundo estimativas, 40% das perdas pré-abate são ligadas ao estresse térmico, seja por frio ou calor (RITZ et al., 2005). Os mesmos autores afirmam que o controle de temperatura se torna um problema em ambientes de espera se a ventilação não é adequada ou se o ambiente não é protegido da radiação solar, de forma a reduzir a mortalidade, principalmente considerando picos de temperatura que promovem um estresse adicional às aves.

Um estudo recente realizado no Brasil, envolvendo tempo de espera em abatedouro comercial e temperatura retal das aves, mostrou que acima dos 50 minutos sob climatização, as aves apresentaram redução da temperatura retal acima de 1°C, indicando eficiência do ambiente da espera pré-abate (VIEIRA et al., 2007). Os autores também relataram que tais resultados são independentes do turno, com uma tendência de maiores reduções durante a tarde. Porém, a necessidade de agregar outros fatores que influenciem essa etapa pré-abate é fundamental para uma avaliação completa. Tais resultados confirmam estudos prévios feitos por Quinn et al. (1998) e Bressan e Beraquet (2002), que também recomendaram intervalos de tempo de espera maiores, visando à aclimatação das aves e conseqüente redução dos efeitos negativos do transporte. Estas informações se somam aos resultados encontrados por Barbosa Filho (2008), em condições climáticas tropicais, os quais apontaram para uma redução da mortalidade devido ao efeito da climatização, porém afirmou que outros fatores, como densidade de aves por caixa, turno e estações do ano devem ser incluídos em estudo mais aprofundado nesta etapa pré-abate.

Bayliss e Hinton (1990) complementaram tais informações referentes à climatização do ambiente de espera, em trabalhos sobre diferentes tipos de abatedouro e, conseqüentemente, sobre a tipologia do galpão de espera. O galpão de espera que registrou a menor mortalidade (0,2% nos caminhões) foi aquele que possuía um sistema de climatização eficiente, com nebulização e ventilação. Mesmo assim, na condição térmica mais severa, a média de DOA 's foi de 0,34%. No galpão onde apenas a ventilação forçada era utilizada, porém sem ao menos uma cobertura que protegesse a carga do ambiente externo, a mortalidade foi elevada em relação ao primeiro, alcançando valores entre 0,56 e 0,64%. Posteriormente, Petracci et al. (2006), através de uma pesquisa com três tipos de abatedouros quanto à capacidade de abate de aves, afirmou que a mortalidade foi significativamente menor em pequenos abatedouros, aumentando com o tamanho da linha de processamento. Os autores relataram que lotes grandes a serem abatidos estão correlacionados com um acréscimo no tempo de execução das operações de pega e carregamento. Seguindo por esta linha de raciocínio, para atender um número de aves muito grande, a espera deve ser bem planejada para se reduzir tais efeitos térmicos, como foi evidenciado por Bayliss e Hinton (1990).

2.7 Tempo de espera pré-abate

O tempo de espera é um dos fatores de maior variação nos abatedouros, com pouca padronização quanto ao intervalo de tempo ideal que proporcione uma condição de conforto térmico para os animais nos ambientes de espera. Tanto o conforto quanto o estresse térmico possuem efeito direto na qualidade do produto, quando associados com o fator tempo (FRA-QUEZA et al., 1998).

Hunter et al. (1998) mostraram a variabilidade de horários existente na espera, de uma até 7 horas de operação. Portanto, eles recomendaram o tempo de espera abaixo de duas horas como ideal para se manter a homeostase dos animais. Juntamente com tal recomendação, os autores encontraram interações negativas do tempo de jejum com o tempo de transporte e elevada temperatura ambiental. Apesar da ventilação ter sido aplicada aos animais como medida para retirar calor dos mesmos, os autores indicaram que tal controle depende da avaliação subjetiva do controlador, portanto, com baixo nível de manejo bioclimático.

Quinn et al. (1998) demonstraram que os ambientes de maior estresse para os fran-

gos foram aqueles que tiveram um tempo de descarregamento menor, ou seja, nas primeiras duas horas de espera no verão, com temperaturas médias acima de 25°C, concluindo que não basta trabalhar isoladamente o tempo de espera, para obter maior eficiência no controle do bem-estar. O controle ambiental também é necessário para a redução dos efeitos negativos do ambiente externo no bem-estar das aves. Semelhante resultado foi encontrado por Aaslyng e Gade (2001) para suínos, quando submetidos ao tempo curto e longo de espera, quando a temperatura esteve por volta de 20°C e o uso de aspersores foi intermitente. Os autores encontraram alterações negativas nos parâmetros fisiológicos dos animais que foram submetidos aos menores intervalos de tempo, comparados com a espera mais longa (acima de 2 horas e meia). Tais efeitos foram atribuídos à aspersão, que reduziu de forma significativa a temperatura superficial, temperatura retal e frequência respiratória. Utilizando o mesmo tratamento, Hambrecht et al. (2005) encontraram para suínos que o intervalo de tempo entre 45 minutos e 3 horas não foi o suficiente para que os animais pudessem se recuperar do transporte.

No Brasil, em pesquisa conduzida por Bressan e Beraquet (2002), foi avaliado o efeito do tempo de descanso sobre a qualidade da carne de peito de frango, nas condições brasileiras. Os autores encontraram valores significativos nos tempos de descanso de 2 e 4 horas, resultando no retardamento dos efeitos negativos no que tange à qualidade da carne. Todavia, os mesmos autores observaram carnes mais macias de aves que não foram submetidas à condição de espera. Silva et al. (1998) também avaliaram o conforto térmico das aves durante a espera no abatedouro, de acordo com o layout do estacionamento dos caminhões transportadores, fator importante que determina a carga térmica e, conseqüentemente, o estresse dos animais. Concluíram que além do fator densidade de aves/caixa, a condição de espera afeta significativamente a mortalidade. Além disso, a climatização é recomendada para ambientes de espera, através do uso de ventiladores e nebulizadores, melhorando a sensação térmica das aves, com acionamento em intervalos freqüentes de forma a evitar que as aves fiquem molhadas durante um grande período de tempo (NÄÄS et al., 1998).

Contudo, ainda as informações são insuficientes e existem poucas pesquisas que estudem os fatores determinantes nas perdas pré-abate nas condições brasileiras (SILVA et al., 1997; NÄÄS et al., 1998; SILVA et al., 1998; BRESSAN; BERAQUET, 2002, VIEIRA et al., 2007; BARBOSA FILHO, 2008).

2.8 Sistemas inteligentes

O uso recente dos sistemas inteligentes no meio agrícola, por exemplo a visão computacional, robótica e sistemas de controle, Expert Systems, sistemas de suporte de decisão, processamento de linguagem natural, dentre outros, e outras ferramentas de informação importantes, como as redes neurais artificiais, lógica fuzzy e algoritmos genéticos tem promovido respostas interessantes nos sistemas produtivos (MURASE, 2000). O mesmo autor afirma que a aplicabilidade é crescente e o custo de implantação sofre um decréscimo constante, à medida da investigação de novas técnicas e sua inserção no meio rural.

A título de exemplificação das ferramentas acima mencionadas, o funcionamento das Redes Neurais Artificiais baseia-se no trabalho dos neurônios biológicos, e esta mimetização tem gerado resultados bastante eficientes na solução de problemas complexos, como a predição de dados não-lineares e padrões de comportamento. A entrada e saída de dados dos sistemas produtivos são preditos nas análises múltiplas e paralelas das redes (HASHIMOTO, 1997). Dentre as várias aplicações na agricultura de precisão, Farkas (2003) enumerou as mais importantes, a saber:

- tecnologias em estufas (climatização, sistemas hidropônicos, suprimento de nutrientes, dentre outros);
- controle climático de instalações zootécnicas;
- manejo com os animais (variáveis fisiológicas, eletrônica, manejo nutricional, ordenhas robotizadas);
- fontes alternativas de energia na agricultura.

Porém, todas estes sistemas e tecnologias aplicados à agricultura de precisão foram expandidos para outros setores. Com destaque maior, os sistemas de produção animal têm recebido diversos enfoques na pesquisa de sistemas de informação.

2.8.1 Redes Neurais Artificiais

As redes neurais consistem em elementos similares aos neurônios biológicos, que recebem as informações dos componentes, realizando somas ponderadas entre os sinais de entrada

(X_i) e os pesos das conexões (W_{ij}) e transferindo os resultados (Y_j) para outros neurônios. Possuem um princípio de funcionamento baseado no paralelismo lógico, que propicia reconhecer padrões, bem como otimização de processos e seqüenciamento de informações (LOESCH; SARI, 1996). As suas partes componentes são: a camada de entrada, uma ou mais camadas intermediárias e uma camada de saída (Figura 1).

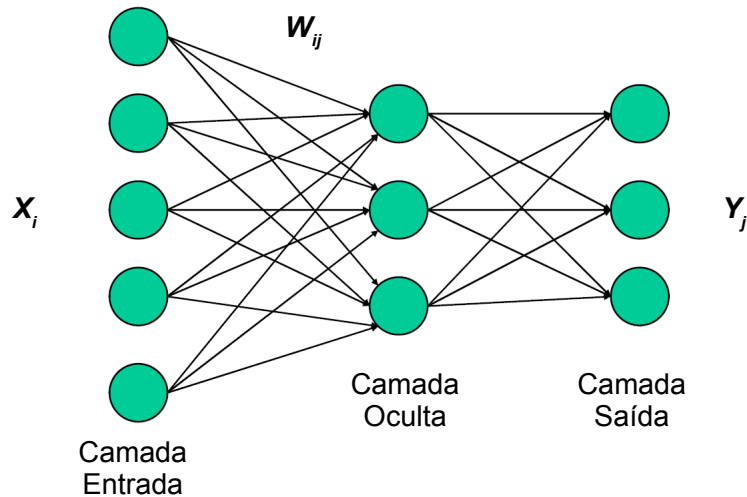


Figura 1 - Mesoestrutura simplificada de uma Rede Neural *Feedforward*

Ela cria um modelo após um certo número de iterações, ou seja, repetições que resultam no aprendizado da rede. Após este treino, o modelo pode ser utilizado com os valores de entrada obtidos no treino, na forma de conhecimento, para simular ou prever as mudanças no dado sistema (JAISWAL et al., 2005).

Os neurônios são as unidades de processamento de informações que constituem uma rede como um todo (HAYKIN, 2001). Seus principais componentes são: dendritos, corpo e axônios. Cada um destes elementos tem uma função similar ao neurônio de uma rede neural natural. Os dendritos são responsáveis por receber os estímulos primários transmitidos por outros neurônios, são os eixos de ligação entre diversas unidades de processamento. O corpo do neurônio, também nomeado de soma, é onde ocorre o processamento das informações cruzadas advindas dos diversos neurônios, cada qual contribuindo com a modelagem do sistema como

um todo. E finalmente o axônio que é o transmissor de informações para as demais células de processamento.

Este modelo é bastante ilustrativo quanto à forma e funcionamento do sistema neural como um todo. A Figura 2 evidencia um esquema mais detalhado do neurônio artificial.

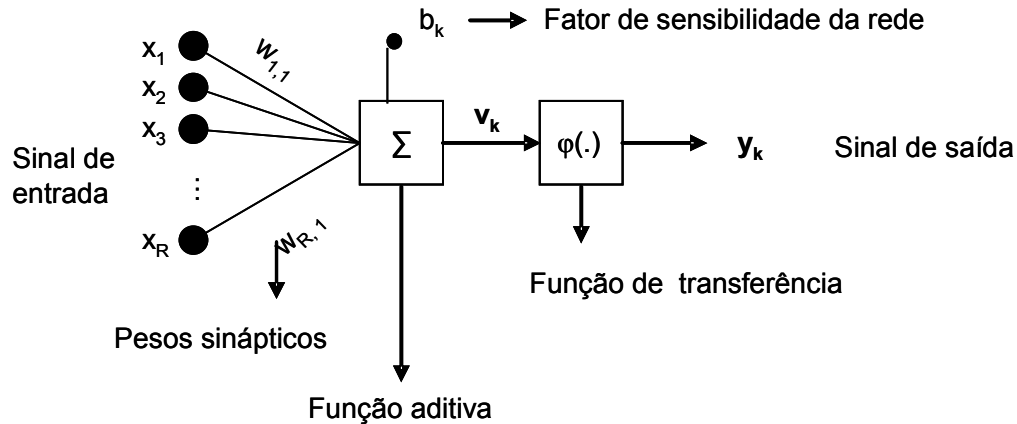


Figura 2 - Modelo esquemático de um neurônio

O sinal de entrada ($x_1 \dots x_R$) é o primeiro estímulo para uma rede neural, os pesos sinápticos ($w_{1,1} \dots w_{R,1}$) são atribuídos conforme a apresentação das entradas. Estes valores são então submetidos à função aditiva (Σ), que é responsável pelo processamento das funções que codificam um modelo para a determinação das respostas. Após esta etapa, as informações seguem para a função de ativação ($\varphi(\cdot)$), também chamada de função restritiva, pois limita o intervalo, a amplitude do sinal de saída, normalizado em intervalos de $[0 \ 1]$ ou $[-1 \ 1]$.

O bias (b_k), que é um fator multiplicativo da função aditiva, é utilizado para aumentar ou diminuir a entrada líquida da função de ativação, é o fator de sensibilidade da rede.

A saída da função aditiva pode ser assim formalizada pela eq. (1):

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} \cdot x_j \quad (1)$$

Trata-se dos pesos sinápticos multiplicados pelos valores das entradas. As saídas estão relacionadas com a função de ativação que, por sua vez, é ativada pelo resultado da função aditiva e a sensibilidade da rede, através da eq. (2):

$$y_k = \varphi(v_k) \quad (2)$$

Considerando que a resposta v_k é dada pela resposta da função de soma mais o fator bias b_k tem-se que na eq. (3):

$$v_k = u_k + b_k \quad (3)$$

A função sigmóide é a função de ativação mais comumente utilizada por ser estritamente crescente, o que gera um balanceamento adequado entre comportamento linear e não-linear (HAYKIN, 2001).

Basicamente existem três tipologias de redes neurais artificiais (LACERDA, 2006):

1. *Feedforward* de camada única;
2. *Feedforward* de múltiplas camadas;
3. Redes recorrentes;

O termo *Feedforward* descreve um tipo de sistema que reage às mudanças do ambiente amostral de dados, e as informações processadas “caminham” em uma única direção (alimentação para frente), calculando o erro da rede. Devido à falta de ciclos para a correção do erro encontrado, foi considerado de eficiência limitada, porém outras arquiteturas surgiram otimizando o processo de correção. Quanto às redes recorrentes, estas não apresentam direção privilegiada para a propagação de informações, podendo haver retropropagação, que consiste no retorno do processamento para ajustes dos erros da rede. Arquiteturas mais sofisticadas foram criadas com base nas estruturas já existentes, é o caso da rede *Feedforward-backpropagation*. Para este sistema, há um caminho percorrido de propagação padrão da *Feedforward* seguido por retropropagação de erro, portanto o erro da rede é calculado e corrigido pelo processo de *Backpropagation* (LACERDA, 2006).

2.8.2 Uso das Redes Neurais nos sistemas de produção animal

A partir destas vantagens proporcionadas pela predição e reconhecimento de padrões através das Redes Neurais, muitas pesquisas foram realizadas com o intuito de modelar ma-

tematicamente a resposta dos animais ao meio, bem como seus ajustes visando à adaptação ao ambiente de criação.

Korthals et al. (1994) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar a rede *Backward-propagation* como uma ferramenta de precisão no estudo da variação térmica e seus efeitos no ganho de peso de suínos. Para isto, testaram nove configurações de redes diferentes para se obter aquela que apresentasse a melhor estimativa quanto às respostas dos animais. A partir da rede que apresentou o menor erro padrão médio, foram coletados dados de ganho de peso de suínos na fase de crescimento, submetidos a um ambiente termoneutro e outros com variação de temperatura para o treino e validação da rede. Com poucos dados de temperatura para treino, as redes neste ensaio não apresentaram boa performance para predizer o ajuste de temperatura em relação ao ganho de peso dos suínos. Os autores discutiram a dificuldade em se ajustar a relação entre os fatores dentro da rede, indicando a necessidade de outras pesquisas.

Em outra pesquisa conduzida por Roush et al. (1997), uma arquitetura PNN (*Probabilistic Neural Network*) foi utilizada com o objetivo de identificar frangos de corte com ascite, através de parâmetros fisiológicos não-invasivos, separando o lote sucessível dos animais resistentes. Utilizando 3 conjuntos de dados distintos, para o treino, calibração e validação, respectivamente, uma rede probabilística com 6 neurônios na camada de entrada, 170 na camada oculta e 2 na camada de saída foi estudada, e os padrões foram separados em casos de ascite ou ausência da enfermidade. As redes apresentaram proporção de acerto em torno de 0,97 nos dois diagnósticos. Assim, os autores concluíram que o mínimo de parâmetros podem ser usados em uma rede para o reconhecimento de padrões de ascite, e o uso desta rede possibilitou um incremento preciso na avaliação do quadro clínico de frangos de corte.

Na bovinocultura leiteira, as redes neurais foram estudadas visando à estimação da produção de leite a partir de parâmetros que influenciam a performance produtiva. Em uma pesquisa no norte da Austrália, realizada por Sanzogni e Kerr (2001), outra arquitetura foi utilizada (*Feed-forward artificial neural network*) para predizer a produção baseada no número de vacas, energia metabolizável proveniente do concentrado fornecido aos animais, fertilizantes utilizados no pasto, quantidade de silagem, entre outros fatores. Os fatores foram previamente selecionados através de análises estatísticas, e a partir deste ponto, duas redes

foram testadas conjuntamente com um modelo de regressão linear múltipla. Como resultado, a rede não apresentou uma boa performance, quando comparada com o modelo de regressão, indicando problemas quanto ao tamanho amostral, que no caso da pesquisa, foi utilizado um banco de dados pequeno (dados históricos de um ano), com grande variabilidade em termos de fatores. Conforme afirmaram os autores, para a avaliação da produção leiteira, é necessário um banco de dados de anos contínuos, possibilitando o reconhecimento objetivo pelas redes, bem como um estudo mais apurado sobre as diferentes arquiteturas.

Já na produção avícola, as redes têm sido testadas e apresentam desempenhos satisfatórios na predição produtiva. Pesquisas realizadas por Salle et al. (2001) e posteriormente por Salle et al. (2004) demonstraram que as redes podem auxiliar de forma eficaz na tomada de decisão no meio produtivo baseada em critérios científicos, além de simulações do desempenho das aves segundo a variação dos principais fatores envolvidos no processo produtivo. Outras pesquisas também encontraram resultados que indicam o uso das redes para a predição de produção de leite em ovelhas (KOMINAKIS et al., 2002), inspeção de carcaças de frangos na linha de abate (CHAO et al., 2002), conforto térmico de suínos através das imagens posturais sob diferentes condições ambientais (SHAO; XIN; HARMON, 1998; XIN, 1999), bem como fatores psicrométricos (BIALOBRZEWSKI, 2008) e fatores relacionados à operações pré-abate (JAISWAL et al., 2005).

3 AVALIAÇÃO HISTÓRICA DAS PERDAS PRODUTIVAS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E DAS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS ÀS OPERAÇÕES PRÉ-ABATE

Resumo

Nos dias atuais, as perdas pré-abate de frangos de corte constituem-se em grandes desafios para o setor avícola. Para reverter tal situação, muitas pesquisas foram realizadas com o intuito de entender a variação da taxa de mortalidade em função dos fatores envolvidos nestas etapas. Todavia, poucos estudos foram realizados em condições tropicais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar as perdas produtivas através de dados históricos das operações pré-abate, em função das variáveis climáticas e dos fatores relacionados às etapas. O estudo foi conduzido em um abatedouro comercial no Estado de São Paulo, no ano de 2006. Mais de 13 mil caminhões foram registrados quanto aos dados de mortalidade de frangos de corte durante as operações pré-abate, bem como os fatores influentes nas perdas, tais como a densidade de aves por caixa, as estações do ano e os turnos do dia em que as aves foram transportadas, tempo de espera pré-abate e variáveis climáticas (temperatura e umidade). A análise estatística foi realizada por meio dos Modelos Lineares Generalizados Duplos. Como resultados, em relação à densidade de aves por caixa, dentro de cada turno do dia, foram registradas baixas perdas, quando em média o número de aves por caixa foi de 7 aves. Em relação às estações do ano e os diferentes tempos de espera adotados, nos meses mais quentes, foram encontrados valores baixos de mortalidade quando o tempo de espera foi maior, ao passo que no inverno e na primavera, os resultados não foram significativos. Porém no inverno e na primavera, recomenda-se a adoção do tempo de espera curto (abaixo de 1 hora), bem como no outono, intervalos de tempo intermediários. Nos turnos da manhã e da tarde, a mortalidade foi menor quando as aves foram submetidas à espera acima de 2 horas. Durante a noite, o tempo mais confortável para as aves esteve entre 1 e 2 horas. Quando analisadas as diferentes faixas de temperatura externa, maiores valores foram associados a maiores intervalos de tempo de espera, visando a menores perdas. O mesmo intervalo de tempo adotado para maiores densidades de aves por caixa, reduziu a mortalidade.

HISTORICAL EVALUATION OF PRODUCTIVE LOSSES IN FUNCTION OF CLIMATIC VARIABLES AND CHARACTERISTICS RELATED TO PRESLAUGHTER OPERATIONS

Abstract

Nowadays, poultry presslaughter losses represent great challenges to poultry industry. To revert this situation, many researches were realized with the objective of to understand mortality's rate variation in function of factors involved in these stages. However, not much studies were made in tropical conditions and evaluating jointly with the influence of these factors. Thus, the aim of this work was to assess the productive losses through historical data of preslaughter operations, related to the climatic variables and factors related to these stages. A study was conducted in a commercial poultry abattoir, located in the State of São Paulo, Brazil. In over 13,000 vehicles were studied the mortality rates data set of poultry during the preslaughter operations, including the factors involved on poultry losses, like as density per cage, seasons of the year and turn of day which the animals were transported, lairage time and bioclimatic variables (temperature and relative humidity). The statistical analysis used was a double generalized model. As results, related to poultry density per cage in each period of the day, were registered minor losses when the average number of chickens per cage was 7 animals. In relation to seasons of the year and to the different lairage times adopted, during hot months, were found smaller values of mortality when the lairage time was longer, whilst during winter and spring, the results were non-significant. Nevertheless, it is suggested for winter the adoption of a shorter lairage time (lower than 1 hour) and for spring, like as for autumn, intermediary time interval. On morning and afternoon turns, the mortality rate was minor when the animals were submitted to lairage time above 2 hours. During the night, the most comfortable time for poultry were among 1 and 2 hours. When different bands of external temperature were analysed, higher values were associated to higher lairage time intervals, seeking for minor losses. The same time interval adopted for higher densities per cage resulted in a smaller number of dead chickens.

3.1 Introdução

Atualmente, um dos maiores problemas na produção de frangos de corte é o estresse oriundo das operações pré-abate, responsável por grande parte das perdas antes da chegada (*Dead on Arrivals* - DOA). Desde os primeiros dias de vida, os animais são inseridos num sistema de criação industrial, sendo uma das principais características a elevada densidade, que dificulta qualquer ajuste por parte do animal visando ao equilíbrio no ambiente de criação. Considera-se ainda nesta realidade o agravante proporcionado pela condição climática no Brasil, caracterizada por elevada temperatura e umidade relativa em boa parte dos meses, limitantes para o aumento da produtividade no lote (FURLAN, 2006). Portanto, as aves chegam à idade de abate com sua capacidade de troca térmica limitada devido ao peso e tamanho alcançados na 6^a e 7^a semana de idade, além do rápido crescimento (TEETER; BELAY, 1996).

Todavia, nas operações pré-abate, existem lacunas de desinformação quanto aos procedimentos ideais que visam ao conforto térmico e bem-estar dos frangos. Segundo Mitchell e Kettlewell (1994), 40% das mortes ocorridas durante o transporte das aves é devido ao estresse térmico, vibração excessiva, impacto, jejum, barulho ou ruído e restrição do comportamento natural das aves. Outros fatores devem ser considerados quanto às perdas ao final do processo, como o tempo de viagem, densidade de aves por caixa, tipo de produção, dentre outros (WARRISS et al., 2005). Ritz (2003) complementou tal informação afirmando que 35% das mortes antes da chegada são atribuídas às lesões ocorridas durante a pega, carregamento e transporte, 25% devido ao estado de saúde do lote e 40% são causados pelo estresse térmico das aves durante as operações pré-abate. Hunter et al. (1997) consideraram que a ventilação inadequada na carga, provocando uma distribuição térmica heterogênea, está fortemente ligada às perdas, que podem ultrapassar o limite de 1%, resultando em prejuízos anuais enormes para a cadeia produtiva.

Considerando que as necessidades térmicas das aves variam entre 13 e 27°C, segundo pesquisas de diversos autores (MILLIGAN; WINN, 1963; CURTIS, 1983; SILVA, 2000; MACARI; FURLAN, 2001) e umidade relativa entre 65 e 70% (MACARI; FURLAN, 2001), as aves são transportadas em condição de estresse severo durante a maior parte do ano, evidenciando a necessidade da preocupação nas etapas pré-abate. Considerando tal variação na

temperatura externa, a espera no abatedouro é fundamental para reduzir a carga de estresse provocada pelas etapas anteriores. Porém, conforme evidências de Hunter et al. (1998), o tempo de espera no abatedouro pode variar de 0 a 7 horas. Contudo, deve-se considerar que tal intervalo soma ao tempo de viagem, portanto, o entendimento quanto aos fatores que influenciam na escolha do melhor tempo é fundamental para que o estresse promovido pelas etapas anteriores seja minimizado (QUINN et al., 1998).

Assim, outras pesquisas levantaram informações e preocupações importantes visando à melhoria das operações pré-abate. Nijdam et al. (2004) encontraram resultados nocivos quanto ao aumento do número de aves por caixa, afirmando que o aumento da umidade relativa é resultante deste aumento, dificultando as trocas térmicas das aves com o ambiente onde estão inseridas. Delezie et al. (2007) discutiram o estresse térmico das aves, provocado pela variação da densidade de aves por caixa durante dias quentes e frios e, assim, encontraram densidades ideais entre 7 e 8 aves por caixa. Quanto aos turnos nos quais as aves são transportadas, as pesquisas anteriores evidenciaram que as maiores perdas ocorrem durante os horários quentes, porém, alertando para o turno noturno, devido à queda de temperatura e elevação da umidade relativa, considerando que existe um gradiente térmico entre a carga e o ambiente externo (BAYLISS; HINTON, 1990; NICOL; SCOTT, 1990; YAHAV et al., 1995; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; NIJDAM et al., 2004; YAHAV et al., 2005).

Em relação às estações do ano, Petracci et al (2006) descreveram um aumento na mortalidade no verão, quando comparado com outras estações. Na primavera e outono, por serem consideradas estações de transição, as preocupações quanto ao estresse térmico não são menos importantes, visto que flutuações térmicas são esperadas nestes meses (NÄÄS et al., 2001). Apesar dos efeitos do inverno não terem sido evidentes na pesquisa realizada por Warriss et al. (2005), Hunter et al. (1999) observaram sintomas severos de hipotermia, quando a temperatura variou entre -4 e 12°C. Porém, um dos fatores mais determinantes para a sobrevivência da ave é o tempo de espera, que possibilita o contato mais ou menos adequado das aves com o ambiente, possibilitando que o estresse térmico das demais etapas seja minimizado.

Assim, a climatização exerce um papel decisivo quanto ao tempo de espera ideal. Em ambientes com pouca ventilação ou sem climatização, foram recomendados pelas pesquisas anteriores tempos de espera abaixo de 2 horas (HUNTER et al., 1998) e entre 1 e 2 horas

(WARRISS et al., 1999). Em ambientes climatizados, os intervalos de tempo variam acima de 2 horas (QUINN et al., 1998) e, conforme Bressan e Beraquet (2002), em pesquisa realizada no Brasil, recomendaram tempos ideais entre 2 e 4 horas, visando ao conforto térmico das aves e, conseqüentemente a redução das perdas. Todavia, o setor avícola ainda carece de informações precisas quanto à variação do tempo de espera e suas implicações quanto ao bem-estar e sobrevivência das aves até a linha de abate.

Contudo, existe a necessidade da análise conjunta dos fatores, sabendo-se a priori que tais fatores não influenciam isoladamente as perdas e que o somatório de algumas variáveis geram informações que possam auxiliar o processo de tomada de decisão quanto às modificações das operações pré-abate. A maioria das pesquisas foi realizada em regiões de clima temperado, porém poucas avaliaram o efeito das condições climáticas e demais fatores em condições tropicais. Relacionando a variação ao longo dos meses e turnos com as perdas, avaliações históricas, como por exemplo, as de Bayliss e Hinton (1990), Petracci et al. (2006) e Vecerek et al. (2006) não foram realizadas no Brasil, considerando a variabilidade térmica presente nos dias atuais.

Diante das informações apresentadas acima, este trabalho teve como objetivo principal estudar as perdas produtivas através de dados históricos das operações pré-abate, em função das variáveis climáticas e dos fatores relacionados às etapas. Por outro lado, os objetivos específicos foram:

- estudar a influência dos diferentes períodos do dia na mortalidade pré-abate;
- estudar a variação da mortalidade em função das diferentes densidades de aves por caixa;
- avaliar os níveis de perdas em função das diferentes estações do ano;
- verificar a variação dos fatores bioclimáticos nas operações pré-abate em relação à taxa de mortalidade antes do abate.
- avaliar o tempo de espera e sua variação quanto aos níveis de perdas;

3.2 Material e métodos

3.2.1 Descrição geral

A pesquisa foi realizada em um abatedouro comercial de frangos de corte no Estado de São Paulo. O clima local é caracterizado como tropical de altitude Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2007). Para a avaliação desta etapa, utilizou-se o banco de dados relativos ao ano de 2006, englobando as atividades pré-abate da empresa. Foram analisados dados históricos de aproximadamente 13 mil caminhões envolvendo: número de aves por caminhão, densidade de aves por caixa, tempo de espera pré-abate e a variação diária quanto aos fatores medidos.

3.2.2 Avaliação climática e produtiva

3.2.2.1 Avaliação climática

Os dados climáticos foram provenientes da Estação Meteorológica da Embrapa Pecuária Sudeste. Foram obtidos dados médios para cada turno (manhã, tarde e noite) de temperatura do bulbo seco (Tbs, em °C) e umidade relativa (UR, em %) de 12 meses de registro, que compreende os meses de janeiro a dezembro de 2006. A análise climática baseou-se na determinação dos dias de conforto e estresse térmico, utilizando a grandeza psicrométrica entalpia (H) como índice de conforto térmico, que expressa a quantidade de energia térmica, em kJ, contido em 1 kg de ar seco, através da fórmula empírica eq. (4), segundo Villa Nova¹ (informação verbal) apud Barbosa Filho (2005):

$$H = 6,7 + 0,243 \cdot Tbs \cdot \left\{ \frac{UR}{100} \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot Tbs}{237,3 + Tbs}} \right\} \cdot 4,18 \quad (4)$$

Tbs = temperatura do bulbo seco (°C);

UR = umidade relativa (%).

Para o entendimento prático da entalpia, foi adotada neste trabalho a classificação da condição térmica (ANEXO A), através do Índice Entalpia de Conforto, dada por Barbosa

¹VILLA NOVA, N. A. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Filho et al. (2007), que compreende 4 faixas relativas ao conforto e estresse térmico das aves: Conforto: 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta: 63 - 68,6; Crítica: 68,7 - 75,8; Letal: acima de 75,9.

3.2.2.2 Avaliação produtiva

A variável produtiva utilizada nesta etapa foi a mortalidade das aves dentro do intervalo de tempo utilizado no estudo, por meio dos dados de perdas relatadas nas planilhas de controle da empresa.

3.2.3 Fontes de variação relacionadas às operações pré-abate

Para a avaliação dos dados referentes às operações pré-abate, é apresentado o fluxograma a seguir (Figura 3), evidenciando as fontes de variação do estudo, envolvendo: estação do ano, turnos, densidade de aves por caixa e tempo de espera.

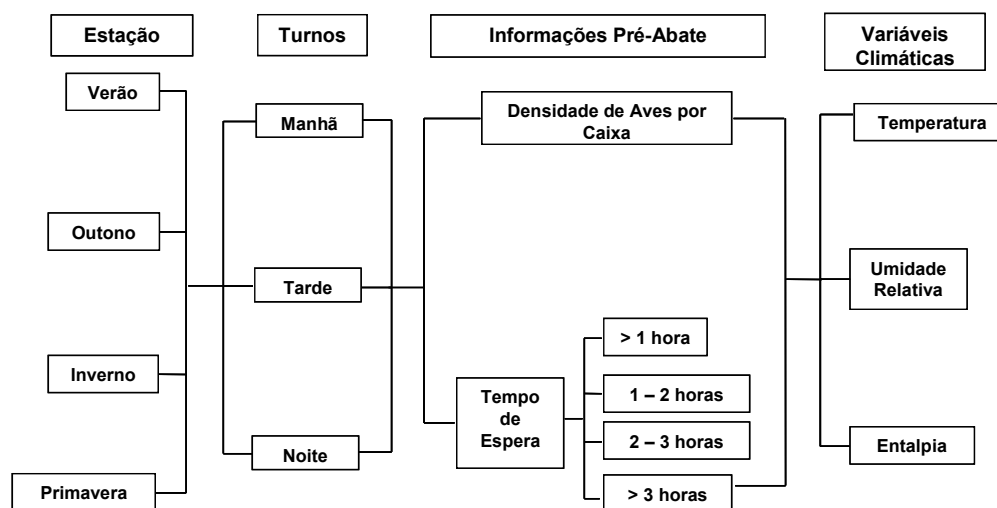


Figura 3 - Fluxograma das variáveis respostas envolvidas nas operações pré-abate

As fontes de variação utilizadas neste estudo foram classificadas e subdivididas da seguinte forma:

a) Estações do ano:

- Outono (20/3/06 a 20/6/06);

- Inverno (21/6/06 a 22/9/06);
- Primavera (23/9/06 a 20/12/06);
- Verão (21/12/06 a 19/3/07).

b) Turnos do dia: horários do dia em que foram transportadas as aves.

- Manhã (6:00 - 12:00);
- Tarde (12:00 - 18:00);
- Noite (18:00 - 6:00).

c) Densidade de aves por caixa: foi contabilizado para cada caminhão o número de aves que foram transportadas por caixa;

d) Tempo de espera: período de permanência no abatedouro, entre a chegada do caminhão no abatedouro e o descarregamento na linha de abate.

- Inferior a 1 hora;
- Entre 1 e 2 horas;
- Entre 2 e 3 horas;
- Superior a 3 horas.

3.2.4 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

3.2.4.1 Delineamento experimental

Com o objetivo de analisar o comportamento da mortalidade em relação às demais variáveis explicativas: tempo de espera, variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa), densidade de aves por caixa, turnos diários, estações do ano e os dias de conforto e estresse térmico, representados pela entalpia, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado Duplo (MLGD). Neste modelo, os caminhões foram considerados como unidades experimentais e cada caminhão observado ao longo dos dias, como repetições. Por se tratar de um estudo que tinha como característica a não-interferência na rotina do abatedouro, o delineamento experimental foi do tipo não-estruturado, sem nenhuma estrutura de parcelas ou de tratamentos para a obtenção dos dados.

3.2.4.2 Análise dos dados

O número de aves mortas por caminhão foi tratado como uma variável resposta com distribuição de Poisson. A função logarítmica foi assumida para fazer a ligação entre o preditor linear do modelo e a esperança da variável resposta. A escolha deste modelo se justificou pela superdispersão encontrada nas análises exploratórias dos dados, que excedeu o limite de variabilidade de uma distribuição Poisson. A análise dos dados foi realizada nas seguintes etapas:

- a) **Escolha do modelo:** dentro da estrutura MLGD, o modelo da média estuda a relação das variáveis explicativas com a variável resposta, ou seja, visa modelar a média a partir de um preditor linear, com resposta Poisson. Já o modelo de dispersão tem como função a modelagem da variabilidade dos dados, com resposta gama.
- b) **Teste de Hipóteses:** a estatística de Wald foi escolhida para testar as hipóteses referentes à escolha dos fatores que contribuem efetivamente no modelo, consistindo na generalização do teste t de Student (Wald, 1943² apud Demétrio, 2002).
- c) **Análise de resíduos:** para este trabalho, foram utilizados os métodos informais de verificação de ajuste de um modelo ao conjunto de dados em questão, que consistem no exame visual de certos gráficos para verificar certos padrões ou pontos discrepantes (DEMÉTRIO, 2002).
- d) **Análise das interações:** As variáveis qualitativas deste estudo foram as estações e os turnos do dia. Desta forma, a análise das interações foi realizada fixando um fator e comparando a significância dos demais em relação a ele. Ou seja, não existe uma ordem natural entre estes fatores, portanto, considerou-se arbitrariamente um fator como categoria de referência.

Em todas as etapas desta análise, foi utilizado o software estatístico R (R Development Core Team, 2006).

²WALD, A. Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. Trans. Amer. Math. Soc., 54, p.426-482, 1943.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Análise exploratória dos dados

3.3.1.1 Variáveis climáticas da região

Os fatores escolhidos para esta fase descritiva foram as variáveis climáticas, devido ao conhecimento prévio da forte influência das mesmas no bem-estar de frangos de corte. Durante o período estudado, as maiores temperaturas foram registradas no verão e primavera, com pouca variação ao longo dos meses (Figura 4). No verão, a temperatura média foi de 23°C e na primavera, a média foi de 21°C. Já no inverno, a temperatura média foi de 18,9°C com uma variação maior do que a do verão e primavera, e no outono, a temperatura média foi de 19°C. Esses valores médios entre 18,9°C e 23°C se enquadram nos limites médios de conforto térmico estabelecidos por vários autores para a produção de frangos de corte, que compreendem entre 15,5 a 26,5°C (MILLIGAN; WINN, 1963), 18 a 24°C (CURTIS, 1983), 13 e 27°C (SILVA, 2000) e 21 a 23°C (MACARI; FURLAN, 2001).

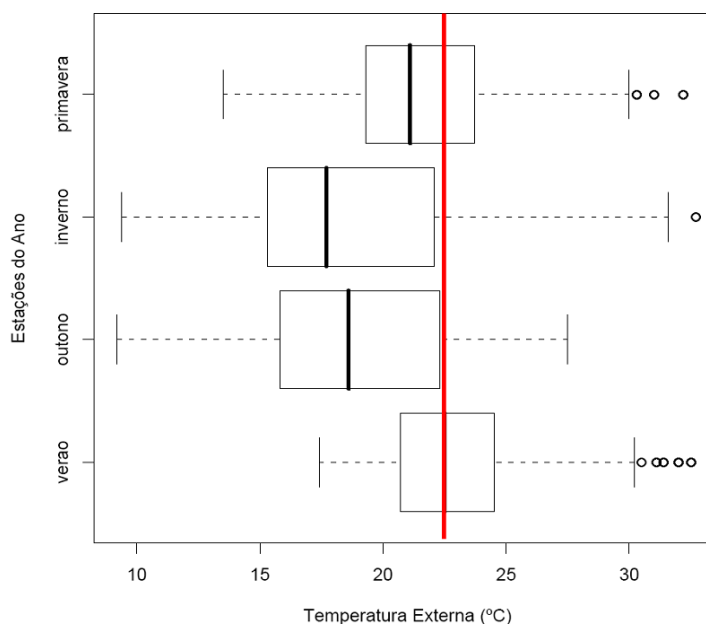


Figura 4 - Perfil da temperatura externa em relação às estações do ano em 2006, sendo a linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001)

Quando analisada a umidade relativa, observa-se pela Figura 5, que os meses mais úmidos foram no verão, outono e primavera, sendo que no verão, a umidade se manteve na faixa média entre 79 e 89%, no outono entre 78 e 88% e na primavera, entre 79 e 89%. Como esperado, o inverno registrou umidade relativa baixa, com variabilidade maior entre 54 e 82%.

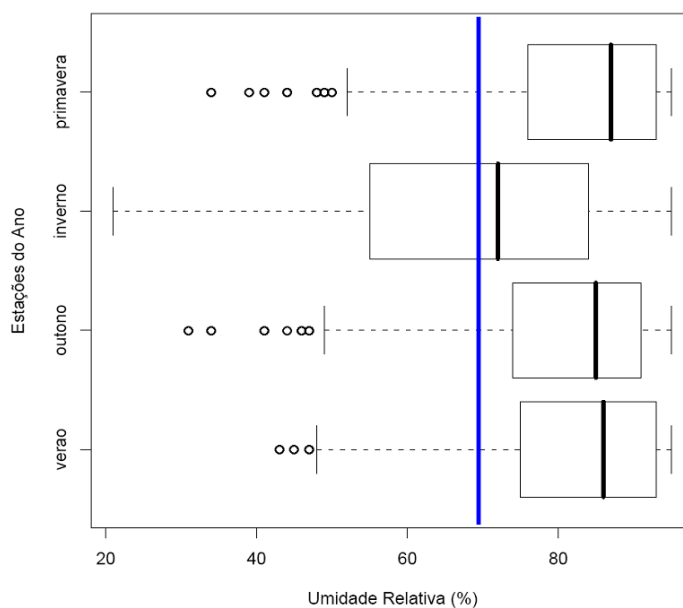


Figura 5 - Perfil da umidade relativa em relação às estações do ano em 2006, sendo a linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)

De acordo com Macari e Furlan (2001), a faixa de umidade relativa correspondente ao conforto térmico das aves se encontra entre 65 e 70%. Nota-se, porém, que, somente na metade dos dias do inverno, tal condição foi verificada no ano de 2006. Adams e Rogler (1968) realizaram uma pesquisa com diferentes faixas de umidade relativa e com a temperatura de 29°C e detectaram que os animais apresentaram desempenho pior quando a umidade relativa alcançou 80%. Concordando com os autores, tal análise exploratória indica uma tendência de que os animais apresentaram estresse térmico acentuado na maior parte do ano.

A entalpia externa mostra, através da Figura 6, estas constatações acima, por combinar os efeitos de temperatura e umidade relativa.

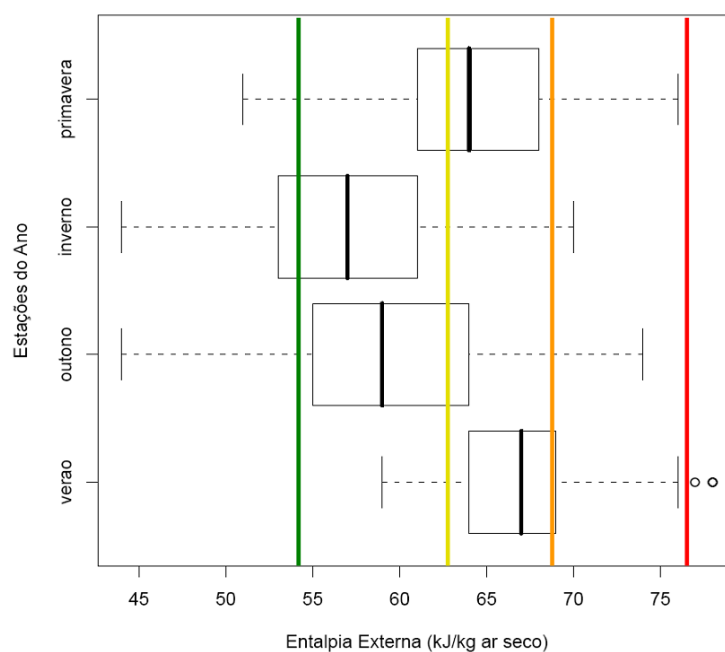


Figura 6 - Perfil da entalpia externa em relação às estações do ano em 2006 e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9

De acordo com a classificação sugerida por BARBOSA FILHO et al. (2007), as aves estiveram em boa parte do ano oscilando entre a faixa de conforto e a crítica (44 a 73 kJ/kg de ar seco), como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das faixas de entalpia ao longo das estações, para os dados analisados

Estações do ano	Variação da entalpia (kJ/kg de ar seco)	Classificação	
Verão	63 - 68,6	Alerta	Crítica
Outono	55 - 64	Conforto	Alerta
Inverno	54 - 61,9	Conforto	
Primavera	62 - 66	Conforto	Alerta
Média Anual	44 - 73	Conforto	Crítica

3.3.1.2 Turnos do dia

Em relação à variação anual dos turnos ao longo do dia (Figura 7), observou-se que durante a noite houve uma média de 18,1°C, com desvio-padrão de 3°C. Porém, as variações entre máximas e mínimas foram de 9°C e 25°C, aproximadamente. No turno da manhã, houve uma média de 20,3°C, com desvio-padrão também de 3°C. A máxima e a mínima deste turno foram de 11°C e 27°C, respectivamente. Já no turno da tarde, a média registrada foi de 25,2°C e o desvio-padrão de 3°C, com valores máximos e mínimos de 18 e 33°C, aproximadamente.

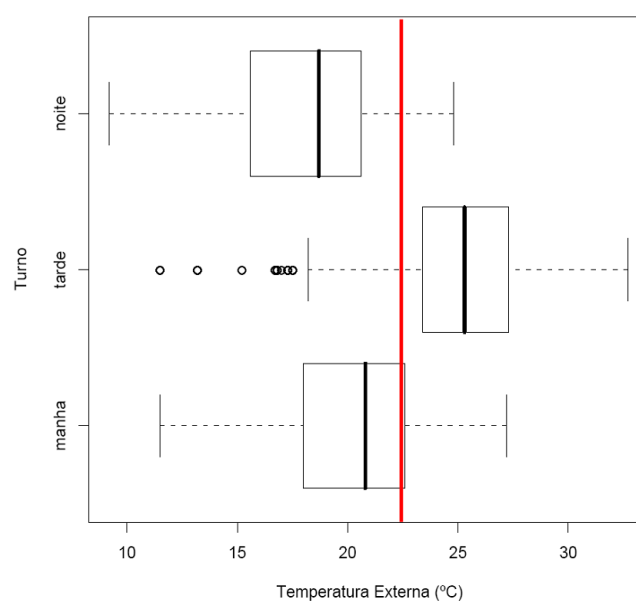


Figura 7 - Perfil da temperatura externa em relação aos turnos diários em 2006, sendo a linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001)

A variação da umidade relativa dentro de cada turno pode ser visualizada através da Figura 8. No turno da noite, a umidade média registrada foi de 86%, com desvio-padrão de 10%. Semelhantes valores foram encontrados no turno da manhã, com média de 80% e desvio-padrão de 11%. No turno da tarde, a média registrada foi de 63%, com desvio-padrão de 17%. Em relação às faixas ideais de temperatura e umidade para frangos de corte, propostas por diversos autores (MILLIGAN; WINN, 1963; ADAMS; ROGLER, 1968; CURTIS, 1983; SILVA, 2000; MACARI; FURLAN, 2001), os animais estiveram em estresse térmico em alguns dias, durante o turno da tarde, considerando tanto a temperatura quanto a umidade. Quanto ao turno da manhã, em termos de temperatura, todos os dias se encontraram dentro da faixa

de conforto, porém o mesmo não foi verificado em relação à umidade relativa, pois alguns dias excederam tal faixa. Durante a noite, os frangos estiveram na zona de estresse por frio em alguns dias, sendo incrementado pela umidade elevada na maior parte do ano.

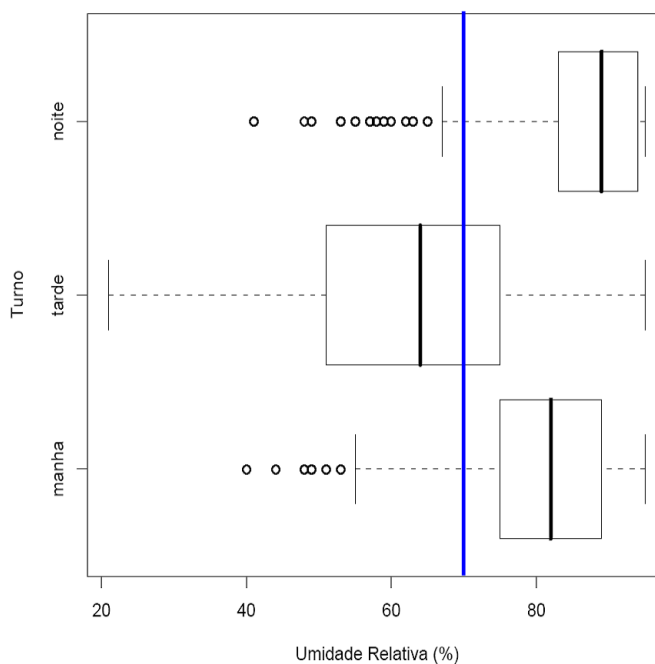


Figura 8 - Perfil da umidade relativa em relação aos turnos diários em 2006, sendo a linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)

Com relação à entalpia, esta apresentou resultados que confirmam tais relações acima discutidas, entre a temperatura e umidade, dentro de cada turno (Figura 9). O período da tarde apresentou faixas de alerta, acima de 63 kJ/kg de ar seco. Ou seja, 50% das frequências se encontraram na faixa crítica, chegando à zona letal nas situações mais extremas. No período da manhã, as aves foram transportadas entre a faixa de conforto e de alerta, entre 57 e 66 kJ/kg de ar seco. Durante a noite, a entalpia se manteve na faixa de conforto, entre 54 e 62 kJ/kg de ar seco, com algumas observações na faixa de alerta. Tanto a noite quanto a manhã apresentaram alguns dias abaixo da zona de conforto térmico, indicando que as aves podem ter sofrido estresse por frio (Tabela 2).

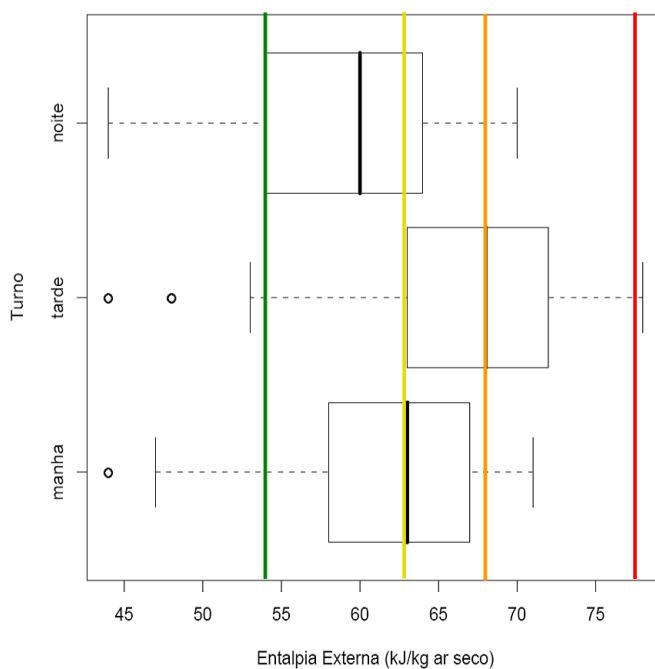


Figura 9 - Perfil da entalpia externa em relação aos turnos diários em 2006 e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9

Tabela 2 - Classificação das faixas de entalpia ao longo dos dias do ano, para os dados analisados

Turnos do dia	Varição da entalpia (kJ/kg de ar seco)	Classificação	
Manhã	58 - 66	Conforto	Alerta
Tarde	55 - 64	Alerta	Crítica
Noite	54 - 64	Conforto	Alerta
Média Anual	44 - 73	Conforto	Crítica

Na Figura 10, por meio do conjunto de dados, observa-se que, apesar de ocorrer uma variação da mortalidade nos turnos e entre as estações, não ocorreu uma padronização dos eventos.

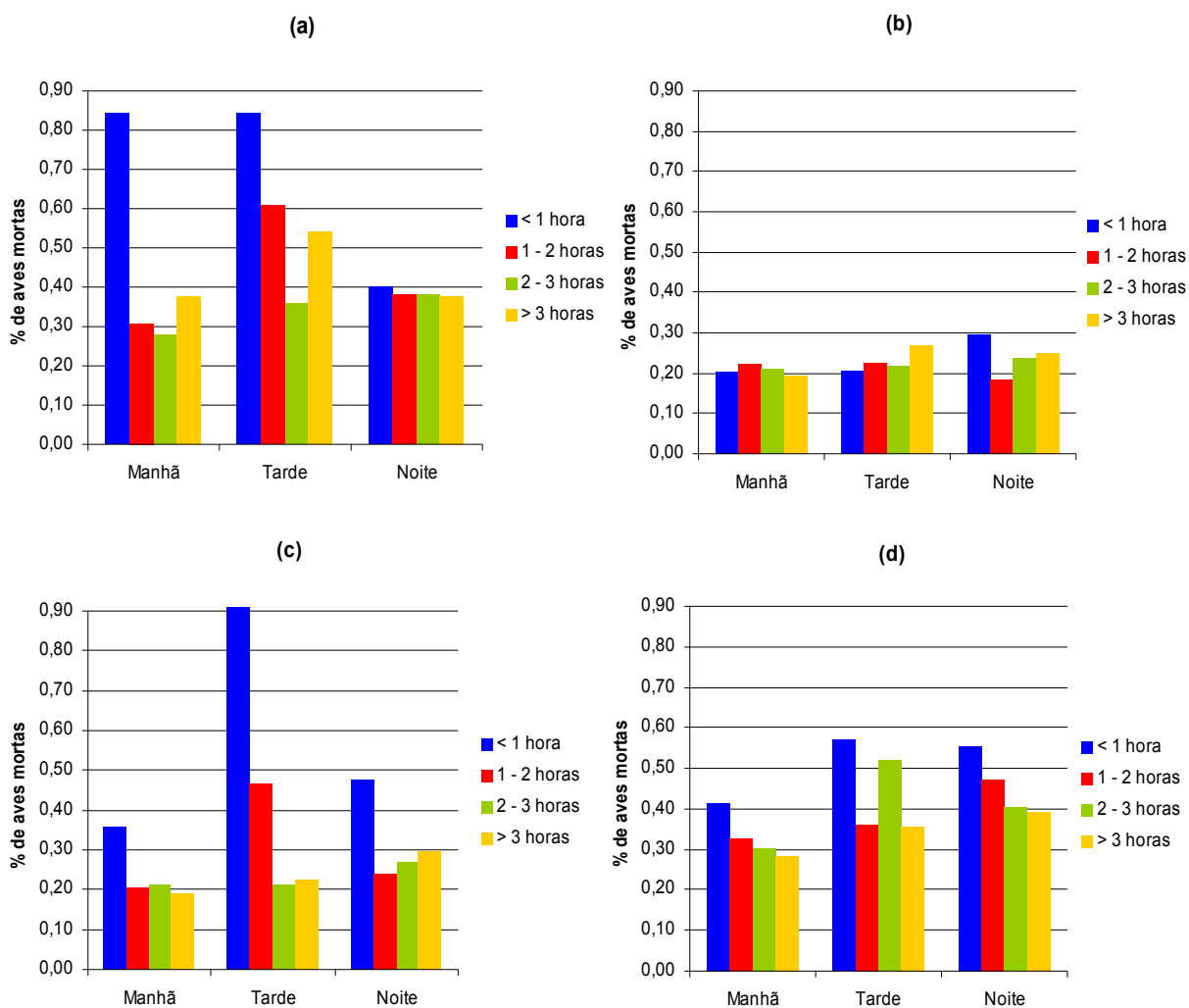


Figura 10 - Porcentagem de mortalidade em diferentes tempos de espera no abatedouro, ao longo do ano: Verão (a), Outono (b), Inverno (c) e Primavera (d)

3.3.1.3 População de aves estudada

Em relação à densidade de aves por caixa no caminhão, de acordo com a Tabela 3, a quantidade variou entre 3 e 10 aves, sendo que a média esteve por volta de 7 aves. Todavia, foi observado que não existe um padrão adotado pela empresa, visto que tal quantidade é determinada segundo o tamanho do lote na granja e também pelo fluxo do abate.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas para o número de aves por caixa

Mín.	25%	Mediana	Média	75%	Máx.	Desvio-Padrão
3	7	7	7	8	10	0,866502

3.3.1.4 Tempo de espera

De acordo com o conjunto de dados, verifica-se que tempos de espera inferiores a 1 hora indicam o aumento da mortalidade (Figura 10). Por se tratar de uma análise exploratória, a possível explicação deve-se ao fato do uso eficiente da climatização nos ambientes de espera pré-abate, auxiliando na redução do estresse térmico proveniente das etapas anteriores e, conseqüentemente, na mortalidade.

3.3.2 Modelo Linear Generalizado Duplo para o número de aves mortas

Para a escolha do melhor modelo que explicasse tanto a superdispersão dos dados (modelo de dispersão) quanto a variação do número de mortes (modelo da média), foi utilizado o critério da Estatística de Wald, que testa a significância estatística para cada coeficiente. Desta forma, são escolhidos os melhores parâmetros no modelo, além da análise de resíduos para a verificação dos pressupostos dos modelos (independência dos valores preditos versus ajustados, locação-escala e distância de Cook menores que 1). O nível de significância adotado para esta amostra foi de 0,5% ($\alpha = 5 \times 10^{-3}$), devido ao grande tamanho da amostra.

Desta forma, o modelo escolhido para a média do número de mortes, eq. (5), com suas respectivas interações, assim como o modelo para a dispersão, eq. (6), é apresentado a seguir:

$$\hat{y} = \exp \left\{ -5,01 \cdot 10^{-2} + 3,25 \cdot 10^{-2}t + 4,02 \cdot 10^{-3}u + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 0,19n \right. \\ \left. + 0,25d - 0,71f - 0,49i - 0,26p - 9,63 \cdot 10^{-5}te + 1,90 \cdot 10^{-2}ta + 3,28 \cdot 10^{-2}tn + 1,24 \cdot 10^{-3}ea \right. \\ \left. + 8,51 \cdot 10^{-4}en - 5,13 \cdot 10^{-4}ed + 1,04 \cdot 10^{-3}ef + 2,86 \cdot 10^{-4}ei + 4,39 \cdot 10^{-4}ep - \right. \\ \left. 7,68 \cdot 10^{-2}ad - 0,14nd + 2,33 \cdot 10^{-2}af + 0,24nf + 0,11ai + 0,46ni + 0,12ap + 0,30np \right\} \quad (5)$$

$$\hat{\phi} = \exp \{2,79 + 34,1t_0 + 26,15t_0^2 + 9,87t_0^3 + 0,08a - 0,14n - 1,29f - 0,56i - 0,61p\} \quad (6)$$

onde:

\hat{y} = número de mortes;

t = temperatura externa;

u = umidade relativa externa;

e = tempo de espera;

a = turno da tarde;

n = turno da noite;

d = número de aves por caixa;

f = estação outono;

i = estação inverno;

p = estação primavera;

ϕ = dispersão ajustada pelo modelo;

t_0, t_0^2, t_0^3 = polinômio de terceiro grau para temperatura externa.

Os coeficientes da regressão, o erro padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p (ANEXO B), bem como a análise de resíduos dos modelos da média e de dispersão se encontram no anexo deste trabalho (ANEXOS C e D). Baseadas no modelo acima, as interações que não apresentaram significância estatística foram: tempo de espera versus estações primavera e inverno, temperatura versus turno da tarde e turno da tarde versus todas as estações (inverno, primavera e outono). As demais são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Interações entre as variáveis explicativas e seus respectivos modelos e significâncias estatísticas

Interações	Modelo	Significância
N° de Aves x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 0,19n + 0,25d - 0,14nd\}$	*
N° de Aves x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 0,25d - 7,68 \cdot 10^{-2}ad\}$	*
Temp. x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 3,25 \cdot 10^{-2}t + 0,19n + 3,28 \cdot 10^{-2}tn\}$	*
Temp. x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 3,25 \cdot 10^{-2}t + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 1,90 \cdot 10^{-2}ta\}$	NS
T. Espera x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 0,19n + 8,51 \cdot 10^{-4}en\}$	*
T. Espera x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 1,24 \cdot 10^{-3}ea\}$	*
Estações (outono) x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,71f + 0,19n + 0,24nf\}$	*
Estações (outono) x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,71f + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 2,33 \cdot 10^{-2}af\}$	NS
Estações (inverno) x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,49i + 0,19n + 0,46ni\}$	*
Estações (inverno) x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,49i + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 0,11ai\}$	NS
Estações (primavera) x Turno (noite)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,26p + 0,19n + 0,30np\}$	*
Estações (primavera) x Turno (tarde)	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,26p + 7,14 \cdot 10^{-4}a + 0,12ap\}$	NS
N° de Aves x T. Espera	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 0,25d + 4,0 \cdot 10^{-3}e - 5,13 \cdot 10^{-4}de\}$	*
Temp. x T. Espera	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 3,25x10^{-2}t + 4,0 \cdot 10^{-3}e - 9,63 \cdot 10^{-5}te\}$	*
Estações (outono) x T. Espera	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,71f + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 1,04 \cdot 10^{-3}fe\}$	*
Estações (inverno) x T. Espera	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,49i + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 2,86 \cdot 10^{-4}ei\}$	NS
Estações (primavera) x T. Espera	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} - 0,26p + 4,0 \cdot 10^{-3}e + 4,39 \cdot 10^{-4}ep\}$	NS
UR	$\hat{y} = \exp \{-5,01 \cdot 10^{-2} + 4,02 \cdot 10^{-3}u\}$	*

NS: Não significativo.

* : Significativo ao nível de 0,5% de probabilidade, segundo a Estatística de Wald.

3.3.3 Análise das interações

3.3.3.1 Efeito da densidade de aves por caixa, temperatura e turno na mortalidade

3.3.3.1.1 Turno da noite

Analisando os dados referentes ao turno noturno (Figura 11), há uma variação na mortalidade dos animais em diferentes faixas de densidade. Existe um limite entre 3 a 7 aves por caixa em que a mortalidade neste turno foi reduzida até a mortalidade mínima nas densidades de 7 aves. Porém, acima de 8 aves por caixa, há um pequeno incremento no número de aves mortas. Por outro lado, em um número reduzido de aves por caixa, na densidade de 3 aves, ocorreu um incremento máximo na mortalidade, que correspondeu aproximadamente a 13 aves mortas por caminhão.

Nota-se na Figura 11 que, com a redução da densidade, houve um acréscimo na mortalidade. Este fato é justificado por diferentes fatores estudados nesta pesquisa. Foram registradas, em 2006, durante as noites, baixas temperaturas ambiente e elevada umidade relativa, somada à baixa densidade de aves por caixa.

Nesta situação, a ave já apresenta troca de energia térmica na forma de calor sensível (condução, convecção e radiação) com o ambiente, segundo FURLAN e MACARI (2002), e o organismo dela tenta compensar através dos mecanismos de termogênese (tremor, vasoconstrição periférica e eriçamento das penas), com o objetivo de diminuir a transferência da energia térmica para o meio. Entretanto, quando tal quadro se prolonga, somado à ventilação que circula na carga, o organismo dos animais não consegue reverter o estresse por frio na tentativa de se alcançar a homeostase e assim, rapidamente a ave chega ao óbito. Em casos ligeiramente mais brandos, a ave ainda consegue sobreviver, porém, resultando em outros tipos de comprometimentos produtivos. Tais resultados foram concordantes com diversas pesquisas anteriores (HUNTER et al., 2001; FURLAN; MACARI, 2002; NIJDAM et al., 2004; DELEZIE et al., 2007;).

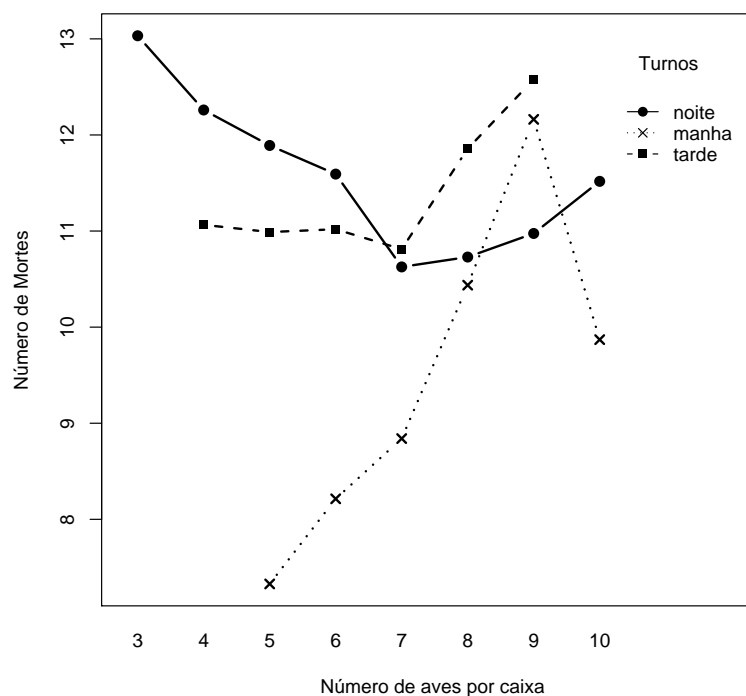


Figura 11 - Valores médios da interação entre o número de aves por caixa e os diferentes turnos, em relação ao número de aves mortas

A elevada densidade por caixa certamente reduz o custo do transporte, porém tal excesso pode levar as aves à faixa de estresse térmico por calor, reduzindo a capacidade de troca térmica com o meio, conforme afirmaram Delezie et al. (2007), além do aumento na taxa de mortalidade. Como agravante, a ventilação na carga pode também ocasionar o estresse por calor, devido à desigualdade térmica no microambiente da carga, conforme foi descrito por Hunter et al. (2001). Por isso, em densidades elevadas (7 a 10 aves por caixa), mesmo as temperaturas ambientais sendo baixas ou de conforto, favorecem o aumento da temperatura, reduzindo a capacidade de troca de calor sensível e realizando trocas de calor latente (resfriamento evaporativo respiratório). Em contrapartida, Nijdam et al. (2004) afirmaram que o aumento da densidade leva ao aumento da umidade relativa dentro da carga, por meio das vias respiratórias (polipnéia) e também pelas excretas, dificultando a troca de calor latente, em uma situação de estresse térmico por calor. Este quadro é mais característico no turno da tarde e na manhã, tal como discutido a seguir.

3.3.3.1.2 Turno da tarde

O resultado encontrado (Figura 11) para o turno da tarde apresenta uma gradativa elevação na mortalidade à medida que aumenta a densidade de aves por caixa. Na faixa entre 4 a 6 aves por caixa, a mortalidade se manteve constante, até a densidade de 7 aves, a partir da qual se observa uma redução na mortalidade. Esses resultados são semelhantes ao que aconteceu no turno da noite. Porém, deve-se considerar que as condições climáticas são bastante diferenciadas.

Todavia, durante a tarde, a característica climática básica é de temperaturas elevadas e baixas umidades relativas. Essa condição leva a ave aos ajustes fisiológicos e comportamentais para manter o equilíbrio térmico interno. Analisando o modelo de interação entre os turnos do dia com a variação da temperatura (Figura 12), verifica-se que com a elevação da temperatura ocorre nitidamente o aumento da mortalidade. Essa observação é evidenciada para o turno da tarde, quando os aumentos bruscos na mortalidade ocorreram nas faixas acima de 22°C, considerada zona de alerta, que é acentuada com o aumento da densidade de aves por caixa. Assim, existe uma relação direta entre o número de aves por caixa, temperatura e mortalidade. Isso corrobora Nicol e Scott (1990), que afirmaram que a forma sensível de troca térmica com o ambiente é reduzida, devido à densidade elevada de aves por caixa no caminhão, em geral, duas vezes mais aquela adotada no galpão de criação. Tal informação foi complementada por Yahav et al. (2005), os quais afirmaram que a força diretriz da perda de calor sensível é a diferença de temperatura entre a superfície do animal e a temperatura ambiente. Como as aves possuem uma considerável cobertura de penas, a temperatura corporal se mantém próxima à da ambiente, tornando pouco eficaz qualquer tentativa de perda por radiação ou convecção. Por isso, as aves utilizam mais a evaporação respiratória como forma de retirar o excesso de calor corporal, porém, com o aumento da ventilação da carga, ocorre maior retirada de calor do ambiente térmico do caminhão, podendo levar a ave à desidratação e, conseqüentemente, a um novo aumento na temperatura do núcleo corporal, resultando em aumento da taxa de mortalidade.

Mesmo assim, o resfriamento evaporativo respiratório corresponde a cerca de 40% na eliminação de calor metabólico das aves, consistindo em um meio eficiente de troca de calor com o ambiente (SILVA, 2000).

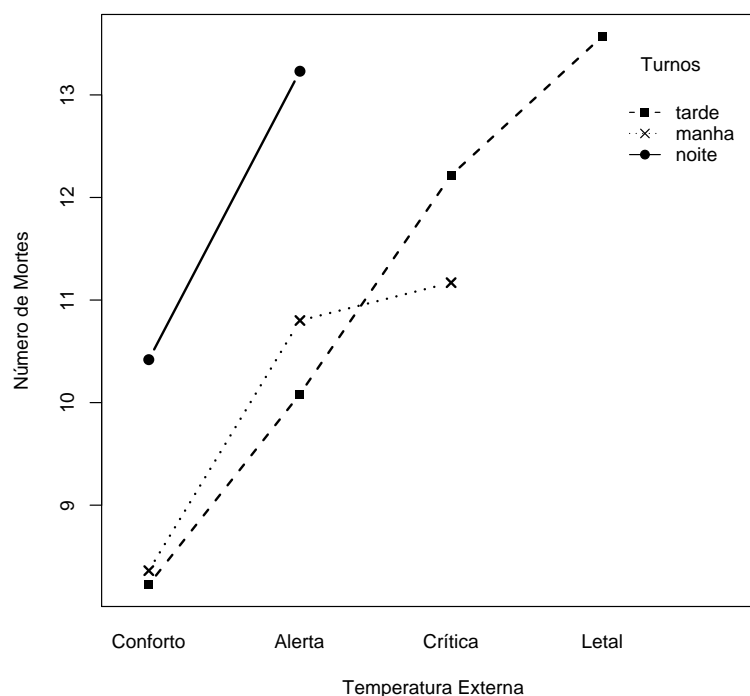


Figura 12 - Modelo de interação entre os turnos do dia e as faixas de temperatura, em relação ao número de aves mortas, sendo as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C, segundo Barbosa Filho et al. (2007)

Outro quadro térmico pode se instalar na carga com a elevação de temperatura ambiental, somada à ventilação baixa dentro da carga, elevando-se a frequência respiratória das aves na carga e aumentando também a quantidade de vapor d'água no microambiente, o que gera um círculo vicioso resultando em incremento no estresse térmico para as aves (MITCHELL; KETTLEWELL, 1998). Além disso, Furlan e Macari (2002) afirmaram que o aumento da frequência respiratória pode causar no frango distúrbios metabólicos quanto ao desequilíbrio ácido-básico, desenvolvendo um quadro de alcalose respiratória. Desta forma, com o prolongamento das operações pré-abate, as aves chegam a óbito.

3.3.3.1.3 Turno da manhã

Já no turno da manhã, a partir de 5 aves por caixa, existe um aumento na mortalidade, acentuando ainda mais a partir de 7 aves por caixa. Essa redução é semelhante ao turno da tarde. Devido ao fato da manhã ser um período de transição entre o turno da noite e o turno da tarde, espera-se uma variação crescente da mortalidade em relação à densidade de aves por caixa, acompanhando o aumento da temperatura (Figura 12), ao passo que a umidade relativa permanece elevada nas primeiras horas da manhã, decaindo com o avançar do tempo. No geral, durante a manhã, foi observado que o aumento do número de aves em uma caixa, nos horários de temperaturas maiores, prejudica as aves na perda de calor para o meio, ou seja, o desconforto das aves pode chegar aos níveis críticos, tal como evidenciado nos resultados deste turno. Baseados em resultados semelhantes, Nijdam et al. (2004) analisaram os diferentes turnos e encontraram mortalidades expressivas nos turnos da manhã e da tarde, explicando que, durante o dia, o grau de atividade dos animais aumenta consideravelmente, gerando desde injúrias nas carcaças até a mortalidade. Considerando a transição de umidade observada neste turno, Yahav et al (1995) observaram que, quando o balanço hídrico da ave é limitado, tal como ocorre sob condições de baixa umidade relativa, distúrbios na termorregulação podem ser esperados. Desta forma, a interferência no bem-estar das aves, devido à hipertermia, resulta na redução do desempenho zootécnico, neste caso particular das operações pré-abate, sob a forma de mortalidade antes da chegada à linha de abate. Neste ponto, Bayliss e Hinton (1990) afirmaram que, durante a manhã, com o aumento da temperatura ao longo das horas, a mortalidade acompanha o aumento de calor até que a temperatura atinja um patamar e a mortalidade passa a aumentar mais acentuadamente. Os dados deste trabalho mostraram um aumento mais pronunciado do que na pesquisa realizada pelos mesmos autores em 1985. Todavia, os dados concordam na afirmação de que a mortalidade, mesmo sendo crescente, é ainda menor em relação ao turno da tarde, considerado o período de maior mortalidade do dia.

Desta forma, de acordo com os resultados apresentados acima, pode se dizer que em relação às densidades elevadas (acima de 7 aves por caixa), houve um acréscimo na mortalidade no turno da tarde, seguido do turno da manhã e noite, devido à temperatura elevada nos dois primeiros turnos, conjugada com o efeito da umidade relativa. Nas densidades menores

(abaixo de 7 aves por caixa), a mortalidade foi elevada no turno da noite, seguida pelo turno da tarde e pelo turno da manhã, por causa do efeito da perda de calor sensível no turno da noite, da tarde e manhã, o número de aves mortas foi menor devido ao espaço maior para troca térmica dentro das caixas, que favorece as aves nestes períodos.

Quanto aos melhores turnos para se realizar as operações pré-abate, Nijdam et al. (2004) encontraram maiores taxas de mortalidade na manhã e na tarde e as menores perdas durante a noite, recomendando o manejo pré-abate no intervalo entre 0 e 5 horas. Quanto à densidade de aves por caixa, Delezie et al. (2007) recomendaram um espaço ideal de aproximadamente 5,76 cm² por frango, o que nas medidas encontradas nas caixas adotadas no abatedouro (70 × 60 cm), equivale à faixa de densidade entre 7 e 8 aves por caixa. Todavia, devem-se considerar tais recomendações em cada turno em que o transporte foi realizado.

Portanto, de acordo com os resultados analisados neste estudo, pode-se recomendar que as melhores densidades de aves por caixa relacionadas com as menores perdas em cada turno foram 5 aves por caixa no turno da manhã e 7 aves no turno da tarde e durante a noite (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores recomendados de densidade de aves por caixa em cada turno e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas

Turno	Número de aves por caixa	% mortalidade esperada
Manhã	5	0,30
Tarde	7	0,32
Noite	7	0,31

3.3.3.2 Efeito dos fatores pré-abate e do tempo de espera na mortalidade

3.3.3.2.1 Estações verão e primavera vs. tempo de espera

Outra interação de destaque foi entre o tempo de espera e as estações do ano (Figura 13). No verão e na primavera, quanto maior o tempo de espera, menor o número de aves mortas por caminhão em ambientes climatizados, ou seja, os caminhões normalmente chegam

com temperatura bastante elevada, principalmente em dias e horários mais quentes.

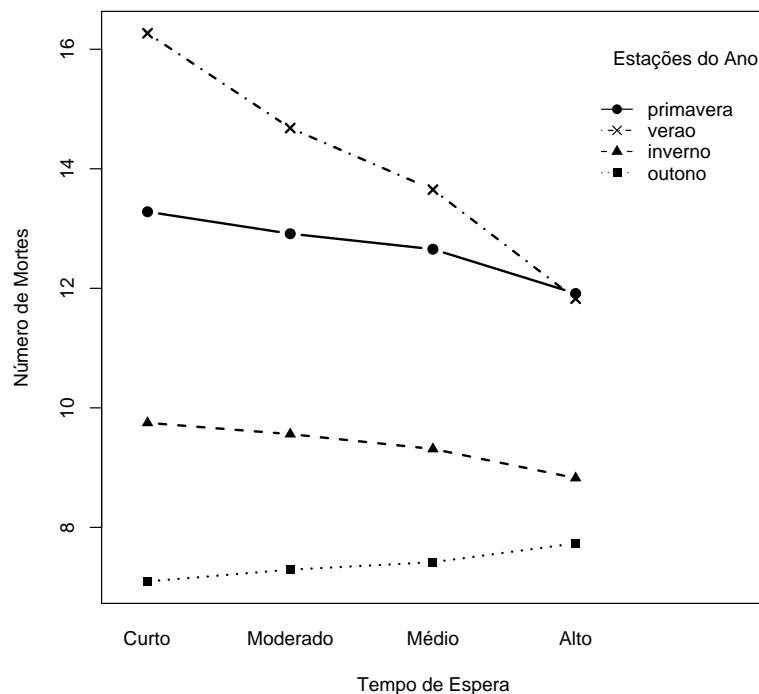


Figura 13 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as estações do ano, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas

À medida que o caminhão permanece no galpão de espera, a eficiência da climatização aumenta, reduzindo o estresse térmico proveniente das etapas anteriores. A partir de 1 hora de espera, a redução na mortalidade se mostrou mais efetiva no verão do que na primavera, apesar do número de aves mortas ter sido mais expressivo em ambas as estações, quando comparado com as demais. Tal resultado está de acordo com a Tabela 1, cuja classificação bioclimática nestas estações foi a de alerta na maior parte do verão e primavera, sendo que no verão, a entalpia esteve na faixa de 63 a 68,6 kJ/kg de ar seco, classificada entre alerta e crítica, o que justifica a acentuada mortalidade neste período. Quanto à primavera, esta apresentou alguns dias de conforto térmico (54,7 - 62,9 kJ/kg de ar seco) e, por isso, a redução na mortalidade foi pouco expressiva em relação ao tempo de espera, com redução discreta no intervalo de tempo entre 2 e 3 horas de espera.

Todavia, nas condições climáticas atuais, tanto a primavera quanto o verão são equivalentes na condição de estresse térmico elevado para as aves, submetidas às operações pré-abate, apesar da não-signifância da primavera ($p > 0,005$). Relacionado a este efeito sazonal, Petracci et al. (2006) descreveram que, no período do verão, a porcentagem de mortalidade foi de 0,47% para frangos de corte, expressivamente elevado em relação às outras estações (acréscimo de 43%). Tal valor é explicado pela elevada temperatura na região da Itália naquela época (16,3 - 27,7°C), valores próximos encontrados no verão de 2006 (acima de 23°C).

Desde a pega até o transporte, os efeitos das etapas são agravados em grande parte no carregamento, segundo Yalçin et al. (2004), aumentando ainda mais no transporte, quando os caminhões se encontram no ambiente externo e as aves são alojadas nas caixas em densidade elevada. Com isto, os animais ativam os mecanismos de termólise, na tentativa de dissipar o calor excedente. Em contrapartida, a umidade elevada dificulta as trocas térmicas no caminhão, principalmente no verão, estação que é caracterizada como quente e úmida, tal como evidenciada na Figura 5. A partir daí, com o aumento da quantidade de calor ao longo da carga, de forma heterogênea e somado à carga térmica do ambiente externo (MITCHELL; KETTLEWELL, 1994), os animais chegam ao abatedouro com a capacidade termorregulatória bastante afetada, aumentando as chances de morte antes da chegada à linha de abate. Levando-se em consideração o percurso entre a chegada ao abatedouro e a descarga na linha de abate, este espaço curto de tempo é o suficiente para levar a óbito um número maior de aves, no caso de abate imediato, ou seja, sem o tempo de espera ou tratando-se de uma condição de espera sem climatização. No intervalo de tempo em que o caminhão permanece no galpão de espera, a ave inicia o retorno à condição de equilíbrio e, com isto, a redução da chance de mortalidade na carga é gradual.

Tais situações estão de acordo com resultados apresentados por Bayliss e Hinton (1990), em uma pesquisa com diferentes lay-outs de espera pré-abate. O galpão de espera que registrou a menor mortalidade (0,2% nos caminhões) foi aquele que possuía um sistema de climatização eficiente, com nebulização e ventilação. Mesmo assim, naquela condição de verão, a média na estação foi de 0,34%. No galpão onde apenas a ventilação forçada era utilizada, sem uma cobertura que protegesse a carga do ambiente externo, a mortalidade foi elevada em relação ao primeiro caso, alcançando valores entre 0,56 e 0,64%, respectivamente

para o verão e primavera. Os autores justificaram tal inversão nas perdas devido à primavera mais quente em 1986. No terceiro módulo de espera, a mortalidade foi semelhante ao segundo no verão, outono e primavera. Contextualizando com a realidade brasileira, a primavera em 2006 teve uma condição térmica muito próxima do verão (Figuras 4 e 5) e o abatedouro em questão possui um sistema de climatização adequado. Com esta realidade, a condição de estresse térmico foi estendida para a primavera, resultando em elevada mortalidade naquele período.

Portanto, aumentando o tempo de espera, tal eficiência na redução da mortalidade é notável, desde que as condições internas no galpão sejam controladas adequadamente, de forma a facilitar as trocas térmicas entre as aves e o meio. Tal fato é confirmado pela Figura 13, através da inclinação acentuada da reta que corresponde ao número de aves mortas no verão, em relação ao tempo de espera. Na primavera, apesar da variação não ser significativa, Nääs et al. (2001) afirmaram que o estresse causado pelas flutuações térmicas é comum nesta época, gerando desde distúrbios metabólicos até o aumento de mortalidade no lote. Somado ao estresse ocasionado pelas operações pré-abate, tais efeitos resultam na taxa de mortalidade elevada ao final do processo.

3.3.3.2 Estações outono e inverno vs. tempo de espera

No outono, a mortalidade foi menos expressiva, conforme Figura 13, visto que, neste período, as aves não chegam ao galpão em estresse térmico elevado, mantendo-se estável no decorrer do tempo. A interação entre o tempo de espera e o inverno não se mostrou significativa no modelo escolhido ($p > 0,005$), concordando com Bressan e Beraquet (2002), os quais relataram que em dias de conforto térmico, o tempo de espera pode até ser suprimido do processo. Neste caso, justifica-se a não-significância devido às condições térmicas no inverno, apresentando na maior parte dos meses situações de conforto para as aves (55 a 62,9 kJ/kg de ar seco) e com isto, seus efeitos não foram suficientes para explicar a mortalidade das aves neste período. Warriss et al. (2005) também não encontraram evidências claras sobre a influência do frio na mortalidade dos frangos, em regiões temperadas, com temperaturas próximas de -1°C.

Assim como a primavera, o outono é considerado meia-estação, pela transição da

condição térmica entre o verão e inverno. No caso da temperatura, conforme evidenciada pela Figura 4, esta estação é muito semelhante ao inverno, apresentando faixas abaixo da temperatura média de conforto térmico (22°C). No entanto, apresentou-se muito semelhante ao verão em relação à umidade relativa (Figura 5). Com isto, por ter sido uma estação fria e úmida, as aves sofreram mais o efeito térmico do que no inverno, porém bem menos do que na primavera e verão. Isto é confirmado por meio da reduzida mortalidade neste período. Bayliss e Hinton (1990) encontraram valores baixos de mortalidade no outono, no abatedouro cuja espera era climatizada. Um aumento expressivo de 0,35% foi encontrado nos abatedouros com espera sem climatização ou ao ar livre, indicando que, mesmo em meses de conforto térmico, tal como no outono na maior parte dos dias (Tabela 1), a falta do ambiente climatizado compromete a condição de bem-estar das aves. No entanto, estas pesquisas foram realizadas em regiões de clima temperado, bem diferentes das condições observadas no Brasil.

Entretanto, a estação de inverno foi a estação de maior conforto térmico para as aves, segundo a Tabela 1. Porém, em temperaturas mais baixas, tal quadro pode não ser o mesmo em outras regiões, aumentando expressivamente a mortalidade. As aves apresentam severa hipotermia nesta situação, com a ativação dos mecanismos de termogênese. Conforme discutido anteriormente, a exposição intensiva ao frio, combinada à baixa densidade de aves por caixa, pode acarretar elevada mortalidade no lote transportado. Somado aos fatores, uma prática muito comum nas operações pré-abate é o molhamento das aves, principalmente no carregamento e na espera pré-abate. Contudo, se tal procedimento é realizado nos meses mais frios, principalmente em regiões frias, isto resulta em comprometimento do bem-estar dos animais. Hunter et al. (1999) evidenciaram tal fato em uma pesquisa no Reino Unido, simulando a condição de transporte em câmara climática com túnel de vento. Com temperaturas variando entre -4 e 12°C , as aves entraram rapidamente na zona letal de hipotermia, em todas as faixas térmicas, quando molhadas nesta condição. Observaram também que por volta de 1 hora e meia de exposição a esta condição, os mecanismos termorregulatórios apresentaram considerável grau de ineficiência quanto ao controle da temperatura do núcleo corporal, decrescendo rapidamente os níveis energéticos das aves, provocando o aumento na mortalidade. Considerando que no galpão de espera do estudo em questão, tal prática de molhamento adicional ao sistema de climatização (nebulização e ventilação) é bastante comum,

inclusive no inverno e sem critérios padronizados quanto ao uso racional, em temperaturas mais baixas o tempo de espera pode agravar a situação de hipotermia e, conseqüentemente, o aumento das chamadas mortes antes da chegada, como evidenciado no período noturno (Figura 11).

Portanto, apesar dos resultados estatísticos não evidenciarem tais situações acima, atenção deve ser dada ao outono e principalmente ao inverno, devido à temperatura ser mais reduzida nestes meses, e em especial no inverno, por ser caracterizado também como um período seco, favorecendo a rápida perda de calor dos animais para o meio e, conseqüentemente, o alcance das zonas letais de estresse térmico.

De posse destes resultados, a estação mais crítica para a mortalidade é a do verão, apresentando maiores mortalidades, seguidas da primavera (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores recomendados do tempo de espera para cada estação do ano e as taxas de mortalidade estimadas

Estação	Tempo de espera (faixas)	% mortalidade estimada
Verão	Alto (acima de 3 horas)	0,35
Outono	Moderado (entre 1 e 2 horas)	0,20
Inverno	Curto (abaixo de 1 hora)	0,29
Primavera	Alto (acima de 3 horas)	0,35

Para se reduzir a mortalidade em um carregamento, recomenda-se o tempo de espera alto, visando à redução da carga térmica no caminhão. Nas estações de outono e inverno, por apresentarem dias de conforto, a mortalidade é constante ao longo do tempo, porém para o tempo de espera, atenção deve ser dada quanto à possibilidade de estresse por frio, devendo-se adotar os intervalos de tempo curto e moderado para estas estações.

3.3.3.2.3 Turnos do dia vs. tempo de espera

A variação do número de aves mortas dentro de cada turno, considerando os diferentes intervalos de tempo de espera pode ser observada na Figura 14. Nota-se no turno da tarde que o aumento do tempo de espera resultou na diminuição do número de aves mortas, sendo notável a redução a partir do momento em que o caminhão

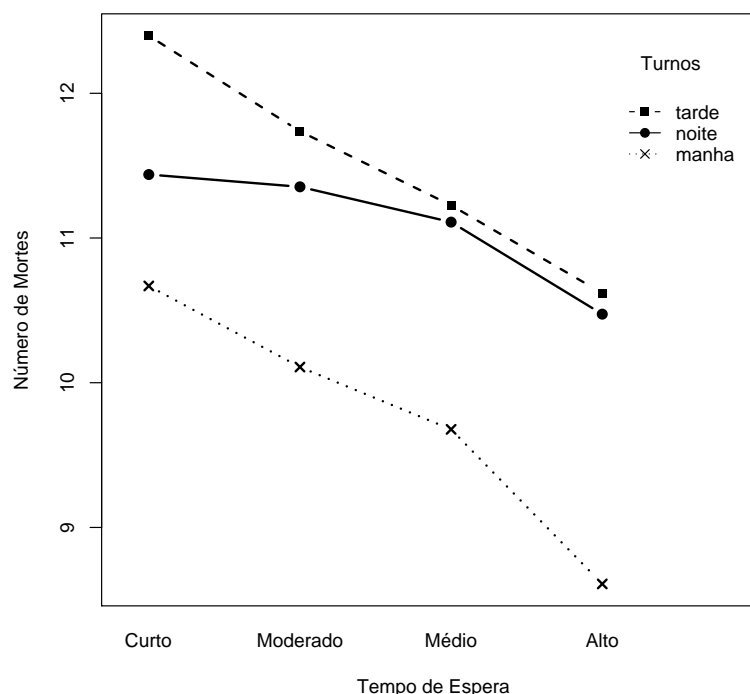


Figura 14 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e os turnos do dia, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: maior que 3 horas

chega ao abatedouro. Portanto, a logística do abatedouro deve ser programada durante a tarde, de forma que preferencialmente a maioria dos caminhões sejam submetidos a um intervalo de tempo de espera maior.

Quanto à noite, nota-se uma ligeira diminuição na mortalidade a partir do tempo médio de espera (entre 2 e 3 horas). Como o ambiente externo normalmente se encontrou numa situação semelhante ao ambiente do galpão de espera, o efeito da climatização passou a não ser tão efetivo. Considerando que, as caixas localizadas no interior da carga não recebem de forma homogênea os efeitos da ventilação, nebulização e molhamento, o fator tempo é preponderante para que as perdas também sejam reduzidas nesta camada do caminhão. Tal raciocínio concorda com diversos autores que estudaram o perfil térmico dos caminhões de transporte (MITCHELL et al., 1992; KETTLEWELL; MITCHELL, 1993; KETTLEWELL et al., 1993; BAKER, 1994; HUNTER et al., 1997, BARBOSA FILHO, 2008).

O turno da manhã apresentou a menor mortalidade em relação aos demais turnos. Por ser um período de transição entre a noite e a tarde, espera-se que alguns efeitos quanto ao conforto térmico das aves sejam presentes no turno da manhã. Observando a Figura 14, nota-se que no tempo curto de espera, o efeito da climatização gerou uma redução gradativa na mortalidade. Por isto, nas primeiras horas da manhã, a espera deve obedecer aos critérios adotados durante o turno da noite, pois a condição predominante é de umidade relativa e temperatura baixa. No entanto, à medida que a condição térmica predominante passa a ser de calor ao longo da manhã, a necessidade da espera é maior.

Sumarizando os resultados acima discutidos na Tabela 7, no turno da tarde recomenda-se o tempo de espera alto, dada a característica térmica de hipertermia crítica nas aves e a necessidade da permanência maior no galpão de espera.

Tabela 7 - Valores recomendados dos tempos de espera em cada turno diário e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas

Turno	Tempo de espera (faixas)	% mortalidade esperada
Manhã	Médio (entre 2 e 3 horas)	0,29
Tarde	Alto (acima de 3 horas)	0,32
Noite	Moderado (entre 1 e 2 horas)	0,32

No turno da manhã, recomenda-se o tempo médio de espera, devido à característica de transição entre os turnos da noite e tarde. Todavia, tal recomendação pode variar em função do ambiente externo. Já durante a noite, em função do transporte ser realizado em condições de conforto térmico, recomenda-se o intervalo de tempo moderado, podendo também ser reduzido o tempo em caso de dias mais frios.

3.3.3.2.4 Variação da temperatura externa

A Figura 15 ilustra a influência da variação térmica na mortalidade, quando submetidos aos diferentes intervalos de tempo de espera.

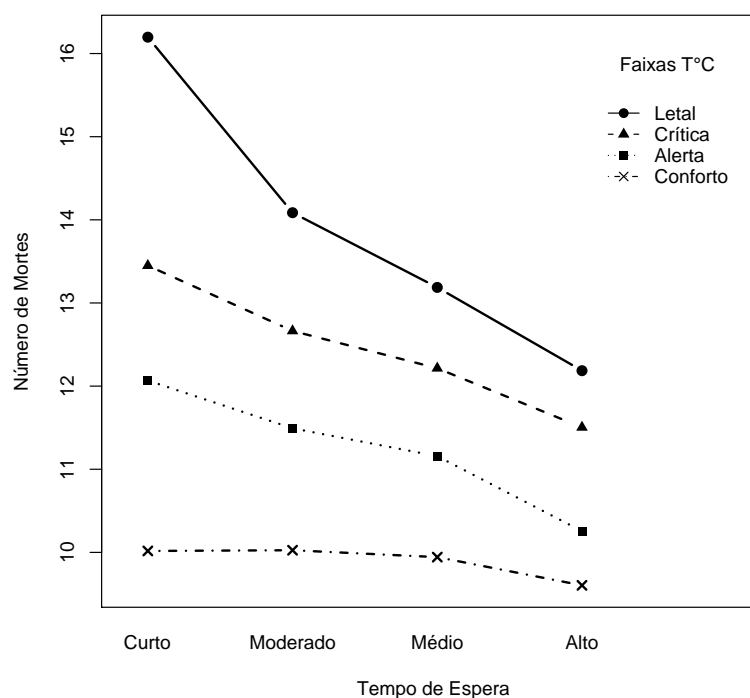


Figura 15 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as faixas de temperatura, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: abaixo de 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas, e as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C

A necessidade da climatização é maior à medida que a temperatura se eleva. As aves são submetidas ao ambiente externo, principalmente no carregamento e no transporte, agravado

pelo adensamento nas caixas, onde se registram temperaturas ainda maiores. A condição de estresse térmico severo por calor é amenizada pela permanência no galpão climatizado, onde se espera que a temperatura seja menor do que a temperatura externa. Com este gradiente de temperatura, as aves realizam a troca térmica com relativa eficiência, se a umidade no local favorecer tal perda de vapor d'água. Dada a heterogeneidade entre a camada interna e externa de caixas no caminhão, a permanência no galpão de espera por um tempo maior é imprescindível para que as regiões centrais da carga possam ser resfriadas pela climatização. No entanto, à medida que a temperatura passa de uma condição letal para o conforto, a eficiência do ambiente climatizado é reduzida gradualmente, até que se alcance um patamar quanto à variação no tempo de espera.

Ritz et al. (2005) afirmaram que a temperatura ambiente possui grande influência na mortalidade na fase de espera, o que aumenta a preocupação pela adoção de controle ambiental, juntamente com o tempo de espera que melhor atenda as aves no retorno ao equilíbrio térmico, portanto à sobrevivência do lote. Visando esclarecer estas questões, Furlan et al. (2000), quando trabalharam com temperatura elevada (acima de 29°C) e a umidade relativa média de 66%, encontraram resultados satisfatórios quanto à temperatura corporal das aves nos primeiros 10 minutos, com o aumento gradativo da velocidade do vento. A entalpia neste caso foi de 75,6 kJ/kg de ar seco, considerada crítica para os frangos da 6^a semana. Portanto, mesmo em estresse térmico, os autores afirmaram que o uso da ventilação forçada promove um resfriamento no sentido do núcleo para a periferia do corpo da ave, promovido pela perda de calor latente. Estendendo tais resultados para a espera pré-abate, os frangos são favorecidos termicamente em um ambiente adequadamente climatizado, dentro de um espaço de tempo de espera que permita tal troca térmica, e, conseqüentemente, a redução da temperatura corporal.

Portanto, de acordo com as recomendações propostas na Tabela 8, em condição de estresse térmico considerado letal, o tempo de espera a ser adotado é o alto, para possibilitar que as aves retornem ao estado de equilíbrio térmico através da climatização no galpão de espera aliado ao tempo. Para as faixas de alerta e crítica da temperatura externa, recomenda-se o tempo médio, devido à reduzida carga térmica no ambiente externo, podendo-se adotar o tempo intermediário. Já na faixa de conforto, preferencialmente pode ser adotado o tempo

moderado de espera, visto que as aves são transportadas em conforto térmico, não havendo necessidade da permanência longa no galpão de espera.

Tabela 8 - Valores recomendados dos tempos de espera para cada faixa de temperatura externa e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas

Faixas de Temperatura	Tempo de espera (faixas)	% mortalidade esperada
Conforto (abaixo de 21°C)	Moderado (entre 1 e 2 horas)	0,29
Alerta (entre 22 e 24°C)	Médio (entre 2 e 3 horas)	0,32
Crítica (entre 25 e 28°C)	Médio (entre 2 e 3 horas)	0,32
Letal (acima de 28°C)	Alto (acima de 3 horas)	0,32

3.3.3.2.5 Densidade de aves por caixa

A densidade de aves por caixa, juntamente com o tempo de espera, é um importante fator que explica o nível de mortalidade do lote transportado. A variação da mortalidade das variáveis densidade de aves por caixa e tempo de espera pode ser observada pela Figura 16. Nota-se que, para densidades maiores (acima de 7 aves por caixa), são recomendáveis os maiores tempos de espera. À medida que se diminuiu gradualmente o tempo de espera nesta situação, o número de aves mortas aumentou até chegar ao pico máximo de aproximadamente 20 aves por caminhão, quando o menor tempo de espera foi adotado. Na densidade recomendada na Tabela 5 (7 aves por caixa), ainda o tempo de espera elevado possui a menor mortalidade. Todavia, reduzindo-se o número de aves transportadas por caixa, o quadro se inverteu, principalmente quando foi adotado o intervalo de tempo considerado alto, no qual se registrou a maior mortalidade relacionada à menor densidade.

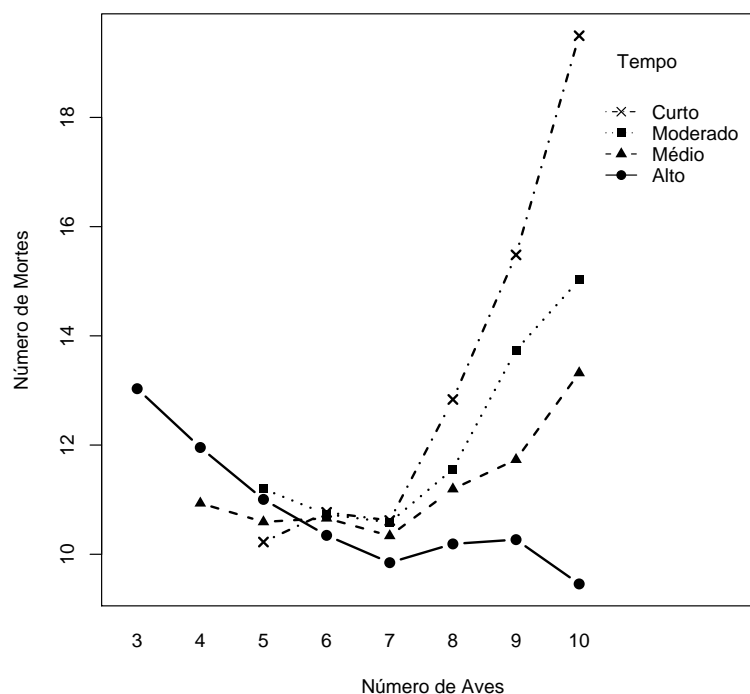


Figura 16 - Interação entre o tempo de espera no abatedouro e as densidades de aves por caixa, em relação ao número de aves mortas, onde Curto: abaixo de 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas

O intervalo de tempo curto, associado ao baixo número de aves por caixa (5 aves), foi o que apresentou a menor mortalidade dentro desta faixa, seguido pelo tempo médio e moderado.

Nas densidades maiores de aves por caixa, os frangos possuem sua capacidade de troca térmica reduzida, aumentando o grau de estresse térmico do meio da carga para as extremidades. Portanto, ao chegarem do transporte ao abatedouro, o lote como um todo se encontra em estado crítico de hipertermia, agravado ainda mais em dias e estações quentes. A necessidade da redução desta quantidade de calor é essencial para que os animais se mantenham vivos até a chegada na linha de abate, e por isso, o tempo de espera determina a intensidade e o grau de eficácia do microclima promovido pelo sistema de climatização. A adoção de intervalos de tempo curto não promove a devida remoção de calor das aves, e já comprometidas quanto ao estado fisiológico, as perdas podem variar desde a perda de peso até o aumento na taxa de

mortalidade, tal como observado no estudo em questão. O aumento deste intervalo de tempo expõe as aves ao ambiente resfriado no galpão de espera e, com isto, o nível de estresse será reduzido ao ponto de o comprometimento quanto à sobrevivência do lote ser pequena.

Por outro lado, a redução na densidade de aves facilita a troca de calor das aves com o meio, favorecendo a sua sobrevivência até o final do processo pré-abate. Assim, as aves são transportadas com mais conforto do que em densidades maiores, dependendo da condição térmica no momento em que acontece o transporte. Todavia, a exposição das aves ao galpão de espera climatizado por muito tempo pode levar o lote à hipotermia, aumentando o risco de mortalidade através do estresse por frio. Tal fato se confirma através da Figura 16, na qual o maior intervalo de tempo juntamente com a menor densidade de aves por caixa resultou no aumento da mortalidade nos lotes. Neste caso, o abate após o tempo de espera curto pode ser melhor do que a espera mais longa no abatedouro, mesmo que as perdas sejam menores do que nas densidades maiores. Já a adoção de uma densidade de aves por caixa intermediária é uma alternativa viável, visando à redução de perdas, conforme visto nos itens anteriores e concordando com a Tabela 5. No entanto, a associação com o tempo de espera aumenta ainda mais a chance de sobrevivência das aves. Apesar da proximidade entre os valores do número de aves mortas nos diferentes tempos de espera, adotando-se o tempo alto, espera-se menores taxas de mortalidade no lote. Tais discussões concordam com autores já referenciados nos itens anteriores (BAYLISS; HINTON, 1990; SILVA, 2000; HUNTER et al., 2001; NIJDAM et al., 2004; DELEZIE et al. 2007).

Portanto, recomendações podem ser feitas de acordo com a Tabela 9, relacionadas com as diferentes densidades de aves por caixa. Para densidades maiores (8 a 10 aves), bem como para a densidade de 7 aves por caixa, a recomendação é que os caminhões permaneçam no galpão de espera na faixa de tempo alto, por ser necessária a redução do estresse térmico das aves nestas condições de transporte. Já em densidades menores, o tempo de espera curto é o mais indicado, devido à facilidade das aves em perder calor nestas condições, portanto, devido ao risco do quadro de hipotermia na condição de longo tempo sob climatização no galpão de espera.

Tabela 9 - Valores recomendados do tempo de espera em relação ao número de aves por caixa e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas

Núm. de aves por caixa	Tempo de espera (faixas)	% mortalidade esperada
3 a 5	Curto (abaixo de 1 hora)	0,41
7	Alto (acima de 3 horas)	0,29
8 a 10	Alto (acima de 3 horas)	0,23

3.4 Conclusões

Conforme os resultados obtidos nesta pesquisa, e visando à redução de perdas nas operações pré-abate, pode-se concluir que:

- a. quanto à influência do turno diário no número de aves mortas, verifica-se que a mortalidade é maior durante o turno da tarde, seguido pelo turno da noite;
- b. com relação ao número de aves por caixa, conclui-se que a adoção de densidades muito baixas (abaixo de 6 aves) ou muito elevadas (acima de 8), acarreta aumento expressivo na mortalidade;
- c. com relação às estações do ano, foi evidenciado que o verão apresentou a maior mortalidade dentre as demais estações, seguido pela primavera;
- d. quanto à variação dos fatores climáticos, à medida que a temperatura externa se eleva, aumentam os níveis de mortalidade no lote;
- e. com relação ao tempo de espera:
 - aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade nos meses e horários diários mais quentes;
 - aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade, principalmente quando a temperatura externa se encontra acima de 28°C;

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade quando a densidade de aves adotada é acima de 8 aves por caixa e aumenta-se o número de aves mortas quando a densidade adotada é abaixo de 7 aves.

4 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ESPERA NOS PARÂMETROS FISIOLÓGICO E PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE, SUBMETIDOS À ESPERA CLIMATIZADA

Resumo

A falta de informação sobre os procedimentos ideais em relação à espera pré-abate está diretamente ligada às perdas na chegada. Este fato indica a necessidade de novas pesquisas, voltadas ao desenvolvimento de informações práticas sobre os principais pontos críticos destas etapas, com destaque para espera nos abatedouros. Fatores que influem nas operações pré-abate, como por exemplo, a distância granja-abatedouro, temperatura, umidade relativa, bem como o tempo de espera, devem ser levados em conta numa análise global que facilite o entendimento do aumento ou da redução das perdas antes da chegada. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar o ambiente da climatização e o tempo de espera, e suas influências no conforto térmico das aves. O estudo foi conduzido em um abatedouro comercial no Estado de São Paulo, num galpão de espera, entre outubro de 2006 e março de 2007. Cerca de 218 caminhões foram analisados quanto aos dados de mortalidade e de temperatura retal de frangos de corte, submetidos à espera climatizada. Os fatores influentes nestas etapas foram inclusos na análise, tais como a densidade de aves por caixa, as distâncias entre as granjas e o abatedouro, turnos do dia em que as aves foram transportadas, tempo de espera pré-abate e variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa, internas e externas ao galpão de espera). A análise estatística foi realizada por meio dos Modelos Lineares Generalizados Duplos. Como resultados, em relação ao tempo de espera, com o aumento no intervalo de tempo, foi observada uma redução na temperatura retal de aves, assim como a diminuição da mortalidade para distâncias curtas. Porém, maiores mortalidades para distâncias longas e médias foram associadas aos tempos de espera longos. Quanto à eficiência da climatização no galpão de espera, em ambientes cuja temperatura e umidade relativa se encontram na faixa de conforto, a mortalidade foi reduzida. Em ambientes com temperaturas entre 22 e 24°C e climatização intermitente, o aumento no tempo de espera resultou na redução da temperatura retal das aves.

INFLUENCE OF LAIRAGE TIME ON PHYSIOLOGICAL AND PRODUCTIVE PARAMETERS OF BROILER CHICKENS, SUBMITTED TO CLIMATIZED LAIRAGE

Abstract

The lack of information about the ideal procedures related to preslaughter lairages, is directly linked to deaths on arrival. This fact suggests the need of new researches, directed to the lairage on slaughterhouses. Factors that influence preslaughter operations, as distance between farm and abattoir, temperature, relative humidity, as well as the lairage time, should be considered in a global analysis, that facilitates the understanding of rise or reduction on mortality rates. Thus, the aim of this work was to analyse the air conditioning's environment and lairage time effect, and its influences on thermal confort of broilers chickens. The study was conducted on a commercial abattoir in the State of São Paulo, Brazil, on a lairage module, between october of 2006 and march of 2007. In around 218 trucks mortality rates and rectal temperature variations of poultry were analized, submitted to a climatized lairage. The influent factors on these stages were included in a statistical model, e. g., density of birds per cage, distance, turn of day that chickens were transported, lairage time and climatic variables (temperature and relative humidity, internal and external to the lairage). The statistical analysis used was a double generalized model. As results, related to the lairage time, as lairage time increased, a reduction of rectal temperature was observed, as well as a reduction on mortality rates for short distances. However, higher mortalities to long and medium distances were linked to long lairage times. About the air conditioning's efficiency on lairage, on environments with temperature and relative humidity on the confort level, the mortality was reduced. On environments with temperature between 22 and 24°C and intermitent climatization, was observed a reduction on rectal temperature of broilers, with the rise of lairage time.

4.1 Introdução

Atualmente, observa-se um grande distanciamento entre o conhecimento sobre a criação de frangos de corte nas granjas e as operações pré-abate, onde existem as maiores lacunas sobre os procedimentos ideais que visem ao bem-estar e o conforto térmico das aves. Tal deficiência gera um aumento nas mortes antes da chegada (DOA's), consequentemente resultando em grande prejuízo anual para todos os componentes da cadeia avícola. Com o objetivo de auxiliar na redução das perdas no processo pré-abate, novas pesquisas devem desenvolver informações práticas sobre os principais pontos críticos das operações, com destaque para a etapa de espera nos abatedouros, que consiste no momento em que as aves aguardam na carga o momento do abate. Sobre tal operação, pouco se sabe sobre as condições ideais que possam contribuir para a redução da carga térmica do animal, proveniente das etapas anteriores. A ineficiência na climatização nos galpões de espera podem colocar em risco boa parte do investimento dado aos lotes, reforçando ainda mais a preocupação quanto à inexistência de informações para esta fase.

O tempo em que as aves permanecem dentro dos caminhões é bastante variável, durante o carregamento e transporte. Enquanto algumas viagens podem durar até 3 horas de percurso, as aves são confinadas nas caixas durante 12 horas ou mais, dependendo da dinâmica de todo o processo (WARRISS et al., 1992; GREGORY, 1994; MITCHELL; KETTLEWELL, 1994; KETTLEWELL et al., 2000; RITZ et al., 2005; WARRISS et al., 2005; VECEREK et al., 2006). O efeito do transporte sobre as aves desencadeia diversos mecanismos fisiológicos como resposta ao estresse sofrido durante o trajeto, afetando as reservas energéticas e colocando em risco a sobrevivência das mesmas. Sob a ótica do ambiente térmico, segundo os mesmos autores, um aumento de 20 para 80% na umidade relativa dentro do caminhão acarreta um aumento de 0,42°C por hora no núcleo corporal do animal. Quando transportadas em conforto térmico (entre 15 e 22°C), as aves não apresentam alterações nos parâmetros fisiológicos, ao contrário das aves mantidas durante 2 horas em caixas de transporte a 34°C, as quais apresentaram um aumento no nível de estresse, indicando a grande influência exercida pela temperatura no equilíbrio térmico de frangos confinados em caminhões de transporte (AKŞIT et al, 2006). Vale ressaltar que, para uma situação de conforto em que a ave se encontrará em equilíbrio térmico, a temperatura deverá estar entre 13 e 27°C, com umidade entre 65 e

75% (MILLIGAN; WINN, 1963; ADAMS; ROGLER, 1968; CURTIS, 1983; YAHAV, 1998; SILVA, 2000; MACARI; FURLAN, 2001).

Assim, quanto maior o tempo de exposição ao agente estressor, maior a alteração nos parâmetros fisiológicos do animal e, a partir de 30 minutos de exposição a altas temperaturas e umidade relativa, os animais apresentaram desequilíbrio térmico severo, ultrapassando os limites da condição inferior de estresse, além de perdas decorrentes, como a perda de peso das pernas, asa e dorso e em situações mais críticas (35°C e 85% de umidade relativa durante 60 minutos), as aves são levadas a óbito (SILVA et al., 2007). Normalmente em situações de estresse térmico, quando as aves não conseguem perder calor para o meio, os mecanismos anátomo-fisiológicos (exposição das partes com pouca cobertura de penas, arranjo de penas que facilite a perda de calor, vasodilatação e ofego) são ativados ao máximo, mesmo sob a dependência da umidade relativa do ambiente (ESMAY, 1978; CURTIS, 1983; KETTLEWELL, 1989; KETTLEWELL; MORAN, 1992; BALNAVE, 1998; SILVA, 2000). Todavia, as aves são transportadas em caixas que limitam tal esforço e as condições térmicas são agravadas pelo excesso de umidade na carga, principalmente nos dias mais quentes e úmidos.

Portanto, as aves chegam fisiologicamente comprometidas ao abatedouro, cujo procedimento pré-abate demanda mais tempo, aumentando ainda mais os riscos de perda elevada na carga. Considerando que, em muitas situações, as aves são pesadas e encaminhadas diretamente para o abate, e como os animais já se encontram em um quadro fisiológico bastante afetado, a ausência de espera pré-abate pode ocasionar um estresse irreversível e, conseqüentemente, o aumento das perdas pré-abate nesta etapa (QUINN et al., 1998; BRESSAN; BERQUET, 2002, VIEIRA et al., 2007; BARBOSA FILHO, 2008). A permanência no galpão de espera assume um papel fundamental no reequilíbrio térmico das aves recém-chegadas do transporte devido ao efeito de climatização.

Contudo, não basta apenas a locação do espaço onde os caminhões permanecerão estacionados durante o tempo, mas também é importante a preocupação com o ambiente térmico que facilite as trocas entre os animais e o meio. Hunter et al. (1998) afirmaram que o tempo em galpões de espera pode exceder ou igualar ao tempo gasto no transporte. Essa amplitude temporal indica a falta de controle quanto ao tempo gasto nesta operação. Em ambientes cuja ventilação é natural, a renovação de ar é insuficiente para evitar um gradiente térmico

elevado, principalmente quando a temperatura externa é elevada (RITZ et al., 2005). Dessa forma, é importante a adequação no planejamento da locação dos caminhões no galpão de espera, a fim de maximizar o efeito convectivo do ar. A partir desta condição, as aves passam a apresentar aumento da temperatura corporal progressivo com o aumento do tempo de espera, redução das reservas de glicogênio em até 39% em relação às aves abatidas imediatamente, entre outros sintomas fisiológicos que apontam para a redução de perdas na condição de abate imediato sob as condições acima, desde qualitativas quanto ao produto final até quantitativas relacionadas ao número de aves mortas (WARRISS et al., 1999). No entanto, raros são os abatedouros que possuem tal disponibilidade de abate imediato de todos os caminhões, fato este que justifica a adoção do galpão de espera. Todavia, dada a dificuldade das aves na termorregulação em situações críticas de estresse térmico, a climatização do ambiente da espera é fundamental para o bem-estar dos animais e redução das perdas.

Em pesquisa no Reino Unido, Quinn et al. (1998) observaram um aumento imediato na temperatura da carga a partir da chegada do caminhão no abatedouro até as primeiras 2 horas de espera e afirmaram que, em condições de calor, a estratégia de abate imediato não é adequada para as aves, aumentando as chances de mortalidade. Os autores evidenciaram ainda a importância do controle térmico nestas instalações, bem como a adoção de sistemas que facilitem a retirada de calor da carga. Neste contexto, a recomendação do tempo de espera ideal é diferente da situação em que o manejo ambiental é inadequado ou ausente. Tais intervalos de tempo variam entre 2 e 4 horas de espera segundo as pesquisas anteriores (QUINN et al., 1998; BRESSAN; BERAQUET, 2002), em contrapartida às recomendações de intervalos de tempo de espera abaixo de 2 horas, conforme Hunter et al. (1998) e Warriss (1999) em pesquisas sob condições de pouca ou ausência de sistemas de climatização.

Reforçando tais estudos, Vieira et al. (2007) encontraram reduções significativas na temperatura retal em até 2°C, no período da tarde, em intervalos de espera a partir de 50 minutos sob condições tropicais (temperatura entre 23 e 29°C e umidade relativa entre 60 e 85%). Barbosa Filho (2008) complementou tal informação acima, observando que as reduções consideráveis na temperatura retal das aves foram observadas quanto maior foram os intervalos de tempo de espera.

Entretanto, apesar do número crescente de pesquisas sobre os fatores importantes que

influenciam as perdas pré-abate, tais como os efeitos dos turnos (BAYLISS; HINTON, 1990; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; CROWTHER et al., 2003; WARRISS et al., 2005; YAHAV et al., 2005), densidade de aves por caixa (NIJDAM et al. 2004; DELEZIE et al., 2007), distâncias entre granja e abatedouro e tempo de viagem (WARRISS et al., 1992; GREGORY, 1994; PETRACCI et al., 2006; VECEREK et al., 2006; VOGLAROVA et al., 2007), e condições bioclimáticas (LOTT et al., 1998; NÄÄS et al., 1998), verifica-se que estudos devem ser realizados em conjunto com fatores que influem em todo o processo, uma vez que todas as variáveis exercem efeito sobre as demais e, com isto, é necessário o entendimento global da variação destes parâmetros no aumento ou redução das perdas antes da chegada à linha de abate, seja através das perdas ou pela alteração em parâmetros fisiológicos.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal analisar o ambiente da climatização e o tempo de espera e suas influências no conforto térmico das aves. Por outro lado, os objetivos específicos foram:

- estudar a variação do tempo de espera, e seu reflexo nos parâmetros fisiológico e produtivo de frangos de corte;
- avaliar a eficiência da climatização no galpão de espera, através das variáveis bioclimáticas.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Descrição geral

A pesquisa foi realizada em um abatedouro comercial de frangos de corte no Estado de São Paulo. O desenvolvimento dessa etapa foi realizado em campo, num galpão de espera, nos meses de outubro e novembro de 2006 e nos meses de janeiro e março de 2007. Foram analisados os caminhões de transporte sob a condição de espera, em cada período estudado (manhã, tarde e noite), totalizando 218 caminhões. Foram consideradas para a análise dos dados 4 repetições para o turno da manhã, 5 para o período da tarde e 5 para o período da noite. A Figura 17 mostra os fatores envolvidos na pesquisa.

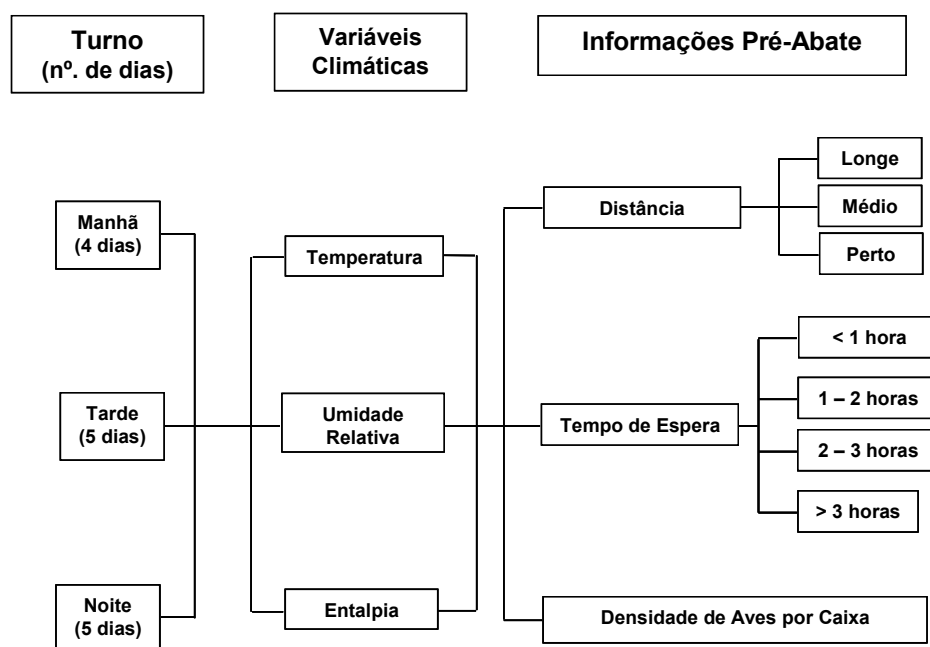


Figura 17 - Fluxograma das variáveis respostas envolvidas na operação de espera pré-abate

4.2.2 Tipologia do galpão de espera

O ambiente de espera no abatedouro utilizada neste trabalho consiste num galpão de 23,70 m de comprimento por 19,22 m de largura, pé direito de 5 m e beiral de 0,60 m, totalizando uma área livre de 42,92 m². Possui cobertura de telhas galvanizadas, com 6

tesouras metálicas. O ambiente é climatizado com ventiladores, cuja potência é de 0,5 cv, dispostos lateralmente nos pilares (1 ventilador em cada pilar) e nas tesouras da estrutura, em 4 linhas de 7 ventiladores cada uma. Também possui 8 linhas de nebulização, cada uma com 25 bicos, intercaladas com as linhas de ventilação, cuja distribuição é de 1 bico por metro linear, aproximadamente. As laterais desta sala possuem telas de polipropileno da marca Sombrite, de cor amarela, para se amenizar os efeitos da radiação solar direta nos caminhões (Figura 18).



Figura 18 - Galpão de espera do abatedouro comercial de frangos de corte

Esse galpão possui capacidade para 8 caminhões de transporte de frangos (Figura 19). A chegada e a saída de veículos, assim como o tempo de espera, seguem uma organização que leva em consideração o deslocamento granja-abatedouro e o período do dia (manhã, tarde e noite). Cada caminhão possui capacidade para 486 gaiolas, cada uma com uma densidade de 3 a 10 aves por caixa.



Figura 19 - Vista frontal da sala de espera com os caminhões estacionados

4.2.3 Avaliação climática e produtiva

4.2.3.1 Avaliação climática

Durante a pesquisa, foi instalado um datalogger para o registro de temperatura do bulbo seco (em °C) e umidade relativa (em %), da marca Logen (Figura 20), no centro geométrico da sala de espera, com proteção contra a condensação do vapor d'água no aparelho. No exterior, outro datalogger foi instalado para a medição das variáveis meteorológicas externas.

Para efeito de comparação, foram coletados dados meteorológicos externos provenientes da Estação Meteorológica da Embrapa Pecuária Sudeste. A partir destes dados, a análise climática baseou-se na determinação dos dias de conforto e estresse térmico, utilizando a grandeza psicrométrica entalpia (H) como índice de conforto térmico, que expressa a quantidade de energia térmica, em kJ, contido em 1 kg de ar seco, através da fórmula empírica eq. (7), segundo Villa Nova³ (informação verbal) apud Barbosa Filho (2005):

³VILLA NOVA, N. A. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

$$H = 6,7 + 0,243 \cdot T_{bs} \cdot \left\{ \frac{UR}{100} \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_{bs}}{237,3 + T_{bs}}} \right\} \cdot 4,18 \quad (7)$$

onde,

T_{bs} = temperatura do bulbo seco (°C);

UR = umidade relativa (%).



Figura 20 - Datalogger para registro de temperatura e umidade relativa

Para o entendimento prático da entalpia, foi adotada neste trabalho a classificação da condição térmica (ANEXO A), através do Índice Entalpia de Conforto, dada por Barbosa Filho et al. (2007), que compreende 4 faixas relativas ao conforto e estresse térmico das aves: Conforto: 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta: 63 - 68,6; Crítica: 68,7 - 75,8; Letal: acima de 75,9.

4.2.3.2 Avaliação produtiva - quantificação das perdas

Com o intuito de se verificar as influências do tempo de espera nas perdas pré-abate, foi utilizado na análise o número de aves mortas, obtido separadamente para cada caminhão, em cada período do dia em estudo. Estes dados foram fornecidos pelo abatedouro, através de planilhas de registro do abate diário, no período compreendido pela pesquisa.

4.2.4 Parâmetros relacionados ao transporte e à espera pré-abate

As informações sobre as demais condições pré-abate, assim como as informações sobre a espera, foram obtidas através de planilhas de registro do abatedouro e também anotações

de campo feitas durante as coletas de dados.

Desta forma, foram avaliados:

a) **Distância granja-abatedouro:** total do percurso entre a granja integrada e o abatedouro

- Longe (acima de 51 km);
- Médio (25 - 50 km);
- Perto (abaixo de 24 km).

b) **Turnos do dia:** período do dia em que foram transportadas as aves.

- Manhã (6:00 - 12:00);
- Tarde (12:00 - 18:00);
- Noite (18:00 - 6:00).

c) **Densidade de aves por caixa:** foi contabilizado para cada caminhão o número de aves que foram transportadas por caixa;

d) **Tempo de espera:** período de permanência no abatedouro, entre a chegada do caminhão no abatedouro e o descarregamento na linha de abate.

- Inferior a 1 hora;
- Entre 1 e 2 horas;
- Entre 2 e 3 horas;
- Superior a 3 horas.

4.2.5 Variável fisiológica

Foi realizada a medição da temperatura retal (TR, em °C), visando estudar a resposta fisiológica das aves quanto ao conforto térmico no ambiente da espera, através de um termômetro digital, da marca Oregon Scientific (Figura 21). Foram selecionadas aleatoriamente 5 aves em uma caixa de cada caminhão estudado. Para os registros da temperatura retal, foram realizadas duas coletas em cada caminhão, na chegada do caminhão ao galpão

de espera e na saída do ambiente rumo à linha de abate. A partir destas medições, foi incorporada na análise a diferença entre a temperatura da saída e a temperatura das aves na chegada à espera (Diferença da Temperatura Retal - TRDif), com o intuito de se verificar a redução ou aumento na temperatura retal dos animais, ocasionada pela climatização no galpão de espera.



Figura 21 - Medição da temperatura retal em uma ave

As aves para a medição de temperatura foram retiradas de uma caixa localizada na parte superior do caminhão, na fileira do meio, e foi mantida essa escolha em todos os caminhões pesquisados. Tal escolha se justificou pelo fato das aves nestas caixas estarem sujeitas à influência direta dos fatores climáticos durante as etapas pré-abate. Além do mais, houve a dificuldade operacional de se retirar qualquer outra caixa ao longo da carga, dada a característica do estudo em se observar os caminhões sem alterar a rotina de trabalho no abatedouro (Figura 22).



Figura 22 - Medição da temperatura retal no caminhão de transporte, antes do galpão de espera

4.2.6 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

4.2.6.1 Delineamento experimental

Com o objetivo de analisar o comportamento da mortalidade em relação às demais variáveis explicativas: tempo de espera, variáveis climatológicas (temperatura e umidade relativa), densidade de aves por caixa, turnos diários e distância percorrida, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado Duplo (MLGD). Neste modelo, os caminhões foram considerados como unidades experimentais e cada caminhão observado ao longo dos dias, como repetições. Por se tratar de um estudo que tinha como característica a não-interferência na rotina do abatedouro, o delineamento experimental foi do tipo não-estruturado, sem nenhuma estrutura de parcelas ou de tratamentos para a obtenção dos dados.

4.2.6.2 Análise dos dados

O número de aves mortas por caminhão foi tratado como uma variável resposta com distribuição de Poisson. A função logarítmica foi assumida para fazer a ligação entre o preditor

linear do modelo e a esperança da variável resposta. A temperatura retal foi considerada neste estudo uma variável resposta com distribuição normal, com função de ligação do tipo identidade.

A análise dos dados foi realizada nas seguintes etapas:

- a) **Escolha do modelo:** dentro da estrutura MLGD, o modelo da média estuda a relação das variáveis explicativas com a variável resposta, ou seja, visa modelar a média a partir de um preditor linear. Já o modelo de dispersão tem como função a modelagem da variabilidade dos dados, com resposta gama.
- b) **Teste de hipóteses:** a estatística de Wald foi escolhida para testar as hipóteses referentes à escolha dos fatores que contribuem efetivamente no modelo, consistindo na generalização do teste t de Student (Wald, 1943⁴ apud Demétrio, 2002).
- c) **Análise de resíduos:** para este trabalho, foram utilizados os métodos informais de verificação de ajuste de um modelo ao conjunto de dados em questão, que consistem no exame visual de certos gráficos para verificar certos padrões ou pontos discrepantes (DEMÉTRIO, 2002).
- d) **Análise das interações:** as variáveis qualitativas deste estudo foram as estações e os turnos do dia. Desta forma, a análise das interações foi realizada fixando um fator e comparando a significância dos demais em relação a ele. Ou seja, não existe uma ordem natural entre estes fatores, portanto, considerou-se arbitrariamente um fator como categoria de referência.

Em todas as etapas desta análise, foi utilizado o software estatístico R (R Development Core Team, 2006).

⁴WALD, A. Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. Trans. Amer. Math. Soc., 54, p.426-482, 1943.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Análise exploratória e estatística dos dados

4.3.1.1 Modelo Linear Generalizado Duplo para o número de aves mortas.

Para a escolha do melhor modelo que explicasse tanto a superdispersão dos dados (modelo de dispersão) quanto a variação do número de mortes e da diferença de temperatura retal (modelo da média), foi utilizado o critério da Estatística de Wald, que testa a significância estatística para cada coeficiente. Desta forma, foram escolhidos os melhores parâmetros no modelo, além da análise de resíduos para a verificação dos pressupostos dos modelos (independência dos valores preditos versus ajustados, locação-escala e distância de Cook menores que 1) (ANEXOS G, H, J e K). O nível de significância adotado para esta amostra foi de 5% ($\alpha = 5 \times 10^{-2}$).

Baseando-se nos modelos ajustados, foram escolhidas para a discussão dos dados as interações de maior destaque dentro do tema deste trabalho, tal como apresentadas na Tabela 10. Os coeficientes da regressão, o erro padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p, se encontram no anexo deste trabalho (ANEXO E, F e I).

Tabela 10 - Interações entre as variáveis explicativas e seus respectivos modelos e significâncias estatísticas, para a variável resposta mortalidade e diferença da temperatura retal

Interações	Modelo	Significância
T. Int x UR Int.	$\hat{y}_1 = \exp \{-49,7 + 0,76t_1 - 0,15u_1 - 9,03 \cdot 10^{-3}t_1u_1\}$	*
T. Espera x Distância	$\hat{y}_1 = \exp \{-49,7 + 2,37 \cdot 10^{-2}e + 2,81 \cdot 10^{-2}v + 1,62 \cdot 10^{-5}ev\}$	*
T. Espera x Temp. Int.	$\hat{y}_2 = \exp \{-0,66 + 2,05 \cdot 10^{-2}e - 0,19t_1 - 1,30 \cdot 10^{-3}et_1\}$	*
T. Espera x Distância	$\hat{y}_2 = \exp \{-0,66 + 2,05 \cdot 10^{-2}e - 1,74 \cdot 10^{-2}v + 2,90 \cdot 10^{-5}ev\}$	*

NS: Não-significativo.

* : Significativo ao nível de 5% de probabilidade, segundo a Estatística de Wald.

onde:

\hat{y}_1 = número de mortes;

\hat{y}_2 = diferença de temperatura retal;

t_1 = temperatura interna (galpão);

u_1 = umidade relativa interna (galpão);

e = tempo de espera;

v = distância granja-abatedouro;

4.3.1.2 População de aves estudada

Nesta pesquisa, adotou-se número de aves por caixa variando entre 5 a 9 aves, sendo que a quantidade mais adotada pela empresa foi de 7 aves, conforme a Tabela 11. Foi observado também que tal quantidade é determinada segundo o tamanho do lote a ser transportado e pelo fluxo de abate da empresa.

Tabela 11 - Estatísticas descritivas para o número de aves por caixa

Mín.	25%	Mediana	Média	75%	Máx.	Desvio-Padrão
5	6	7	7	7	9	0,639

4.3.1.3 Variáveis climáticas - ambiente externo

Para a análise exploratória dos fatores climáticos, foi considerado o ambiente externo como aquele exterior ao galpão pesquisado. Já o ambiente interno foi caracterizado como o microclima no interior do galpão de espera.

Na operação de espera, os turnos diários exercem uma grande influência sobre as demais variáveis, principalmente quanto à variação da temperatura e umidade relativa durante o dia e seus efeitos conhecidos na performance produtiva de frangos de corte. Dada a influência do ambiente externo desde a operação de pega, em que os animais permanecem dentro das caixas, o entendimento destas variáveis é importante, uma vez que os efeitos térmicos são cumulativos até a chegada do lote ao abatedouro, tal como evidenciado na Figura 23.

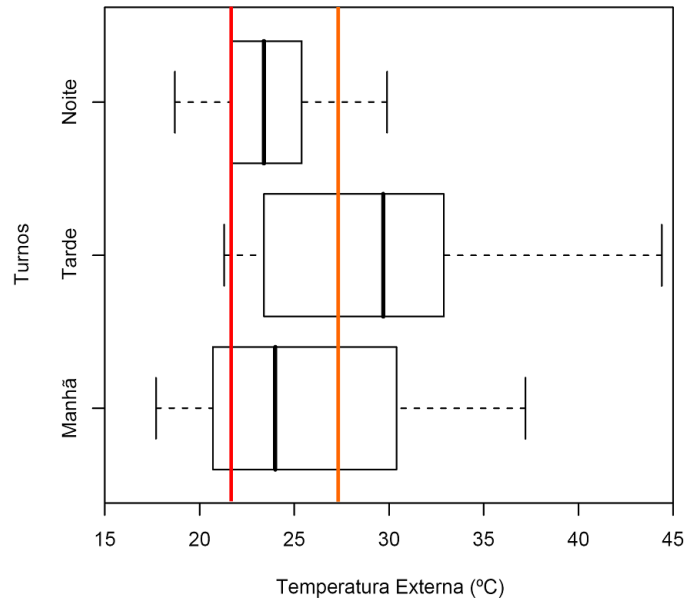


Figura 23 - Perfil da temperatura externa em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001), e linha laranja: limite superior de conforto, proposto por Silva (2000)

Conforme esperado, as maiores temperaturas foram registradas no turno da tarde, variando entre 24 e 32°C. Entretanto, observa-se que as temperaturas máximas alcançadas no turno ultrapassaram 35°C e as mínimas em torno de 22°C, apresentando uma amplitude térmica de 23,8°C, a maior registrada entre os turnos. Acompanhando este perfil, o turno da manhã também apresentou temperaturas elevadas, com média de 25°C e variação entre 20,5 e 30,5°C, com amplitude de 19°C. Tanto o turno da manhã quanto o da tarde apresentaram grandes variações em relação à noite, no qual foi registrado um limite estreito de temperatura, entre 21 e 25°C, com máxima de 30°C e mínima de 18°C e amplitude térmica de 11°C.

Dada as características do verão, durante o qual a coleta de dados foi realizada, o comportamento da temperatura externa nos períodos esteve conforme o esperado. Todavia, as médias de temperatura estiveram acima dos limites de conforto térmico para frangos de corte, entre 21 e 23°C, conforme Macari e Furlan (2001), e relacionadas a outras faixas recomendadas por outros autores, o turno da tarde também esteve acima destes limites de conforto estabelecidos, ou seja, entre 13 e 27°C (MILLIGAN; WINN, 1963; CURTIS, 1983;

SILVA, 2000).

Em relação à umidade relativa, conforme evidenciada na Figura 24, o turno de maior umidade foi o noturno, conforme esperado, quando a média foi de 84%, seguido pelo turno da manhã, durante o qual foi registrada a média de 78% de umidade relativa. O período da tarde, bem como o da manhã, foram os mais variados, sendo que no turno da tarde, os valores de umidade relativa estiveram entre 39,8 e 82%, seguido pela manhã, cuja umidade variou entre 41 e 84%.

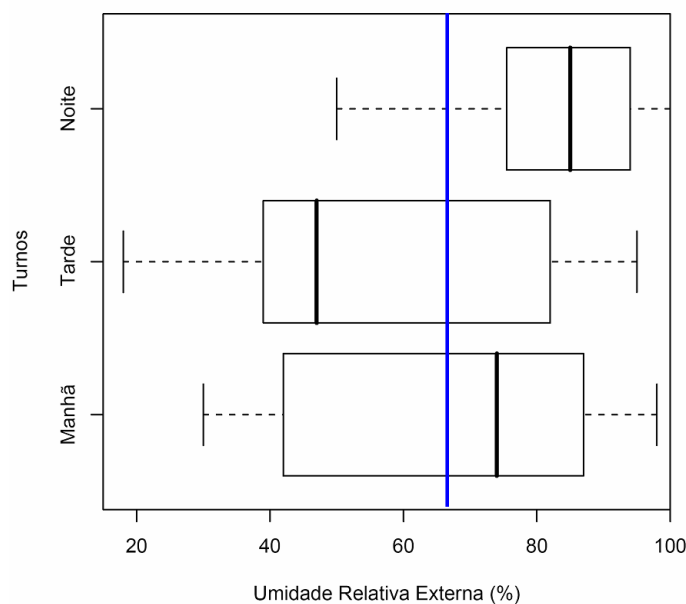


Figura 24 - Perfil da umidade relativa externa em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)

Conforme proposto por Macari e Furlan (2001), a faixa de umidade relativa ideal está entre 65 e 70%. Nota-se que em geral, mais da metade dos dias analisados estiveram fora deste limite, indicando que as aves apresentaram níveis elevados de estresse térmico em grande parte dos turnos estudados. Considerando a faixa de baixo desempenho zootécnico, ou seja, acima de 80% de umidade relativa, segundo Adams e Rogler (1968), foi no turno da noite que esses valores foram ultrapassados.

Na Figura 25, verifica-se o efeito da quantidade de calor (Entalpia) existente no ambiente externo. Segundo a classificação de conforto e estresse térmico, na maior parte do período

experimental, as aves estiveram em estresse, uma vez que a entalpia média do período oscilou entre as faixas de alerta e crítica.

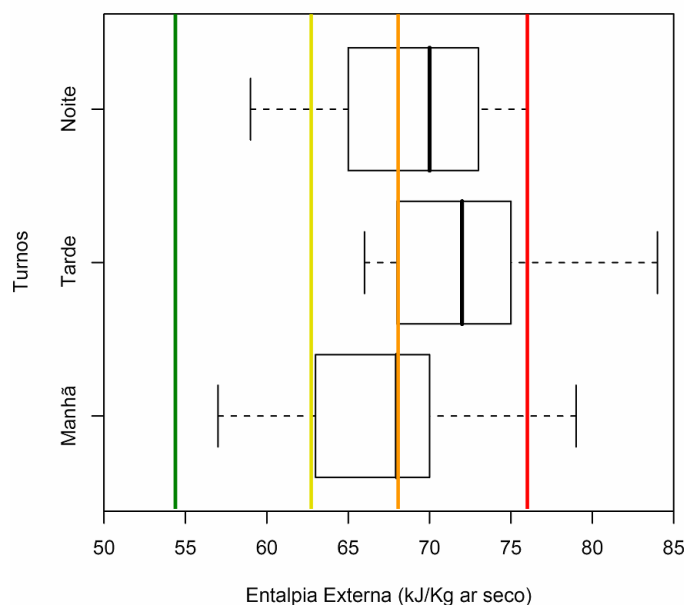


Figura 25 - Perfil da entalpia externa em relação aos turnos diários durante o período experimental e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9

Conforme foi evidenciado, o turno da tarde apresentou na maior parte dos dias a condição crítica, ou seja, as aves foram carregadas e transportadas em estresse térmico elevado. Tanto o período da noite quanto o da manhã oscilaram entre a faixa de alerta e crítico, mostrando que mesmo durante a noite, os cuidados devem ser tomados quanto à condição térmica das aves, o que pode ser verificado com as informações da Tabela 12.

Tabela 12 - Classificação das faixas de entalpia para o ambiente externo, durante a pesquisa

Turnos do dia	Variação da entalpia (kJ/kg de ar seco)	Classificação	
Manhã	63,5 - 70	Alerta	Crítica
Tarde	69,8 - 74,9	Crítica	
Noite	64,8 - 74,6	Alerta	Crítica
Média	67 - 73	Alerta	Crítica

4.3.1.4 Variáveis climáticas - ambiente interno

No ambiente interno do galpão, espera-se uma redução efetiva quanto às faixas de temperatura, devido à adoção da climatização. Todavia, pela característica do período em que foi executado o registro de dados, na maioria dos dias foram observadas temperaturas elevadas, conforme a Figura 26.

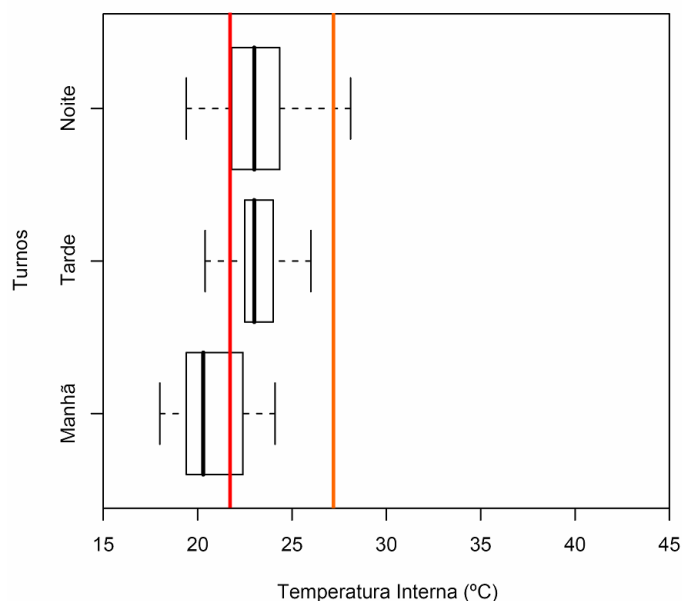


Figura 26 - Perfil da temperatura no galpão de espera em relação aos turnos diários, durante o período experimental, sendo linha vermelha: temperatura média de conforto térmico, segundo Macari e Furlan (2001), linha laranja: limite superior de conforto, proposto por Silva (2000)

No turno da tarde, segundo a classificação de Macari e Furlan (2001), a temperatura oscilou dentro de uma faixa estreita entre 22,7 e 24,9°C acima da temperatura média de conforto, porém encontrando-se dentro da faixa de conforto térmico dada por Silva (2000), entre 13 e 27°C. A amplitude térmica durante este turno foi de 5,7°C. No turno noturno, a variação foi maior, com temperaturas entre 21,8 e 24,3°C e amplitude térmica de 8,5°C. Já o turno da manhã apresentou a menor temperatura média do período, que foi de 21,5°C, oscilando entre 18,8 e 22,2°C. Desta forma, a temperatura se encontrou evidentemente menor do que o ambiente externo, uma vez que a climatização foi acionada durante todo o período experimental. Ou seja, as aves em termos de temperatura foram mantidas em um espaço com temperaturas adequadas, segundo Silva (2000).

Em contrapartida, a umidade relativa no interior do galpão esteve elevada, conforme a Figura 27. Considerando a umidade relativa média de conforto (entre 65 e 70%), o ambiente esteve na maior parte próximo da saturação de vapor d'água, devido ao uso de nebulizadores e molhamento da carga durante todo o tempo de espera.

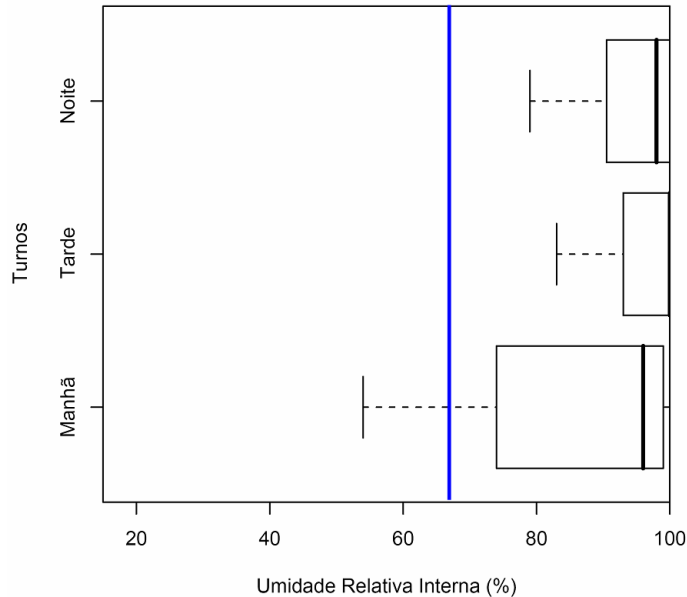


Figura 27 - Perfil da umidade relativa no galpão de espera em relação aos turnos diários, durante o período experimental, linha azul: umidade relativa média de conforto, segundo Macari e Furlan (2001)

Durante o turno da tarde, a umidade relativa esteve em torno de 100% na maioria dos dias analisados. A umidade mínima registrada neste período foi de 82%, ainda considerada elevada em termos de conforto térmico para as aves. Seguido do turno da tarde, o período noturno também registrou valores médios de umidade relativa por volta de 96% com valores mínimos em torno de 76%. Tal diminuição discreta se deve ao fato de que, durante a noite, como a temperatura é reduzida, o acionamento da climatização no ambiente de espera foi intermitente. Em função da intermitência do sistema de climatização, essa atividade induziu as aves a um maior estresse, pelo fato de elevar a umidade relativa noturna. Esse fato comprova o uso inadequado da umidificação do ambiente, principalmente quando a umidade relativa é elevada. Sem estas observações, aumenta a condição de desconforto.

Para o entendimento mais claro sobre a condição de conforto e estresse térmico das aves no interior do galpão, a Figura 28 mostra a distribuição da entalpia para cada turno.

Nota-se que durante a tarde, a faixa de conforto predominante foi a crítica, para todos os dias experimentais.

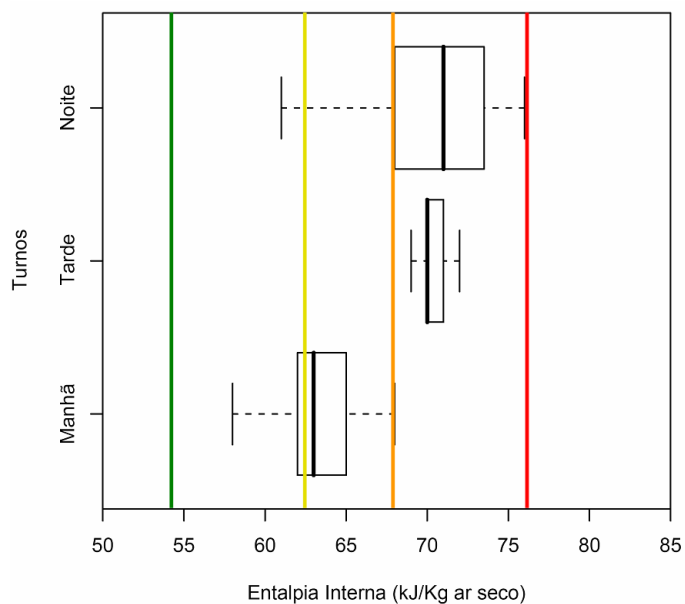


Figura 28 - Perfil da entalpia no galpão de espera em relação aos turnos diários durante o período experimental e as faixas de entalpia: Conforto (linha verde): 54,7 - 62,9 kJ/kg ar seco; Alerta Superior (linha amarela): 63 - 68,6; Crítica (linha laranja): 68,7 - 75,8; Letal (linha vermelha): acima de 75,9

No período da noite, a condição máxima de entalpia foi a letal, ou seja, nestes dias o desconforto atingiu níveis elevados, resultando em elevadas perdas durante o processo, segundo Barbosa Filho (2008). Todavia, na maior parte dos dias, a condição térmica noturna foi muito semelhante ao turno da tarde (Tabela 13).

Tabela 13 - Classificação das faixas de entalpia ao longo dos dias do verão de 2007, para os dados analisados no ambiente de espera do abatedouro

Turnos do dia	Variação da entalpia (kJ/kg de ar seco)	Classificação	
Manhã	63 - 65	Conforto	Alerta
Tarde	70 - 72		Crítica
Noite	69 - 73	Alerta	Crítica
Média	64 - 71	Alerta	Crítica

No turno da manhã, a variação da entalpia foi de 62 a 65 kJ/kg de ar seco, sendo classificado entre conforto e alerta, conforme o Anexo A. O valor mínimo de entalpia neste turno esteve no limite da faixa de conforto, por volta de 58 kJ/kg de ar seco. No período experimental, a variação média esteve entre as faixas de alerta e crítica.

4.3.2 Análise das interações - número de aves mortas como variável resposta

4.3.2.1 Efeito da temperatura e da umidade relativa internas na mortalidade

Por meio da Figura 29, torna-se possível a análise sobre o efeito conjunto da umidade e temperatura do interior do galpão de espera na variação da mortalidade.

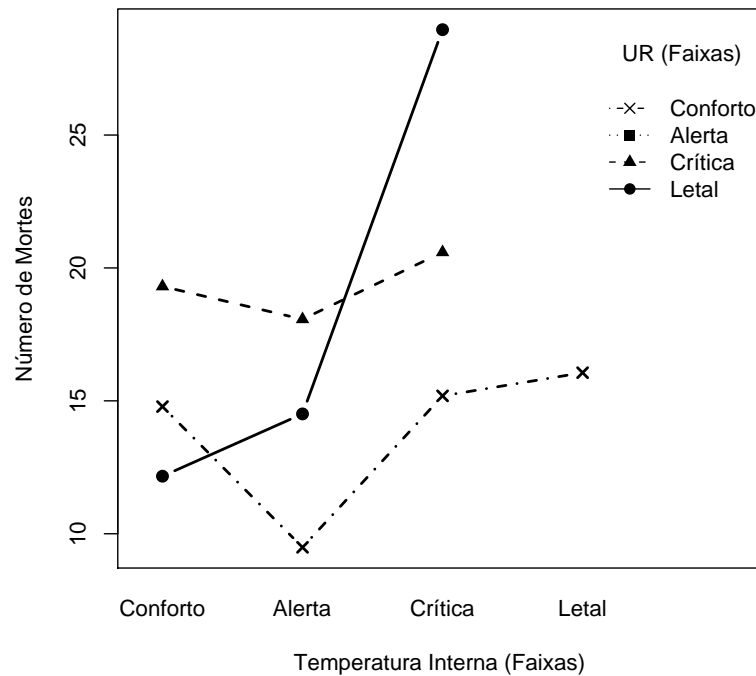


Figura 29 - Valores médios da interação entre o número de aves por caixa e a temperatura externa, em relação ao número de aves mortas, sendo as faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C, e as faixas de umidade: Conforto: abaixo de 70%; Alerta: 71 - 79%; Crítica: 80 - 90%; Letal: acima de 91%

Considerando a umidade relativa e a temperatura na faixa de conforto, houve uma mortalidade elevada em relação às demais faixas de temperatura. Esta variação é explicada pelo limite estabelecido de umidade relativa na faixa de conforto, ou seja, este intervalo também abrange valores menores que 60%. Portanto, níveis de umidade abaixo da linha de conforto facilitam a perda de calor para o meio, seguida pelo aumento da mortalidade por desidratação, principalmente considerando a retirada de calor dos animais promovida pela ventilação forçada no interior do galpão de espera. Tal fato se confirma através das faixas crítica e letal de temperatura, em que houve um pequeno aumento no número de aves mortas, devido à perda intensiva de calor latente para o meio, ocasionada pela umidade relativa baixa no ambiente. Mesmo assim, a mortalidade nesta situação se manteve abaixo das demais faixas de umidade.

Durante a pesquisa, não foram registrados valores de umidade na faixa de alerta, impossibilitando o ajuste dos dados pelo modelo neste intervalo. Na faixa crítica de umidade relativa, a mortalidade foi maior do que na faixa de conforto, conforme esperado, porém sem variações consistentes dentro das faixas de temperatura. Todavia, a faixa de maior destaque foi a letal, que compreende valores acima de 91% de umidade relativa. Neste intervalo, o número de aves mortas aumentou acentuadamente a partir da faixa de alerta da temperatura. Conforme o esperado, com a temperatura ambiente elevada, a ave é estimulada a ativar os mecanismos termorregulatórios, visando à dissipação de calor para o ambiente. Entretanto, a eficácia desta perda é relacionada aos níveis de umidade relativa, que permite em maior ou menor grau a perda de calor da forma latente, uma das formas mais eficientes de troca térmica para as aves. Como o nível de umidade se encontrava na faixa letal, os animais não conseguiam perder calor pelas formas evaporativas, uma vez que o ambiente se encontrava próximo da saturação. Assim, o desgaste energético foi maior, e isto resultou em forte aumento na mortalidade no lote.

Nääs et al. (1998) afirmaram que a ventilação possui uma eficiência ligada ao manejo de ventiladores e dos nebulizadores, de forma que o vento force a retirada de calor, e as gotículas, por meio da evaporação, resfriem o ambiente. A ventilação também favorece a mudança da perda de calor latente para a forma sensível, sendo esta a forma mais eficiente de remoção de calor em altas temperaturas (LOTT et al., 1998). Porém, caso a nebulização seja

intermitente, aliada aos demais tipos de manejo ambiental no ambiente de espera, como o molhamento, por exemplo, o acréscimo de vapor d'água no ambiente será o suficiente para se alcançar a saturação. Considera-se ainda que, no interior das caixas, o efeito da climatização não é homogêneo, dada a distribuição térmica desigual ao longo da carga. Somado a este fator, o calor metabólico promovido pelas aves gera um gradiente entre o interior do caminhão e o meio externo (WEBSTER et al., 1993; MITCHELL; KETTLEWELL, 1994; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; KETTLEWELL et al., 2001, BARBOSA FILHO, 2008). Todavia, segundo os mesmos autores, a umidade relativa exerce um papel agravante em termos de estresse térmico, uma vez que ela determina as trocas térmicas evaporativas em elevadas temperaturas. Tal como evidenciado na figura 29, em intervalos acima da faixa de alerta e com temperaturas elevadas, foram registradas as maiores perdas dentre as demais faixas, corroborando resultados acima descritos. Desta forma, a ave entra num círculo vicioso, aumentando a frequência respiratória, inserindo mais vapor d'água no ambiente, com isto favorecendo a hipotermia que aumenta as chances de mortalidade (MITCHELL; KETTLEWELL, 1998).

A análise acima mostra que, mesmo em ambientes de espera, a temperatura é muito importante para a determinação das condições térmicas do lote, porém, é fundamental o controle da umidade relativa do ar, dada a importância deste fator na quantidade de energia térmica do ambiente (ESMAY, 1978; CURTIS, 1983; KETTLEWELL, 1989; KETTLEWELL; MORAN, 1992, BALNAVE, 1998; SILVA, 2000). Apesar de a eficiência do mecanismo evaporativo respiratório corresponder a cerca de 40% da retirada de calor para as aves (SILVA, 2000), elas entram em alcalose respiratória em temperaturas e níveis de umidade elevados no ambiente, com o decréscimo posterior da frequência respiratória em situações severas, conduzindo os animais à faixa de irreversibilidade do quadro de estresse térmico, comprometendo desde o produto até a sobrevivência do lote (CURTIS, 1983; FEEDE, 1996; HOUP, 1996; SILVA, 2000; FURLAN; MACARI, 2002).

4.3.2.2 Distância granja-abatedouro

A distância percorrida é outro fator de bastante relevância para o estudo nas perdas pré-abate, uma vez que ela determina a duração do transporte e, com isto, o tempo durante o qual as aves ficarão expostas aos efeitos térmicos do ambiente externo. Essa variável aumenta

o estresse térmico das aves em condições desfavoráveis e apresenta uma interação com o tempo de espera, cujo objetivo é reduzir os efeitos térmicos da viagem, bem como diminuir as chances de perdas por mortalidade. Desta forma, a influência dada pelo fator distância no número de aves mortas é evidenciada conforme a Figura 30.

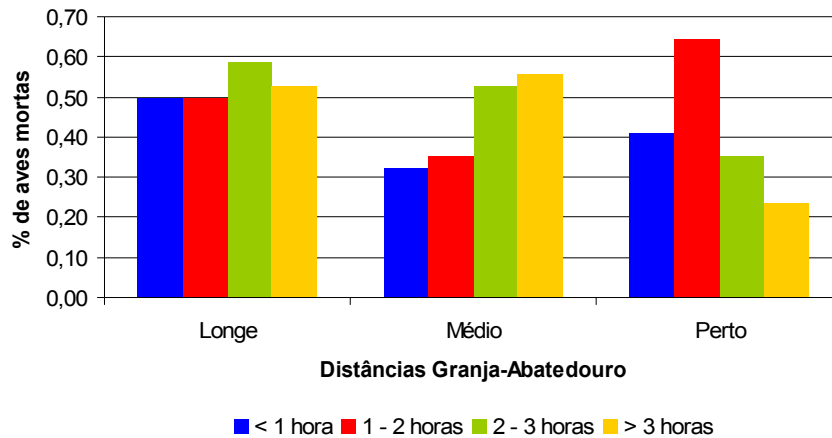


Figura 30 - Porcentagem de aves mortas e sua relação com a distância e o tempo de espera, faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km

À medida que aumentou o trajeto percorrido pelo caminhão, maiores foram as perdas, seguidas pelas distâncias média e curta, concordando também com resultados encontrados por Barbosa Filho (2008). Desta forma, também se verificou uma influência do tempo de espera na redução das perdas, através de distâncias menores e intervalos de tempo maiores.

4.3.2.3 Efeito da distância e tempo de espera na mortalidade

A Figura 31 mostra os efeitos da distância em conjunto com diferentes intervalos de tempo adotados durante a pesquisa. Os comportamentos das faixas longe e médio foram semelhantes quanto à variação da mortalidade ao longo do tempo de espera, porém, foram distintos das distâncias curtas, que apresentaram comportamento inverso aos demais.

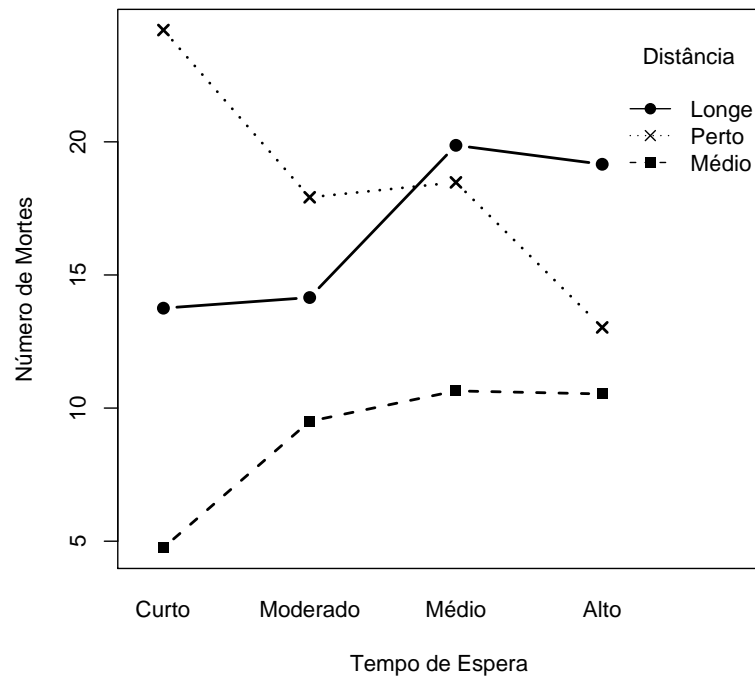


Figura 31 - Valores médios da interação entre a distância granja-abatedouro e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação ao número de aves mortas, sendo intervalos de tempo de espera: Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km

Nas distâncias abaixo de 24 km, foram registrados os valores mais elevados de mortalidade em relação às outras faixas, quando as aves foram submetidas ao tempo de espera curto, o que correspondeu ao número de aves mortas, por volta de 23 por caminhão. Para a mesma faixa de distância, quando se aumentou o tempo de espera, houve um decréscimo acentuado na mortalidade, mantendo um patamar entre o tempo moderado e médio, seguido de um novo decréscimo da mortalidade a partir de 2 horas de espera. Já em distâncias intermediárias (entre 25 e 50 km), a situação se inverteu, aumentando gradativamente a mortalidade à medida que se aumentou o tempo de espera, atingindo um patamar elevado de perdas após 2 horas de espera. Todavia, quando comparada com as demais faixas, foi a que apresentou a menor mortalidade no geral. Quanto às distâncias longas (acima de 51 km), a mortalidade foi constante até 1 hora de espera, a partir da qual a mortalidade aumentou acentuadamente até o tempo

médio, mantendo-se constante nos intervalos maiores de tempo, em relação à mortalidade.

Tais resultados concordam com Bressan e Beraquet (2002), os quais relataram decréscimo na qualidade de carne relacionado com o tempo de espera no abatedouro e com a distância percorrida pelos caminhões. Os autores descreveram que as aves apresentam um desgaste acentuado das reservas energéticas nos primeiros 30 minutos de exposição ao estresse, também considerado como primeira fase de estresse. Neste momento, a ave possui uma reserva que é rapidamente consumida neste intervalo, culminando logo após numa adaptação ao estresse. Todavia, tal efeito adaptativo não acontece nas primeiras horas, portanto as aves são encaminhadas ao abate bastante debilitadas quanto aos parâmetros qualitativos. Vale considerar que, em muitos abatedouros, assim como a empresa considerada neste presente estudo, a rotina entre a espera e o descarregamento das caixas na linha de abate ainda demanda um certo tempo, agravado por possíveis problemas na linha de abate ou devido ao excesso de caminhões a serem abatidos. Desta forma, boa parte das aves pode chegar à mortalidade antes da pendura, em face da debilidade apresentada anteriormente. Já em distâncias maiores, as aves já passaram pelo período mais crítico de estresse e o organismo ativa os mecanismos de adaptação, o que retarda a implantação de um processo irreversível. Todavia, a reposição das reservas energéticas não ocorre com o prolongamento do tempo de espera, e com este intervalo, aumentam-se as chances de mortalidade elevada no lote. Em termos de perdas qualitativas, os autores encontraram redução na qualidade da carne em distâncias mais longas do que em distâncias mais curtas. No presente estudo, as perdas quantitativas (mortalidade) foram concordantes com os resultados anteriores, sendo que nas distâncias longas, a mortalidade foi semelhantemente alta em relação ao percurso curto.

Vecerek et al. (2006) afirmaram que longas distâncias resultam em aumento do número de aves mortas, na ordem de 0,86% de mortalidade, significativamente maior em relação às distâncias mais curtas (0,15%). Ainda relataram que a condição de estresse dada pelo transporte se agrava ainda mais quando se aumenta a distância entre as granjas e o abatedouro. Tais resultados concordaram com Warriss et al. (1992), os quais afirmaram que a mortalidade encontrada foi 80% maior em percursos mais longos. Este aumento nas perdas relacionado com o aumento da distância se deve à redução significativa da habilidade por parte do animal em manter o equilíbrio biológico necessário para a sua adaptação ao trans-

porte (COCKRAM, 2007). Neste contexto, Voslarova et al. (2007) encontraram resultados de mortalidade elevados em distâncias acima de 100 km, sendo que a menor proporção de aves mortas (0,6%) foi registrada em distâncias abaixo de 50 km. Os autores concluíram que a recomendação mais desejável para a redução de DOA's é a redução da distância percorrida pelos caminhões. Ainda afirmou a importância de outros fatores pré-abate, como a espera nos abatedouros, por exemplo. No entanto, dada a dificuldade em se manter uma uniformidade quanto à localização das granjas, para muitas empresas torna-se inviável a restrição da distância granja-abatedouro. Para isto, o tempo de espera torna-se fundamental para se amenizar os efeitos decorrentes do transporte, desde que o intervalo de tempo seja adequado para cada condição e que a climatização na espera promova o arrefecimento do lote de forma controlada.

De posse destes resultados, a Tabela 14 indica os melhores intervalos de tempo de espera para cada faixa de distância. Para distâncias longas, o intervalo de tempo entre 1 e 2 horas de espera é adequado para se reduzir parte da carga térmica do lote transportado, sem contudo prolongar o desgaste energético das aves. Já na distância média, o intervalo curto é o mais apropriado devido ao menor prolongamento do estresse em relação às distâncias longas. Na faixa perto de distância, o intervalo alto de espera é o mais apropriado, visando à manutenção do equilíbrio térmico das aves.

Tabela 14 - Valores recomendados do tempo de espera em distância granja-abatedouro e suas respectivas taxas de mortalidade esperadas

Distância	Tempo de espera (faixas)	% mortalidade esperada
Longe (acima de 51 km)	Moderado (entre 1 e 2 horas)	0,41
Médio (entre 25 e 50 km)	Curto (abaixo de 1 hora)	0,12
Perto (abaixo de 24 km)	Alto (acima de 3 horas)	0,41

4.3.3 Análise das interações - diferença da temperatura retal como variável resposta

4.3.3.1 Tempo de espera

O fator tempo indica a intensidade dos efeitos térmicos durante a exposição das aves no ambiente. No caso do ambiente de espera, os diferentes tempos indicam a intensidade de trocas térmicas entre as aves e o meio onde elas se encontram e, conseqüentemente, o bem-estar e sobrevivência das mesmas. A Figura 32 mostra a variação do tempo de espera em cada turno e seus efeitos entre a temperatura retal de saída e a temperatura retal de entrada.

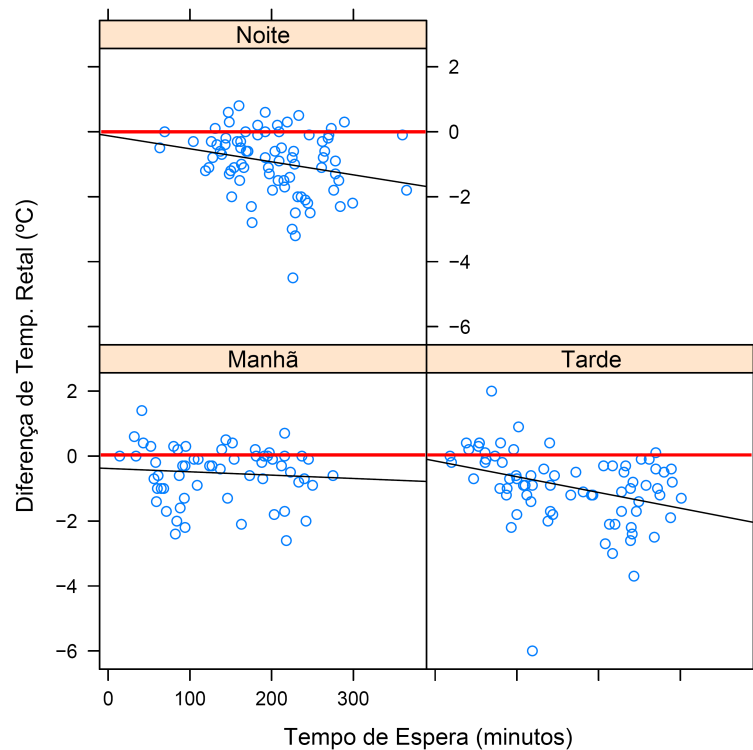


Figura 32 - Variação do tempo de espera dentro de cada turno diário, e sua influência na diferença da temperatura retal

Nota-se que tanto a tarde quanto a noite, os quais foram considerados críticos, em nível de conforto para as aves (Tabelas 12 e 13), a redução da temperatura retal indica uma possível associação com o tempo de espera, à medida que as aves são mantidas no ambiente climatizado, pois, com o aumento do tempo, os efeitos da climatização são efetivos quanto à

redução da carga térmica proveniente das etapas anteriores (RITZ et al., 2005). Desta forma, evidencia-se a importância da climatização nessa condição.

Entretanto, Vieira et al. (2007) não encontraram um ajuste adequado para os dados, quando analisados o tempo de espera juntamente com os turnos, com influência significativa somente para os dados do turno da tarde ($P > 0,001$) e com o R^2 ajustado abaixo de 0,20. Barbosa Filho (2008) recomendou que outros fatores devem ser levados em consideração numa análise conjunta, visando à determinação de um tempo de espera ideal. Por meio das análises estatísticas, tais interações poderão ser discutidas de forma detalhada posteriormente.

O tempo de espera possui grande importância, quando associado à climatização, pois cada lote chega ao abatedouro com uma necessidade específica quanto à duração dos efeitos da ventilação e nebulização, visando ao reequilíbrio térmico das aves antes do abate. Esta variável determina toda a eficácia do manejo ambiental após o transporte, por isso o intervalo de tempo adotado deve ser criteriosamente determinado, para que o bem-estar e a sobrevivência dos animais sejam garantidos. Estudos comprovaram a necessidade da climatização no ambiente de espera (NÄÄS et al., 1998) conjugada com o fator tempo (QUINN et al. 1998), além da importância da espera pré-abate na redução de perdas (SILVA et al., 1998; AASLYNG; GADE, 2001; HAMBRECHT et al., 2005; RITZ et al., 2005; VIEIRA et al., 2007; BARBOSA FILHO, 2008), para que os animais possam ter condições de reduzir a carga de estresse proveniente das etapas anteriores (pega, carregamento e transporte), bem como o retorno à sua zona de termoneutralidade anterior às operações pré-abate.

Neste contexto, algumas pesquisas foram realizadas no intuito de se estabelecer o tempo de espera ideal. Quando a climatização nos galpões foi pouca ou inexistente, a recomendação foi abaixo de 2 horas (HUNTER et al, 1998) ou entre 1 e 2 horas (WARRISS et al., 1999). Por outro lado, quando o manejo ambiental foi considerado nos estudos, o tempo de espera recomendado foi entre 2 e 4 horas (QUINN et al., 1998; BRESSAN; BERAQUET, 2002), com resultados positivos a partir de 50 minutos a 1 hora de espera (VIEIRA et al., 2007).

Baseadas nestas pesquisas, alguns países criaram leis visando à adoção de padrões em relação à espera pré-abate e ao intervalo de tempo nestes ambientes. De acordo com a legislação do Reino Unido, a espera deve ser climatizada e caso a temperatura externa seja elevada, recursos de resfriamento evaporativo devem ser utilizados (DEFRA, 2002). Porém,

dentro deste ambiente, os caminhões devem permanecer por um período curto de tempo (entre 1 e 2 horas, no máximo), sendo que os animais devem ser abatidos o mais rápido possível, visando a redução de perdas (DEFRA, 2007). Todavia, estas normativas foram desenvolvidas para regiões de clima temperado, onde as aves na maioria dos meses sofrem estresse por frio.

No Brasil, as leis não são detalhadas quanto às operações pré-abate, principalmente quanto à condição de espera, enquanto as leis existentes apenas ressaltam a importância do manejo pré-abate visando o bem-estar animal (BRASIL, 1934, 1998; SÃO PAULO, 1995, 2005). Atualmente, o projeto de lei nº 215, em tramitação no Congresso Nacional, afirma que no transporte, embarque e desembarque dos animais, devem ser atendidas as condições de bem-estar, a devida atenção com o tempo de viagem, condições climáticas, densidades de aves por caixa, bem como o tempo e local de espera (BRASIL, 2007). Todavia, tal projeto não contempla o tempo de espera ideal, fato este que reforça ainda mais a necessidade de estudos que determinem tais informações ao setor avícola brasileiro.

4.3.3.2 Efeito da distância e do tempo de espera na temperatura retal

A Figura 33 mostra a influência da distância e do tempo de espera sobre a temperatura retal. As distâncias percorridas variaram de 9 a 496 km, com distância média de 124 km, classificado como longe. Nesta faixa, quanto maior o tempo de espera, maiores as reduções da temperatura retal nas aves, indicando a influência da espera no bem-estar das mesmas. Todavia, as reduções foram mais pronunciadas quando adotadas distâncias menores entre a granja e o abatedouro, devido ao estresse inicial sofrido pelas aves, as quais se tornam mais sensíveis ao ambiente da espera (BRESSAN; BERAQUET, 2002).

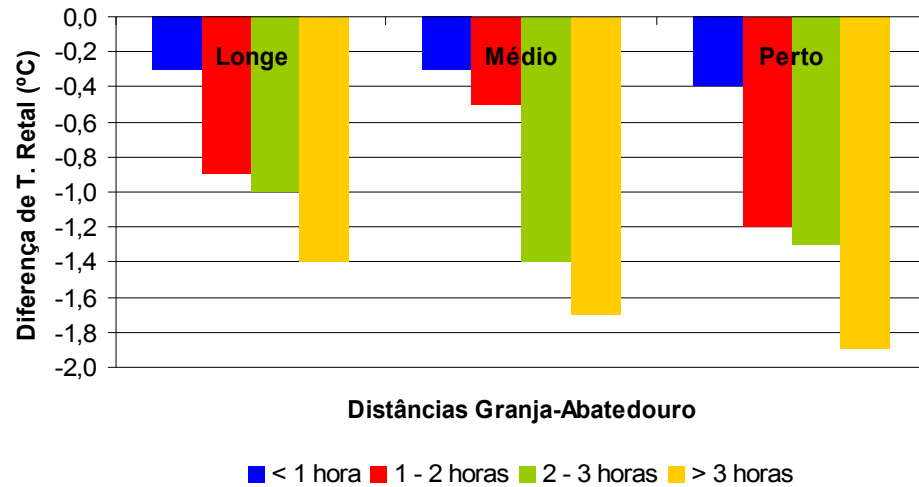


Figura 33 - Diferença da temperatura retal das aves e sua relação com a distância e o tempo de espera, sendo faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km

Confirmando os resultados acima, a Figura 34 mostra os efeitos da interação entre o tempo de espera e a distância percorrida. Nota-se em geral uma redução efetiva na temperatura retal das aves submetidas aos diferentes tempos de espera, isto é, com o aumento do intervalo do tempo de espera, reduz-se acentuadamente a temperatura retal. Quanto às distâncias menores (Perto), esta foi a faixa que apresentou uma redução na temperatura mais acentuada em relação às demais. A partir do tempo de espera curto, houve uma queda na temperatura retal das aves na ordem de aproximadamente 1°C . Avançando o intervalo de tempo, o tempo médio apresentou na sequência uma redução de $1,6^{\circ}\text{C}$, com redução menor a partir deste intervalo. Em relação à distância média, houve um pequeno aumento na temperatura retal, quando o tempo de espera esteve entre 1 e 2 horas, reduzindo acentuadamente logo após 2 horas. O mesmo comportamento foi registrado nas distâncias longas, porém com uma redução mais contínua do que a segunda faixa. Ou seja, em todas as distâncias, a redução foi acentuada, sendo que a variação do tempo de espera foi o fator determinante na redução da temperatura retal, indicando assim a importância do tempo de espera para a temperatura corporal dos animais.

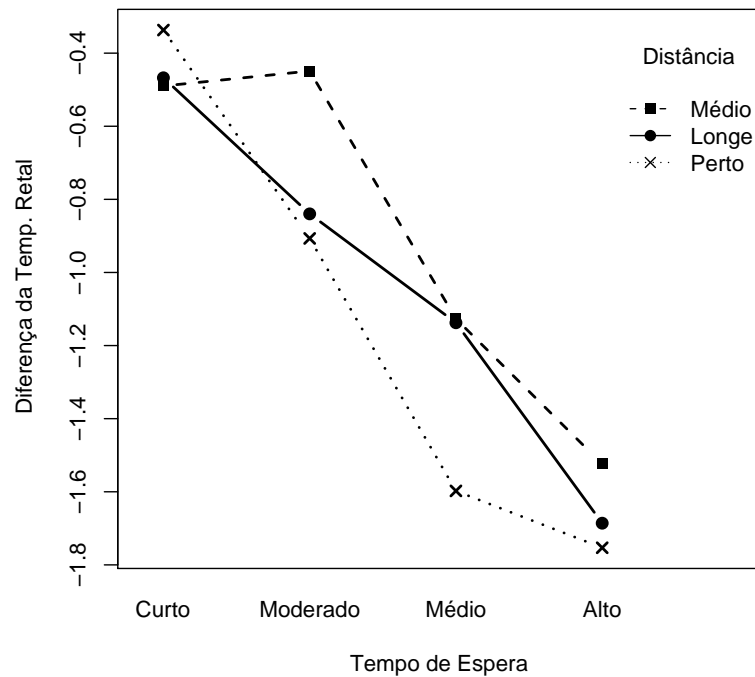


Figura 34 - Valores médios da interação entre a distância granja-abatedouro e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação à diferença da temperatura retal. Intervalos de tempo de espera, sendo Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de distância: Longe: acima de 51 km; Médio: 25 - 50 km; Perto: abaixo de 24 km

Segundo Bressan e Beraquet (2002), a característica do estresse imediato sofrido pelas aves em distâncias mais curtas, justifica a sensibilidade das aves quanto à influência do tempo de espera de forma mais acentuada dentro de cada distância, dada a necessidade de se ativar os mecanismos termorregulatórios em relação ao efeito térmico ambiental. Ou seja, as aves respondem em maior ou menor grau ao ambiente de espera, através da temperatura retal, dependendo do nível de estresse térmico ao qual foram submetidas durante o trajeto. Em termos fisiológicos, a distância por si só não é capaz de explicar as variações na resposta do animal, perante a importância do tempo em que as aves permanecem paradas, além da imprecisão da determinação das distâncias exatas entre as granjas e o abatedouro (WARRISS et al., 1992). Gregory (1994) complementou esta informação em sua pesquisa, afirmando que a relação entre as perdas e a duração da viagem não é linear, porém o aumento da mortalidade

é acelerado com o fator tempo, devido às condições de estresse dentro da carga, bem como a condição do animal, na maioria das vezes, bastante debilitada à medida que a viagem se prolonga.

Portanto, as aves chegam aos abatedouros com um nível de estresse térmico elevado, devido às condições da operação de transporte. Tal quantidade de calor corporal é refletida através da temperatura retal, que segundo Andersson e Jónasson (1996) é uma das medidas mais precisas quanto à temperatura do núcleo corporal. Na tentativa de dissipar este excesso de calor para o meio, as aves elevam sua temperatura interna devido ao aumento da atividade muscular ligada ao aumento da frequência respiratória (ESMAY, 1978; KETTLEWELL, 1994, COOPER; WASHBURN, 1998, ALTAN et al., 2000). Considerando que 40% das perdas decorrentes desta fase de transporte anterior à espera se deve ao estresse térmico, os autores afirmaram que a necessidade do manejo ambiental nos galpões de espera é fundamental (RITZ et al., 2005).

Isto justifica-se através da pesquisa realizada por Hunter et al. (1998), no qual encontraram aumentos na temperatura retal na ordem de 0,9°C em intervalos crescentes de tempo de espera, alcançando um patamar após 2 horas de espera. Todavia, no trabalho em questão, a ventilação era acionada subjetivamente, sem um controle mais apurado pelos operadores. Além disso, os autores afirmaram que, durante o inverno, o regime de ventilação na espera foi mais fraco do que no verão, devido à característica térmica da estação, que justifica tal resultado quanto ao tempo de espera. Com isto, a temperatura retal média registrada foi de 41,6 e 40,4°C no inverno e no verão, respectivamente. Ou seja, mesmo com pouca ventilação, a menor alteração no ambiente térmico das aves resultou na redução em torno de 1°C. Tais dados mostram que a eficiência na climatização é grande quando se considera a necessidade de se reduzir o estresse e que a distância se encontra intimamente ligada aos efeitos da variação do tempo de espera, em termos de temperatura retal.

4.3.3.3 Efeito da temperatura interna e do tempo de espera na temperatura retal

A Figura 35 mostra o efeito da variação térmica na temperatura retal, dentro das faixas de tempo de espera. É possível observar que, na faixa de conforto, houve uma pequena

variação na diferença da temperatura retal ao longo do tempo.

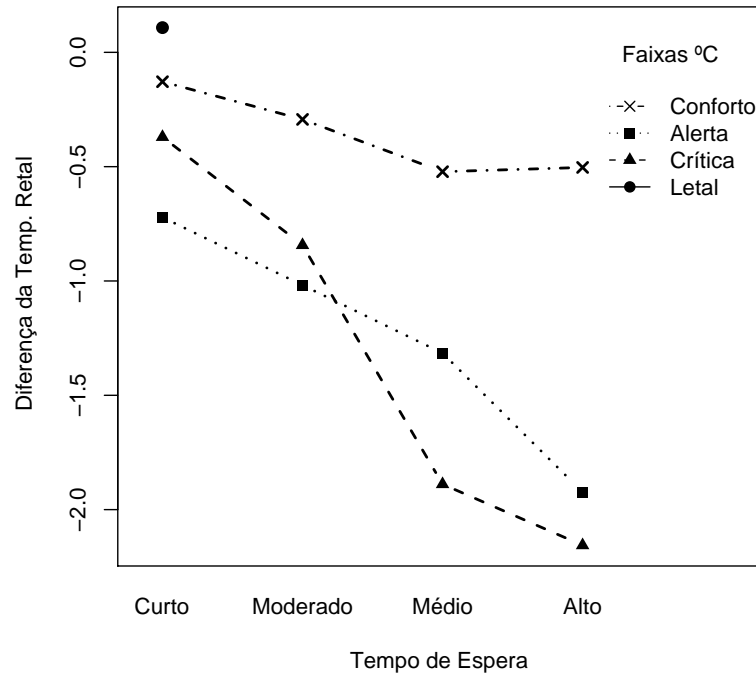


Figura 35 - Valores médios da interação entre a temperatura do galpão de espera e os diferentes intervalos de tempo de espera, em relação à diferença da temperatura retal, sendo intervalos de tempo de espera: Curto: menor que 1 hora, Moderado: 1 - 2 horas, Médio: 2 - 3 horas, Alto: acima de 3 horas e faixas de temperatura: Conforto: abaixo de 21°C; Alerta: 22 - 24°C; Crítica: 25 - 28°C; Letal: acima de 28°C

Tal comportamento era esperado, pois nesta faixa térmica, a climatização exerce pouca influência nas aves. Porém, as diferenças mais visíveis foram registradas quando a temperatura esteve nas faixas de alerta e crítica.

Na faixa de alerta, a redução na temperatura retal ocorreu de forma gradativa, ao longo do tempo, com uma inclinação ligeiramente acentuada, após 2 horas de espera. Já na faixa crítica, a variação foi a maior, com a reta correspondente à temperatura retal bastante inclinada após o intervalo de tempo moderado. Apesar da faixa letal não ter sido registrada ao longo do tempo de espera, a sua ocorrência no tempo curto indica uma tendência aos valores elevados de temperatura retal quando intervalos de tempo curto foram adotados.

As aves apresentam elevada sensibilidade às temperaturas elevadas, refletindo tal efeito na temperatura retal (NICOL; SCOTT, 1990; COOPER; WASHBURN, 1998; ALTAN et al., 2000; SANDERCOCK et al., 2001, SILVA et al., 2001). Analisando aves de diferentes idades, em situação de conforto e estresse térmico (21 e 32°C, respectivamente), Cooper e Washburn (1998) relataram um aumento crescente na temperatura retal das aves à medida que elas se aproximam da idade de abate, ou seja, as mesmas apresentam uma resistência cada vez menor ao estresse térmico, refletida através do aumento na temperatura retal, além da interação negativa entre a temperatura corporal e os parâmetros zootécnicos de maior relevância (ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar). Estas informações foram complementadas por Altan et al. (2000), que também observaram aumentos na temperatura retal de aves na 5ª semana, após exposição à temperatura de 38°C, mesmo com a aclimatização do lote nas primeiras semanas de vida. Desta forma, observou-se que a hipertermia nas aves adultas possui uma extensão muito maior do que em outras fases de criação, devido à diminuição na habilidade de troca térmica, principalmente quando expostas às condições térmicas desfavoráveis, refletindo em maior esforço termorregulatório e conseqüentemente em aumento na temperatura corporal (SANDERCOCK et al, 2001).

Todavia, um dos fatores ligados à variação da temperatura retal é o fator tempo. Segundo Silva et al. (2007), a partir de 30 minutos, as aves já se encontravam em estresse térmico, ultrapassando a condição inferior de estresse (41,1°C), constatando que, quanto maior o tempo de exposição a temperaturas e umidades relativas elevadas, maiores serão os valores de temperatura retal. Segundo os mesmos autores, o ponto crítico foi alcançado aos 120 minutos, quando as aves apresentaram sintomas de colapso térmico, chegando a óbito.

O uso de sistemas de climatização favorece o conforto térmico das aves, quando aliado ao fator tempo, uma vez que, quanto maior este intervalo de espera, maiores serão as reduções na temperatura retal das aves (BARBOSA FILHO, 2008). Porém, em regime de elevada ventilação, a perda de calor sensível é grande, resultando conseqüentemente em redução na temperatura retal, devido à retirada de grande quantidade de calor da superfície das aves (KETTLEWELL et al., 2000; SIMMONS et al., 1997; SIMMONS et al., 2003; YAHAV et al., 2005). Considerando o gasto energético dos mecanismos termorregulatórios, Yahav et al. (2004) afirmaram que a velocidade do vento melhora o balanço hídrico e de energia das aves,

uma vez que o ofego exige mais das reservas dos animais do que a perda de calor sensível. Esta condição foi observada durante o período experimental no galpão de espera, onde a ventilação e nebulização permaneceram intermitentes.

Por outro lado, enquanto os sistemas de climatização oferecem conforto às aves, o excesso de climatização pode gerar problemas quanto ao conforto, conduzindo as aves ao estresse por frio. Neste estudo, algumas aves apresentaram temperaturas retais próximo à condição inferior de estresse. Considerando a redução da temperatura retal nestas faixas, atenção deve ser dada para o controle ambiental, para que, mesmo em dias quentes, as aves não estejam em hipotermia.

Portanto, em face aos resultados apresentados acima, as recomendações dos intervalos de tempo de espera são evidenciadas pela Tabela 15.

Tabela 15 - Valores recomendados dos tempos de espera para cada faixa de temperatura do galpão de espera e suas respectivas reduções na mortalidade

Faixas de Temperatura	Tempo de espera (faixas)	Redução da TR (°C)
Conforto (abaixo de 21°C)	Moderado (entre 1 e 2 horas)	-0,3
Alerta (entre 22 e 24°C)	Médio (entre 2 e 3 horas)	-1,5
Crítica (entre 25 e 28°C)	Médio (entre 2 e 3 horas)	-2,0
Letal (acima de 28°C)	Alto (acima de 3 horas)	não definido

Para a faixa de conforto, o tempo ideal recomendado se encontra entre 1 e 2 horas, uma vez que as aves se encontram em situação térmica favorável, não havendo respostas notáveis quanto à diminuição da temperatura retal. Para a faixa alerta e crítica, o tempo médio deve ser considerado, observando atentamente a condição térmica do lote, evitando, assim, a hipotermia. Para a faixa letal, recomenda-se o intervalo acima de 3 horas.

A variação dos fatores envolvidos no estudo e as respectivas influências na variação da mortalidade são evidenciadas através da Tabela 16. A mortalidade se elevou quando o tempo de espera foi maior nas distâncias longas e médias. Por outro lado, adotando-se distâncias mais curtas, a mortalidade foi menor quando o tempo de espera foi acima de 1 hora. Quanto à influência da temperatura e umidade interna na mortalidade, destaca-se o aumento da mortalidade quando a umidade foi acima de 91%, indicando a necessidade de controle da nebulização e da prática do molhamento da carga durante a espera.

Tabela 16 - Variação do número de aves mortas em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da mortalidade; (↓): redução na mortalidade; (=): estabilização da mortalidade; (-): sem interação

		Dist.(km)			UR Int.(%)			
		(<24)	(25-50)	(>50)	(<70)	(71-79)	(80-90)	(>91)
T. Espera (horas)	(0-1)	↓	↓	↑	-	-	-	-
	(1-2)	=	↑	↓	-	-	-	-
	(2-3)	↑	↑	↓	-	-	-	-
	(>3)	↑	↑	↓	-	-	-	-
T. Int. (°C)	(<21)	-	-	-	↑	-	↑	↑
	(22-24)	-	-	-	↓	-	↓	↑
	(25-28)	-	-	-	↑	-	↑	↑
	(>28)	-	-	-	=	-	-	-

A Tabela 17 mostra a variação da temperatura retal em relação aos fatores envolvidos no estudo. A temperatura retal foi reduzida quando adotados tempos de espera maiores, para todas as distâncias, exceto na situação de conforto, quando houve uma estabilização na temperatura retal no tempo médio de espera, em distâncias médias. Quanto à interação da temperatura interna com o tempo de espera, houve uma redução na temperatura retal das aves à medida que o tempo de espera foi reduzido, principalmente em faixas de temperatura elevada (acima da faixa de alerta).

Tabela 17 - Variação da diferença de temperatura retal em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da temperatura retal; (↓): redução na temperatura retal; (=): estabilização da temperatura retal; (-): sem interação

		T. Espera (horas)				Dist. (km)		
		(0-1)	(1-2)	(2-3)	(>3)	(<24)	(25-50)	(>50)
T. Espera (horas)	(0-1)	-	-	-	-	↑	=	↓
	(1-2)	-	-	-	-	↑	↓	↓
	(2-3)	-	-	-	-	↑	↓	↓
	(>3)	-	-	-	-	↑	↓	↓
T. Int. (°C)	(<21)	↑	↓	↓	=	-	-	-
	(22-24)	↑	↓	↓	↓	-	-	-
	(25-28)	↑	↓	↓	↓	-	-	-
	(>28)	↑	-	-	-	-	-	-

4.4 Conclusões

Conforme os resultados obtidos nesta pesquisa e visando a redução de perdas nas operações pré-abate, pode-se concluir que:

a. com relação ao tempo de espera:

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a temperatura retal das aves;
- aumentando-se o tempo de espera, aumenta-se a mortalidade para distâncias longas e médias e diminui-se o número de aves mortas para distâncias curtas.

b. com relação à eficiência na climatização do galpão de espera:

- para a redução de mortalidade, a climatização é mais eficiente quando a temperatura do galpão se encontra entre 21 e 24°C, principalmente em condições de umidade relativa interna abaixo de 70 %;
- para a redução da temperatura retal, a eficiência é alcançada quando se aumenta o tempo de espera, principalmente em temperaturas internas entre 22 e 24°C e com climatização intermitente.

5 USO DAS REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS PARA O RECONHECIMENTO DE PADRÕES RELACIONADOS ÀS OPERAÇÕES PRÉ-ABATE E PREDIÇÃO DA MORTALIDADE DE FRANGOS DE CORTE

Resumo

Um dos maiores problemas atuais da avicultura brasileira reside nas operações pré-abate, responsáveis em grande parte pelas chamadas mortes antes da chegada ao abatedouro. A desinformação sobre as possíveis causas impede o setor produtivo de saber onde e quanto se perde, para que ações possam ser direcionadas para a redução de perdas. Levando em conta os fatores bioclimáticos, os níveis de mortalidades são expressivos no período da tarde e no verão, quando o grau de atividade dos animais aumenta significativamente. Todas estas variáveis podem ser incluídas em uma arquitetura de um sistema especialista, tal como as Redes Neurais Artificiais (RNA), amplamente utilizadas para reconhecimento de padrões e previsões de riscos. Desta forma, este trabalho tem como objetivo estudar a performance de predição das perdas produtivas pré-abate de frangos de corte, utilizando Redes Neurais Artificiais. Foram utilizados dados históricos de abatedouro do Estado de São Paulo, tais como fatores climáticos e fatores relacionados às operações pré-abate, por se tratarem de fatores agravantes ao estresse térmico. A rede utilizada foi a *Feedforward-backpropagation* implementada em ambiente Matlab®2006a. Como resultado, este sistema apresentou excelente poder de generalização, o que refletiu na performance de classificação dos dados simulados pela rede. Devido ao êxito do trabalho, a rede foi utilizada para a simulação, apresentando boa performance preditiva da mortalidade, quando incorporados ao modelo os fatores mais importantes nas operações pré-abate. Os resultados indicaram o grande potencial de utilização das redes neurais em pesquisas pré-abate de frangos de corte.

**NEURAL NETWORK MODELLING FOR PATTERN RECOGNITION
RELATED TO PRESLAUGHTER OPERATIONS AND POULTRY
MORTALITY'S PREDICTION**

Abstract

Nowadays, one of the most common problems of Brazilian poultry raising system lies on preslaughters operations, responsible in great part for deaths on arrivals. A lack of information about the possible causes prevent the productive sector to know where and how much is being lost during the process, seeking for actions that could be directed to reductions of mortality rates. Considering bioclimatic factors, mortality levels are expressive on the afternoon and on summer, period which the level of animal activity rises significantly. All these variables can be included on a specialist architecture system, as Artificial Neural Network (ANN), widely used for patterns recognition and risk prediction. Thus, the aim of this work was to study the performance of poultry preslaughter losses prediction, using Artificial Neural Networks. On this study, historical data were obtained from a commercial abattoir on the State of São Paulo, such as climatic factors and those related to preslaughters operations, due to the worsening on heat stress status. The network used was the *feedforward Backpropagation*, implemented on Matlab®2006a environment. As result, this system showed an excellent generalization power, which reflected on data classification's performance simulated by the network. This study found only patterns variables obtained during the summer. Due to the research success, this network was used in a simulation, which resulted in a good predictive fit for mortality, when some of the most important factors on preslaughter operations were included in these models. Therefore, the results showed the great potential use of ANN to poultry preslaughter researches.

5.1 Introdução

As operações pré-abate de frangos de corte podem aumentar significativamente o nível de estresse dos animais, comprometendo o bem-estar, a sobrevivência dos mesmos e a qualidade do produto final (MITCHELL; KETTLEWELL et al., 1994, 1998; HUNTER et al., 1997, 1998). Neste contexto, um dos maiores problemas atuais na produção industrial de frangos de corte está relacionado com a falta de informação sobre os pontos críticos das operações pré-abate, responsáveis em grande parte, pelas perdas antes da chegada (DOA).

Até então, estudos como o de Nijdam et al. (2004), que avaliaram o efeito de diversos parâmetros pré-abate na mortalidade, têm realizado tentativas de estimar diferentes níveis de DOA's em função da variação dos fatores mais importantes nestas etapas, por meio da aplicação da Razão de Chances (*Odds Ratio*), que é a chance de aumento ou diminuição da mortalidade em relação ao fator de interesse, como por exemplo, aumento de 1°C na temperatura, ocorrência das operações no turno da tarde, dentre outros. Entretanto, existem métodos mais robustos, tais como as Redes Neurais Artificiais (RNA's), que vêm sendo utilizados na produção animal como indicativos eficientes de predição, podendo informar ao setor produtivo com mais precisão o quanto se perde na combinação de fatores importantes nestas etapas (PANDORFI, 2005; RODRIGUES, 2006).

Uma RNA é um sistema de processamento de informação que possui duas principais características de desempenho em comum com as redes neurais biológicas que compõem o cérebro humano (WIDROW; STEARNS, 1985):

1. o conhecimento é adquirido via treinamento;
2. o aprendizado é feito através de distribuição de pesos sinápticos que direcionam a uma determinada resposta.

As RNA's representam uma tecnologia que possui bases bem estabelecidas na Neurociência, Matemática, Estatística, Física, Ciência da Computação e Engenharia (HAYKIN, 2001).

A motivação inicial que contribuiu para o uso de RNA's para o desenvolvimento de modelos matemáticos foi o esforço para compreender detalhadamente o funcionamento do cérebro humano. O objetivo era construir mecanismos que operassem de modo similar à habilidade de

aprendizagem, processando informações, adquirindo poder de generalização e assim facilitar a tomada de decisão, bem como sistemas de predição, reconhecimento de padrões, otimização de processos, entre outros (LOESCH; SARI, 1996; HAYKIN, 2001). Com relação aos trabalhos já desenvolvidos nesta área, é de consenso geral o enorme potencial destas estruturas quando aplicadas na análise e síntese de sistemas não-lineares e na generalização de resultados expressivos obtidos em outras áreas de atuação científica.

Porém, segundo Fernandez et al. (2006), os avanços na área de Ciência Animal ainda são recentes. Sempre que métodos tradicionais lineares não apresentam bom desempenho no tratamento de problemas que envolvem, por exemplo, aproximação de funções multivariáveis, as Redes Neurais Artificiais demonstram ser alternativas seguras, principalmente devido à sua capacidade de representar comportamentos não-lineares aleatórios. Dentro desta temática, diversos estudos foram realizados em diferentes áreas zootécnicas, como na Bovinocultura Leiteira (SANZOGNI; KERR, 2001), Suinocultura (KORTHALS et al., 1994; SHAO; XIN; HARMON, 1998; XIN, 1999; PANDORFI, 2005), Ovinocultura (KOMINAKIS et al., 2002), dentre outras.

Na área de Avicultura, Salle et al. (2001) e posteriormente Salle et al. (2003) realizaram estudos no intuito de prever fatores de desempenho de aves de recria e concluíram que a rede apresentou elevado poder de explicação dos parâmetros envolvidos na criação de reprodutoras pesadas, indicando também o potencial de uso das redes, objetivando simulações das condições do lote, visando a decisões mais criteriosas no meio produtivo. Na área “pós-porteira”, Park et al. (1998), utilizaram as redes na inspeção de carcaças de frangos de corte, através das análises de imagens, separando as sadias das que apresentavam problemas. Os autores encontraram uma acurácia de 93% na validação das redes e 100% na calibração, indicando também a necessidade de coletar mais dados quanto às outras enfermidades que afetam a qualidade do produto (contusões, ascite, tumores, dentre outros). Chao et al. (2002) também encontraram resultados semelhantes na inspeção de carcaças, relatando a acurácia das redes por volta de 95% para a detecção de carcaças sadias e 88% para carcaças não-sadias. Na área de pré-abate, Jaiswal et al. (2005) utilizaram um banco de dados para a predição de padrões relacionados à operação de pega mecanizada, através das redes neurais. Os autores concluíram que as redes foram menos sensíveis para os parâmetros de pega, enquanto para características

relacionadas às dimensões do galpão, apresentaram maior acurácia na predição. Nota-se que poucas pesquisas foram realizadas em estudos pré-abate, em contrapartida da necessidade do setor avícola de informações precisas relacionadas às perdas.

No entanto, o emprego da técnica se encontra hoje bastante fundamentado, e redes conhecidas são bem teorizadas a ponto de existirem classes de redes utilizadas para problemas específicos. O aprendizado é característica das redes conexionistas, as quais são muito conhecidas e aplicadas, sendo ainda consideradas como classe de modelos estatísticos supervisionados que seguem configurações neurais (TAN et al., 2005). Segundo os mesmos autores, os Modelos Lineares Generalizados (GLM) são equivalentes às redes neurais sem trabalhar com camadas escondidas. Estes modelos são projetados para realizar combinações lineares das variáveis preditoras ao explicar a variável dependente que não inclui processo algum de transformação do espaço de entrada em um sistema não-linear. Porém, os sistemas neurais incluem não-linearidades no sistema, o que limita severamente o desempenho dos modelos lineares (ÖZESMI et al., 2005⁵ apud TAN et al., 2005). Dessa forma, as redes que utilizam algoritmos de aprendizagem tal como a arquitetura *Feedforward-backpropagation* são formalizadas justamente para capturar as interações não-lineares no espaço de entrada, sendo assim mais eficientes nestes termos.

Esta estrutura de funcionamento das redes apresenta um grande potencial na predição de cenários, envolvendo variáveis em um dado problema ou situação. Recentemente, trabalhos relevantes na área de produção animal afirmam que as redes são capazes de mostrar-se eficientes em processos de generalização, e diversos cenários podem ser obtidos por meio de redes e tipologias adotadas para cada caso especificamente (CHEDAD et al., 2001; JAISWAL et al., 2005; PAN; YANG, 2007; CAVERO et al., 2008; CRANINX et al., 2008).

O poder de generalização apresentado pelas Redes Neurais Artificiais é notável para a construção de saídas condizentes com entradas que não foram apresentadas no treinamento efetivo do sistema. O resultado é o grande benefício em resolver problemas complexos de grande escala que são atualmente intratáveis. Considerando a diversidade de fatores que influenciam a mortalidade, esta ferramenta de decisão pode ser utilizada para extrair padrões

⁵ÖZESMI et al. Methodological issues in building, training and testing artificial neural networks. **Ecol. Model.**, London, 2005.

de comportamentos e assim auxiliar na predição de perdas pré-abate. Portanto, este trabalho é o primeiro avanço da utilização de sistemas inteligentes em estudos de mortalidade e predição de cenários nas etapas pré-abate de frangos de corte.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o reconhecimento de padrões das operações pré-abate, bem como a performance preditiva das perdas produtivas através das Redes Neurais Artificiais. Por outro lado, os objetivos específicos foram:

- avaliar o poder de generalização das redes neurais, visando à estimação da mortalidade pré-abate de frangos de corte, assim como a performance das redes na predição de perdas, envolvendo fatores ligados às operações pré-abate;

5.2 Material e métodos

5.2.1 Descrição geral

O experimento foi conduzido em um abatedouro comercial no Estado de São Paulo, no ano de 2006. Mais de 13 mil caminhões foram registrados quanto aos dados de mortalidade de frangos de corte durante as operações pré-abate. Fatores que influem no bem estar das aves foram registrados através de planilhas com dados históricos da empresa, tais como fatores climáticos e fatores relacionados às operações pré-abate, conforme discutido no Capítulo 1.

Para este trabalho, foram selecionados aleatoriamente dias de registro referentes ao turno da tarde, considerado o mais crítico em termos de estresse térmico das aves, durante as 4 estações do ano.

As variáveis de entrada foram: temperatura, umidade relativa do ar, densidade de aves por caixa e tempo de espera. As estações não foram consideradas variáveis, pois para cada uma foi implementada uma rede com o objetivo de verificar o poder de generalização da mesma para cada conjunto de dados referentes às estações, e assim poder simular situações sem ter que considerá-las, uma vez que os dados das 4 variáveis de entrada escolhidas retratam as condições de mortalidade pré-abate.

5.2.2 Modelo da Rede Neural Artificial

Quanto ao método de reconhecimento de padrões e predição de perdas pré-abate, foi implementada em ambiente Matlab[®]2006a uma RNA de retropropagação muito utilizada para sistemas de predição chamada de *Feedforward-backpropagation* (DEMUTH, 2007). A rede apresenta topologia configurada em duas camadas, com 10 neurônios na camada oculta e 1 na camada de saída. A Figura 36 esquematiza a arquitetura da Rede Neural Artificial utilizada neste trabalho. As funções de ativação para cada camada (oculta e de saída) foram a tangente sigmóide e linear, respectivamente.

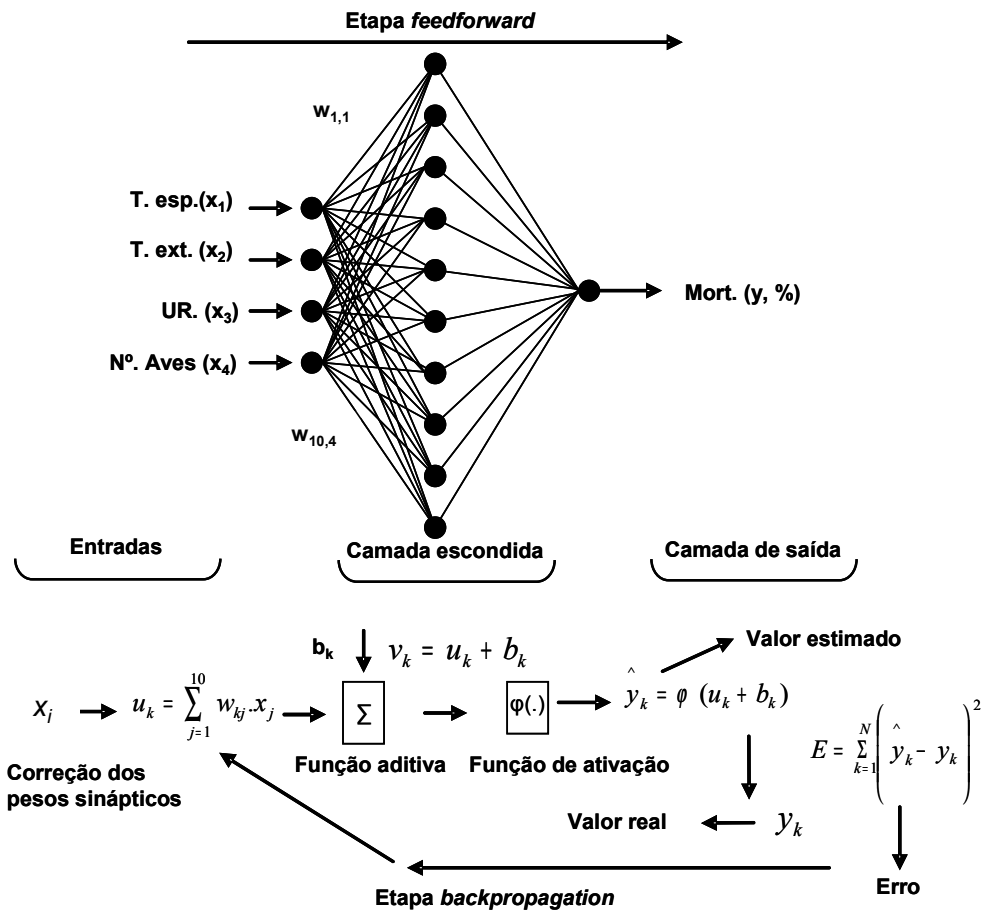


Figura 36 - Arquitetura da rede neural para a predição de cenários de mortalidade de frangos de corte com aprendizado *Feedforward-backpropagation*

Sabe-se inicialmente que as respostas da rede são dadas com relação ao resultado dado pela função de ativação, através da eq. (8):

$$y_k = \varphi(v_k) \quad (8)$$

Considerando que a resposta v_k é dada pela resposta da função de soma mais o fator bias b_k , tem-se que na eq. (9):

$$v_k = u_k + b_k \quad (9)$$

Sendo que a saída da função de soma é resultado da atribuição dos pesos sinápticos, por meio da eq. (10):

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} \cdot x_j \quad (10)$$

A variável resposta, y_k , deve assumir apenas os valores 0 ou 1, condizentes com a variável resposta que indica a mortalidade em porcentagem normalizada entre 0 e 1. No modelo a relação é dada por uma função tipo sigmóide para a camada escondida, ou seja, como mostra a eq. (11):

$$y_k = \frac{1}{1 + e^{-v_k}} \quad (11)$$

Quanto à função de treinamento, foi empregado o algoritmo de Levenberg-Marquardt (HAGAN; MENHAJ, 1994) que mostra ser superior aos algoritmos mais comumente empregados na literatura, em relação ao número de épocas necessárias ao treinamento efetivo da rede.

O algoritmo de Levenberg-Marquardt é uma aproximação do método de Newton, que foi implementado para se obter velocidade de processamento em comparação com outros algoritmos sem ter que calcular a matriz Hessiana, que é o mais comum requisito de outras redes. O desempenho da função é indicado pela soma de quadrados (como é típico em formação de redes *Feedforward*). Assim, a matriz Hessiana pode ser aproximada da seguinte forma da eq. (12):

$$H = J^T \cdot J \quad (12)$$

cujo gradiente pode ser calculado por meio da eq. (13)

$$g = J^T \cdot e \quad (13)$$

Onde J é a matriz Jacobiana, matriz esta que contém as primeiras derivadas do erro da rede com relação aos pesos e *bias* (vícios). A Matriz Jacobiana pode ser calculada através de uma fórmula bastante conhecida em cálculo numérico (HAGAN; MENHAJ, 1994), que é muito menos complexa do que a Matriz Hessiana.

O procedimento para uso de Levenberg-Marquardt para treinamento de rede neural é descrita em (HAGAN; DEMUTH, 1996). Este algoritmo parece ser o método mais rápido

para a formação de tamanho moderado de pesos sinápticos. Ele também tem uma estrutura muito eficiente quando em execução em ambiente MATLAB®, uma vez que, a solução da equação é uma matriz resposta e devido a seus atributos torna-se ainda mais pronunciada num cenário MATLAB®, um Software específico para operações entre matrizes.

Portanto, a rede utilizada neste trabalho foi escolhida com base em trabalhos científicos que testaram diversas redes e constataram que a eficiência de uma rede *Feedforward-backpropagation* é satisfatória, quando comparada a redes mais comumente utilizadas (BETKER et al., 2003; JAISWAL et al., 2005; WANG; ELHAG, 2007).

Os dados registrados foram separados em duas categorias: dados de treinamento, utilizados para o treinamento da rede e dados de teste, importantes para verificar a performance da RNA.

Além dessa divisão, fez-se também uma subdivisão do conjunto de treinamento, criando um conjunto de validação, utilizado para verificar a eficiência da rede quanto a sua capacidade de generalização durante o treinamento, o que também pode ser empregado como critério de parada deste, quando o resultado é satisfatório para o pesquisador. Estes conjuntos foram então aleatorizados para prevenção de tendências associadas à ordem de apresentação dos dados. Desta forma, os dados de entrada consistiram em:

1. tempo de espera;
2. temperatura externa;
3. umidade relativa do ar externo;
4. número de aves por caixa.

A saída foi caracterizada por taxa de mortalidade (em porcentagem). Tais variáveis de entrada foram escolhidas previamente através da análise estatística dos dados em questão, que consistiu na aplicação do Modelo Linear Generalizado Duplo, conforme proposto por Smyth e Verbyla (1999), utilizando o Software Estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006) visto no Capítulo 1.

Em média, cada estação apresentou aproximadamente 940 vetores de informações de tempo de espera (T.esp), temperatura externa (T.ext), umidade relativa do ar externo (UR), número de aves por caixa (Nº.) e mortalidade em porcentagem (Mort.).

Foram empregadas matrizes 4 x 500 (variáveis preditoras x repetições) e 1 x 500 (variável resposta) para o treinamento da rede. Para validação e teste da rede foram empregadas matrizes 4 x 300 e 1 x 300, sendo que para o teste da rede, os vetores são inéditos de tal forma que não foram apresentados à rede na fase de treinamento.

5.2.3 Simulação da mortalidade pré-abate

Para a análise de performance de predição da rede foi empregado o MSE (*mean-square error*). Através deste erro padrão médio, espera-se valores próximos de zero, visando à performance satisfatória da rede. No total, foram 4 estações analisadas. A mesma configuração de RNA foi utilizada para as estações a fim de comparar o poder de generalização proporcionado por cada conjunto de dados. Considerando o total de 13.937 dados analisados no Capítulo 1, foram utilizados para a predição 3.743 dados, referentes às 4 estações representantes do turno da tarde, período mais crítico em termos de termorregulação para frangos de corte.

Para a simulação das perdas por mortalidade, foram construídos 3 cenários para os fatores pré-abate, visando à avaliação da performance preditiva da rede em estudo, bem como entender as variações não observadas nas discussões anteriores. Os cenários foram divididos de acordo com determinações de temperatura e umidade de conforto, segundo Silva (2000) e Macari e Furlan (2001), além da classificação proposta por Barbosa Filho et al. (2007), como pode ser visto através do Anexo A. Os valores utilizados para cada cenário são descritos abaixo:

Cenário 1: situação de estresse por frio, onde:

- temperatura externa: 11,5°C;
- umidade relativa externa: 100%;
- número de aves por caixa: 5 aves.
- tempo de espera: de 0 a 15 horas de espera.

Cenário 2: situação de conforto térmico, onde:

- temperatura externa: 20°C;
- umidade relativa externa: 60%;

- número de aves por caixa: 7 aves.
- tempo de Espera: de 0 a 15 horas de espera.

Cenário 3: variação da umidade relativa externa, onde:

- temperatura externa: 26,7°C;
- umidade relativa externa: de 38 a 100%;
- número de aves por caixa: 8 aves por caixa.
- tempo de espera: 4 horas.

Foi utilizado o pacote *NNTools* de redes neurais artificiais do software Matlab®2006a para a criação do modelo de predição de cenários de perdas de frangos de corte. Os dados foram normalizados no intervalo de 0 a 1. Os valores máximos de cada categoria de entrada foram utilizados para a normalização de todos os valores das variáveis.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Análise da performance preditiva da rede

Foram analisadas as performances da rede *Feedforward-backpropagation* de predição de perdas de frango de corte em condições de espera pré-abate para as 4 estações do ano. Seguindo o padrão de treinamento e teste da rede e utilizando o erro quadrado médio (*Mean Square Error* - MSE), para a situação de verão foi obtido a figura abaixo (Figura 37). A performance da rede foi de 0,0127449, e foram necessárias 13 épocas (iterações) para que o conjunto de validação permitisse a “parada”, quando a rede cessa o processo de retropropagação de erro. Trata-se de resultado satisfatório, uma vez que tal procedimento permite o treinamento de um sistema que apresentou elevado poder de generalização. Os perfis de comportamento dos valores de mortalidade são condizentes, confirmando que houve generalização e aprendizado pelo sistema. Os dados de treinamento foram utilizados para a verificação da eficiência da rede. Foram 500 vetores de informação distribuídos aleatoriamente, os quais apresentaram respostas em taxa de mortalidade normalizada dentro do intervalo entre 0 e 1.

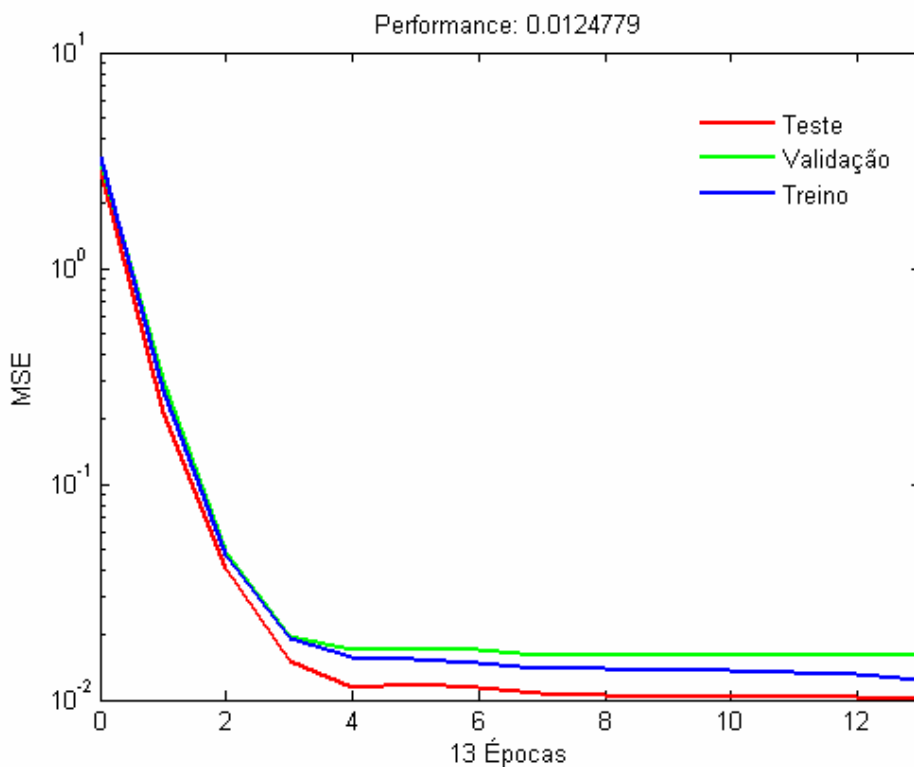


Figura 37 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de verão, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações

Para a condição de outono, o desempenho da rede foi inferior à condição de verão (Figura 38). Os dados não atingiram o poder de generalização, com a mesma acurácia vista anteriormente. Foram necessárias 16 épocas para a rede estabilizar seu processo de aprendizagem em performance de 0,0298215. Isto é uma evidência de que o conjunto de dados é responsável pelo reconhecimento dos padrões a serem apresentados durante um período como o outono, considerado meia-estação, em termos de efeitos térmicos.

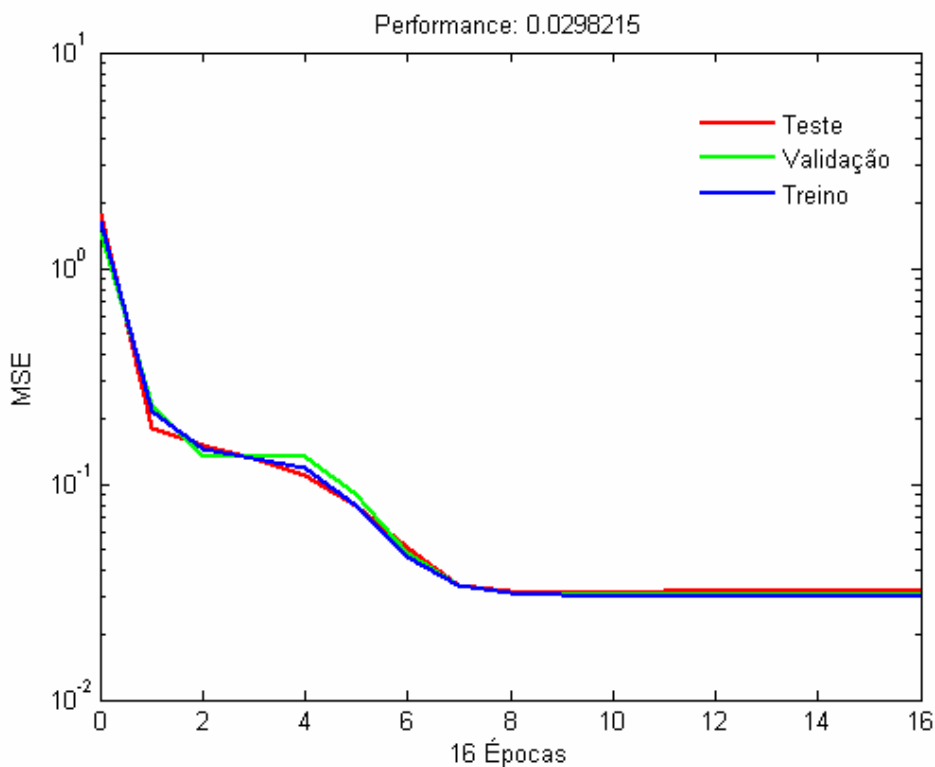


Figura 38 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de outono, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações

Em condições de inverno, a rede mostrou-se ainda mais eficiente quanto ao seu desempenho (MSE) se comparada com as duas análises anteriores. O valor de MSE foi de 0,00136225, menor ainda que o erro encontrado pela rede, quando treinada com conjunto de dados referentes ao verão. Em posse destes dados, pode-se confirmar que os dados de inverno apresentaram padrões que melhor contribuíram para o aprendizado do sistema (Figura 39).

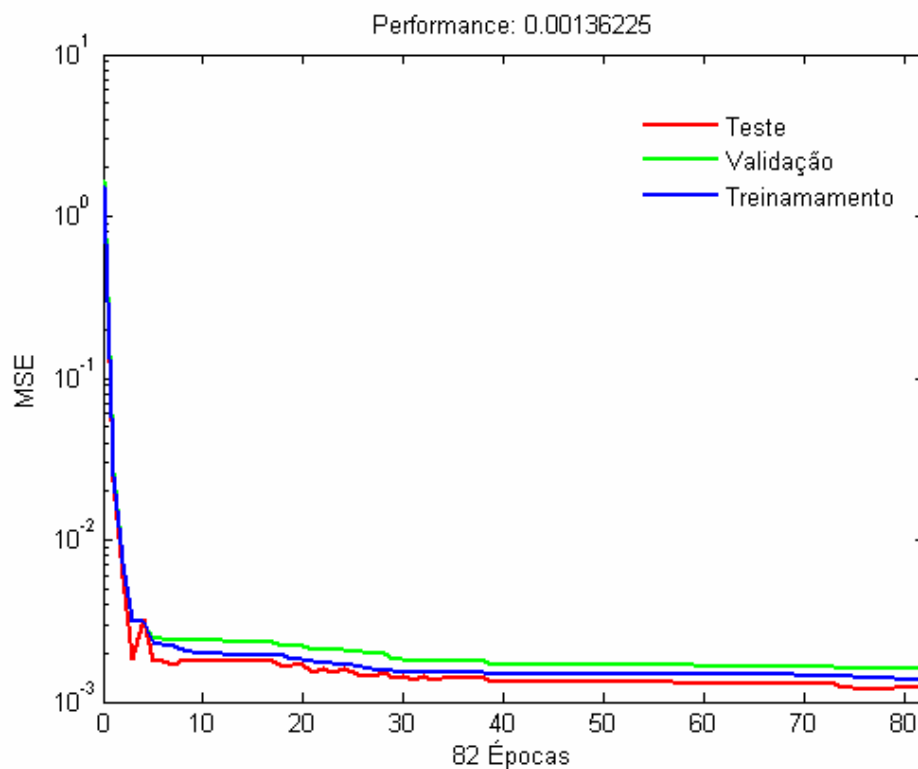


Figura 39 - Desempenho da rede feedforward-backpropagation para predição de perdas de frangos de corte em condições de inverno, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações

Porém, foram necessárias 82 épocas, o que pode ser compreensível, devido à grande variabilidade entre os conjuntos de dados nesta estação, fato este que tornou a validação da rede mais tardia quando comparada aos demais conjuntos de dados.

Quanto aos dados de primavera, foram necessárias 37 épocas para atingir o desempenho de 0,0141083, ou seja, com um poder de generalização melhor que o outono, porém ligeiramente pior do que o verão (Figura 40). Desta forma, pode-se considerar que tal ajuste foi intermediário entre as estações, confirmando o perfil de meia-estação da primavera e do outono, o que justifica a variação nos dados e, conseqüentemente, a dificuldade da rede em reconhecer os padrões dos fatores.

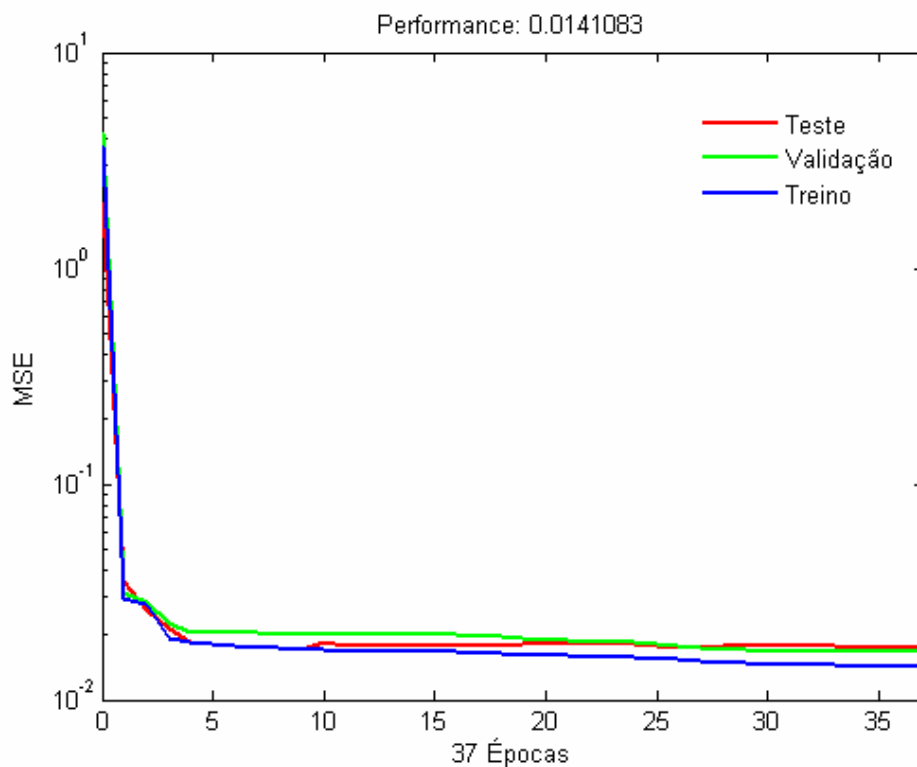


Figura 40 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte em condições de primavera, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações

Em relação à diferença entre os valores preditos e valores reais, a Figura 41 mostra o perfil de cada estação quanto à predição dos dados deste estudo. No verão, os dados apresentaram ruídos elevados, devido à grande variação dos dados neste período do ano. Observa-se, no entanto, que os ruídos se encontram numa faixa aceitável, devido ao erro encontrado na fase de treinamento e, com isto, a predição não é comprometida nesta situação. No outono, observam-se maiores diferenças entre valores estimados pela rede e valores reais, quando comparado com o processo de aprendizado da condição de verão. Para o inverno, os dados comparativos mostram perfis compatíveis quanto aos dados reais e estimados e ainda ilustram a baixa presença de ruídos, confirmando o elevado poder de predição da rede, em face aos padrões identificados neste conjunto de dados. Já na primavera, os perfis apresentaram ruídos, porém, os dados foram razoavelmente condizentes entre valores estimados e reais.

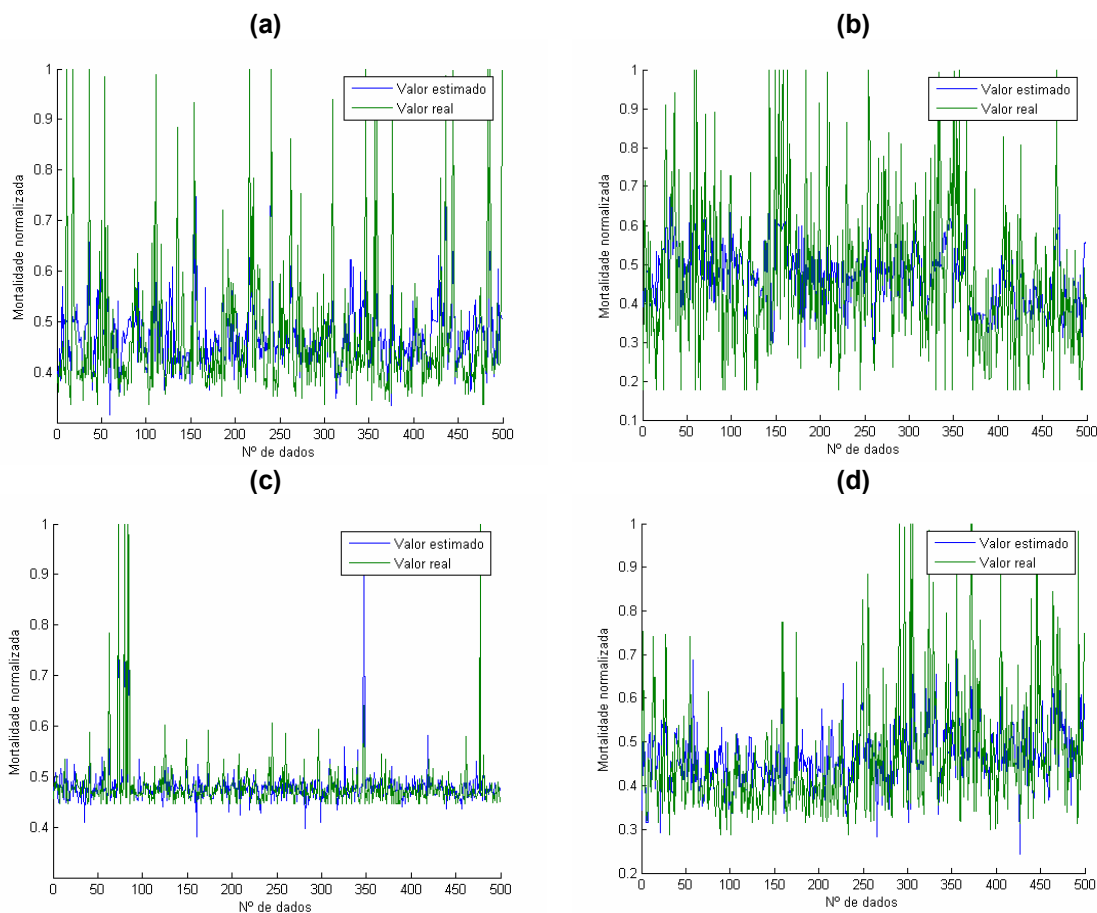


Figura 41 - Comparativo entre os valores estimados pela rede e e os valores reais, na fase de treinamento, onde : verão (a), outono (b), inverno (c), e primavera (d)

Conclui-se a partir das respostas acima, que os dados de outono foram responsáveis pela pior performance da rede. O conjunto de dados é o responsável pela aprendizagem do sistema. Um banco de informações deve conter detalhes que possam retratar situações gerais a que se pretende modelar. Devido a isto, os dados também passam pelo processo de aleatorização, quando submetidos a um sistema conexionista como as redes neurais desta categoria utilizada no presente trabalho.

A performance da rede, medida nesta fase foi uma boa indicação de sua performance real. Os valores obtidos para o MSE foram condizentes com resultados encontrados por Jaiswal et al. (2005), quando utilizaram metodologia semelhante para a avaliação da pega mecânica pré-abate. Todavia, os mesmos autores encontraram performance melhorada utilizando o mesmo

método de treino (0,00264), quando empregadas apenas variáveis envolvidas na operação de pega. Nesta pesquisa, foram utilizadas, além da pega, outras variáveis que envolvem as etapas de carregamento, transporte e espera, indicando grandezas diferentes quanto à resposta de mortalidade.

Tais resultados também mostram que os modelos de RNA´s reconheceram com bastante acurácia os padrões referentes às operações pré-abate e seus fatores, o que facilita o avanço nos estudos de predição da mortalidade antes do abate. Ainda evidenciam a importância dos fatores climáticos nos efeitos conjugados com outras variáveis pré-abate, tais como densidade de aves por caixa e tempo de espera, fatores estudados e considerados essenciais em pesquisas pré-abate (SILVA et al., 1997; MITCHELL; KETTLEWELL, 1998; NÄÄS et al., 1998; SILVA et al., 1998; KETTLEWELL et al., 2000; ABEYESINGHE et al, 2001; BRESSAN; BERAQUET, 2002; WARRISS, 2004; WARRISS et al., 2005; VIEIRA et al., 2007; BARBOSA FILHO, 2008). Estes sistemas especialistas devem ser periodicamente monitorados quanto a suas performances para manutenção da rede, quando necessário, ou indicar aos usuários a necessidade de um novo treinamento. Conforme o conjunto de dados e a natureza das informações a serem inseridas no modelo matemático, os métodos de treino devem também ser considerados em um estudo comparativo, tal como realizado por Jaiswal et al. (2005).

5.3.2 Simulação de perdas pré-abate

Para a simulação da mortalidade no lote, foi realizado um treino com todas as estações, e a Figura 42 ilustra o desempenho preditivo da rede. O MSE da rede ajustada foi de 0,00415467, considerado razoável, quando comparado com os resultados de Jaiswal et al. (2005), e com as redes para a estação de verão, outono e primavera. Desta forma, a rede apresenta um poder de generalização que permite a predição da mortalidade através das simulações dos cenários estabelecidos neste trabalho.

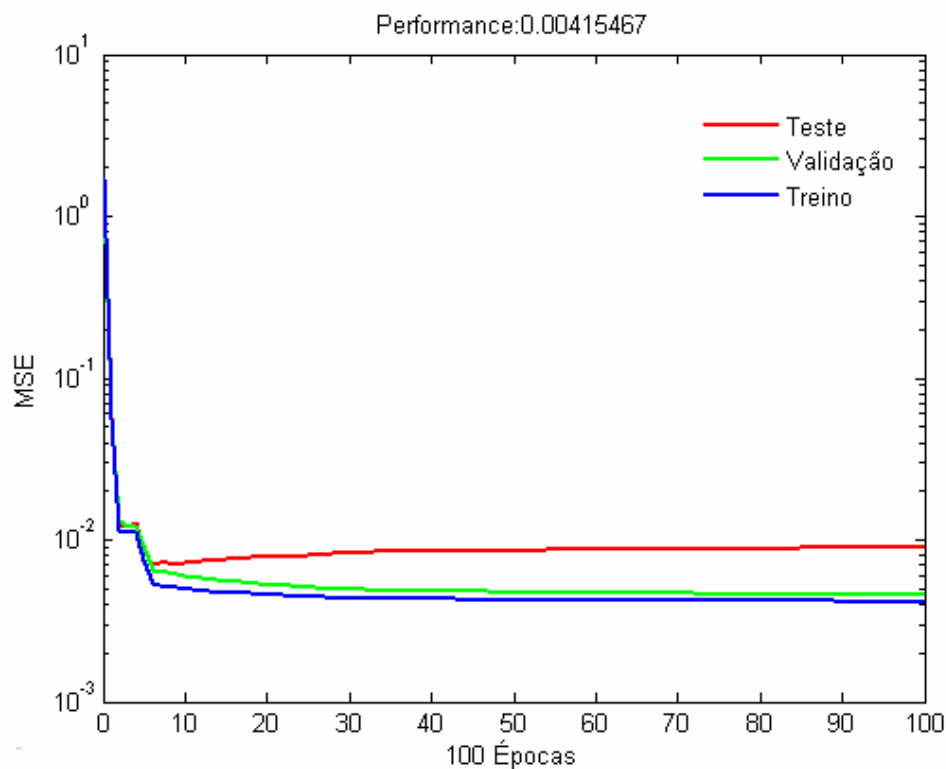


Figura 42 - Desempenho da rede *Feedforward-backpropagation* para predição de perdas de frangos de corte, considerando todas as estações, onde MSE: erro quadrado médio e Épocas: iterações

Quanto ao cenário 1, onde foram variados os tempos de espera em uma situação de estresse por frio, é possível observar que a predição da mortalidade foi satisfatória, cujo comportamento é condizente com o efeito exercido pela hipotermia nas aves. Ou seja, quanto maior o tempo de espera, maior o número de aves mortas neste cenário. Houve um aumento na proporção de mortalidade até o tempo de 1 hora e meia de espera, a partir do qual foi registrada uma estabilização na mortalidade, seguida de um novo aumento na mortalidade após 3 horas e meia. No entanto, para intervalos maiores de tempo (acima de 5 horas), a rede não conseguiu manter o mesmo padrão (Figura 43).

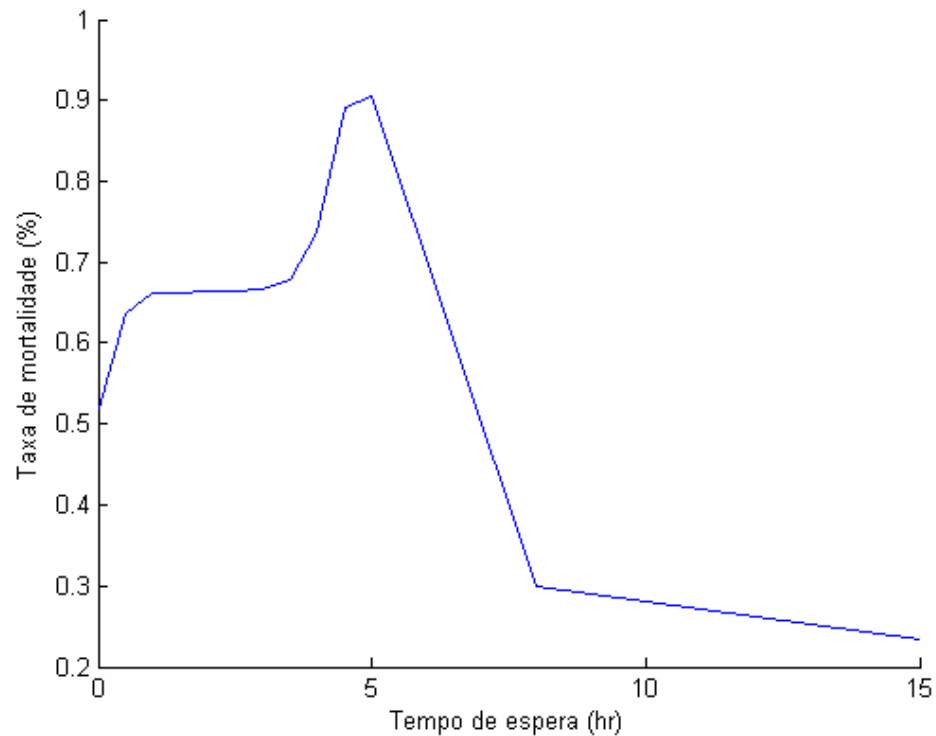


Figura 43 - Valores preditos de mortalidade, em relação à variação do tempo de espera, sendo as condições: T.ext.: 11,5°C; UR: 100% e Núm. aves: 5

Os resultados obtidos por meio da predição no cenário 2 (situação de conforto térmico) também evidenciam padrões esperados quanto à taxa de mortalidade (Figura 44). Com o aumento da temperatura, umidade relativa e número de aves por caixa, o tempo curto de espera (abaixo de 1 hora de espera) ocasionou um aumento discreto na mortalidade. A partir de 1 hora de espera, houve um decréscimo na proporção de aves mortas na ordem de 0,2%, atingindo um patamar curto de mortalidade e aumentando a partir de 5 horas de espera. Mesmo considerando uma condição de conforto para as aves, foi registrada nesta predição uma redução na mortalidade relacionada ao aumento do tempo de espera, porém, um aumento no número de aves mortas foi registrado quando o tempo de espera foi superior a 3 horas. Também foi observada a resposta preditiva alterada a partir deste valor de tempo, com o mesmo comportamento do cenário anterior.

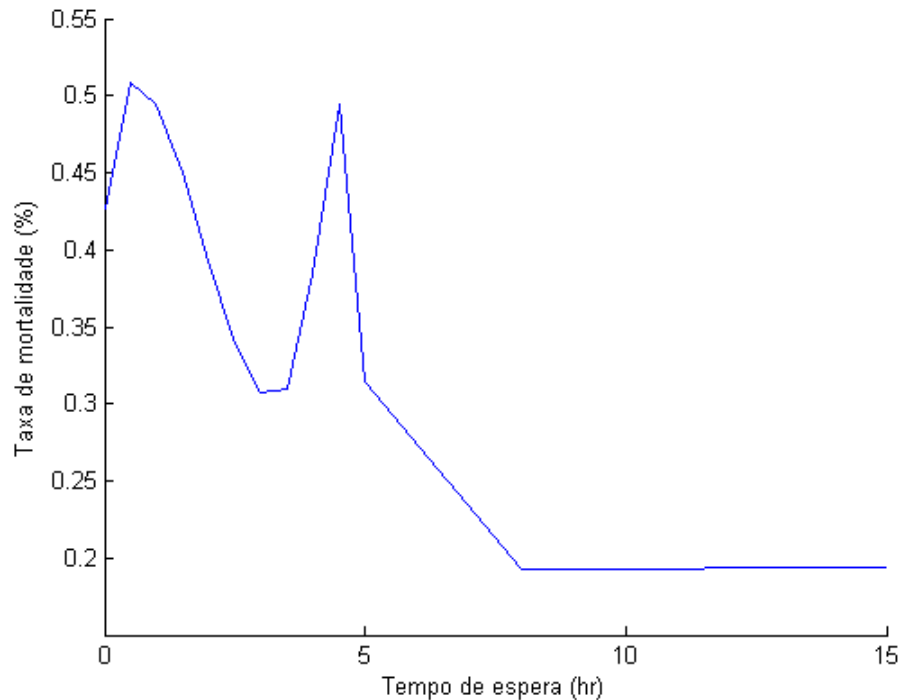


Figura 44 - Valores preditos de mortalidade, em relação à variação do tempo de espera, sendo as condições: T.ext.: 20°C; UR: 60% e Núm. aves: 7

Em relação à umidade relativa (Figura 45), conforme o esperado, o aumento dos valores numa situação de temperatura, tempo de espera e número de aves por caixa elevados, resultou em aumento na mortalidade, principalmente entre 65% e 80% de umidade, a partir do qual se alcançou um elevado patamar de mortalidade. Observa-se que o comportamento da umidade na predição se mostrou mais uniforme, evidenciando a acurácia da rede em generalizar estes padrões em relação à mortalidade.

Sobre as proporções de mortalidade que não foram satisfatoriamente preditas pela rede, Betker et al. (2003) afirmaram que a existência de lacunas nos dados de um fator pode causar incerteza no sistema, isto é, a predição apresenta erros na relação entre a variável resposta e o fator explicativo na falta de dados para o aprendizado. Os autores ainda consideraram que nestes casos, a adição de mais informações na combinação de fatores pode melhorar a acurácia da rede.

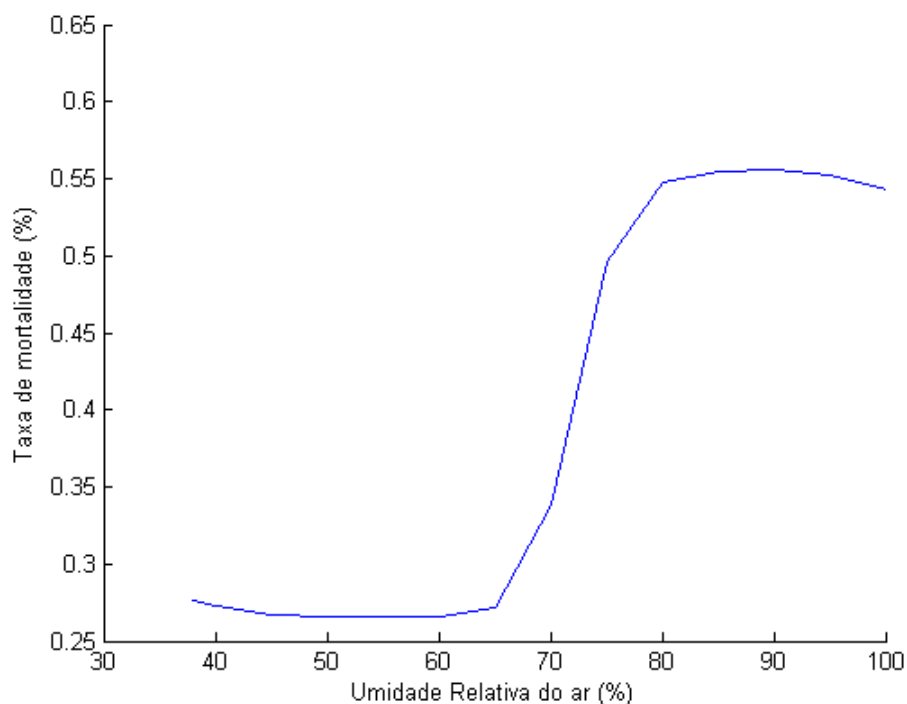


Figura 45 - Valores preditos de mortalidade, em relação à variação da umidade relativa externa, sendo as condições: T.ext.: 26,7°C; Tempo de Espera: 4 horas e Núm.aves: 8

À medida que o conjunto de dados aumenta, a habilidade de se predizer variadas situações aumenta proporcionalmente (JAISWAL et al., 2005). No conjunto de dados do Capítulo 1, dentro das faixas de tempo de espera acima de 5 horas, foram registrados poucos dados que pudessem incrementar o aprendizado das redes, justificando a queda brusca na mortalidade nestas faixas de valores. No entanto, as redes apresentaram boa performance na predição das demais proporções de perda, indicando que o aprendizado foi eficiente, possibilitando a generalização das respostas ligadas aos fatores de estudo, complementando assim, as informações geradas neste trabalho.

Quanto às respostas em cada cenário, sumarizadas na Tabela 18, o aumento do tempo de espera na condição de estresse por frio indica que a climatização aumenta os efeitos da hipotermia nos animais, principalmente devido à umidade relativa baixa e ao número de aves

por caixa reduzido, que facilitam a perda de calor para o meio externo. Com isto, as aves rapidamente são conduzidas às zonas irreversíveis de estresse, e o nível de mortalidade do lote se eleva, conforme resultados de pesquisas anteriores (HUNTER et al., 2001; FURLAN; MACARI, 2002; NIJDAM et al., 2004). O quadro se reverte quando a situação passa a ser de conforto térmico para as aves, reduzindo-se a mortalidade com o aumento do tempo de espera. Porém, o excesso de climatização se torna nocivo quando as condições térmicas são favoráveis, aumentando o número de aves mortas. A umidade relativa possui grande influência nos cenários acima, visto que, nestas situações, a troca entre a ave e o meio é afetada à medida que aumenta a quantidade de vapor d'água no ambiente. Estas informações complementam os resultados proveniente dos capítulos anteriores, ressaltando o grande potencial de uso das redes em estudos pré-abate de frangos de corte.

Tabela 18 - Predição do número de aves mortas em relação à análise conjunta entre os fatores envolvidos na pesquisa: (↑): aumento da mortalidade; (↓): redução na mortalidade; (=): estabilização da mortalidade; (-): sem interação

	Tempo de Espera (horas)				Umidade Relativa (%)		
	(0-1)	(1-3)	(3-5)	(> 5)	(40-60)	(60-80)	(80-100)
Cenário 1	↑	=	↑	↓	-	-	-
Cenário 2	↑	↓	↑	↓	-	-	-
Cenário 3	-	-	-	-	=	↑	=

5.4 Conclusões

Conforme os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que:

- com relação ao poder de generalização das redes neurais, os modelos apresentaram boa performance preditiva na maioria das estações do ano incorporadas no ajuste, além da acurácia elevada para predizer a mortalidade em condições importantes, indicando o grande potencial das redes neurais artificiais em pesquisas pré-abate de frangos de corte.

6 CONCLUSÕES FINAIS

De acordo com os objetivos deste estudo, pode-se concluir:

1. com relação à avaliação histórica das perdas produtivas:

a. quanto à influência do turno diário no número de aves mortas, verifica-se que a mortalidade é maior durante o turno da tarde, seguido pelo turno da noite;

b. com relação ao número de aves por caixa, a adoção de densidades muito baixas (abaixo de 6 aves) ou muito elevadas (acima de 8), acarreta aumento expressivo na mortalidade;

c. com relação às estações do ano, foi evidenciado que o verão apresentou a maior mortalidade dentre as demais estações, seguido pela primavera;

d. quanto à variação dos fatores climáticos, à medida em que a temperatura externa se eleva, aumenta-se os níveis de mortalidade no lote;

e. com relação ao tempo de espera:

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade nos meses e horários diários mais quentes;

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade, principalmente quando a temperatura externa se encontra acima de 28°C;

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a mortalidade quando a densidade de aves adotada é acima de 8 aves por caixa e aumenta-se o número de aves mortas quando a densidade adotada é abaixo de 7 aves.

2. com relação ao efeito da climatização e do tempo de espera no conforto térmico das aves:

a. com relação ao tempo de espera:

- aumentando-se o tempo de espera, reduz-se a temperatura retal das aves;

- aumentando-se o tempo de espera, aumenta-se a mortalidade para distâncias longas e médias e diminui-se o número de aves mortas para distâncias curtas.

b. com relação à eficiência na climatização do galpão de espera:

- para a redução de mortalidade, a climatização é mais eficiente quando a temperatura do galpão se encontra entre 21 e 24°C, principalmente em condições de umidade relativa interna abaixo de 70 %;

- para a redução da temperatura retal, a eficiência é alcançada quando se aumenta o tempo de espera, principalmente em temperaturas internas entre 22 e 24°C e com climatização intermitente.

3. com relação ao reconhecimento de padrões e predição da mortalidade pré-abate através das redes neurais artificiais:

- com relação ao poder de generalização das redes neurais, os modelos apresentaram boa performance preditiva na maioria das estações do ano incorporadas no ajuste, além da acurácia elevada para predizer a mortalidade em condições importantes, indicando o grande potencial das redes neurais artificiais em pesquisas pré-abate de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

AASLYNG, M.D.; GADE, P.B. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, London, v. 57, p. 87-92, 2001.

ABEF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. **Relatório Anual 2006**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em 15 dez. 07.

ABEYESINGHE, S.M.; WATHES, C.M.; NICOL, C.J.; RANDALL, J.M. The Aversion of Broiler Chickens to Concurrent Vibrational and Thermal Stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 73, n. 3, p. 199-215, ago. 2001.

ADAMS, R.L.; ROGLER, J.C. The effects of dietary aspirin and humidity on the performance of light and heavy breed chicks. **Poultry Science**, Stanford, v. 44, p.1344-1349, 1968.

AKŞIT, M.; YALÇIN, S.; ÖZKAN, S.; METIN, K.; ÖZDEMİR, D. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, n. 11, p. 1867-1874, 2006.

ALTAN, Ö.; ALTAN, A.; OĞUZ, I.; PABUÇCUOĞLU, A.; KONYALIOĞLU, S. Effects of heat stress on growth, some blood variables and lipid oxidation in broilers exposed to high temperature at an early age. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 41, n. 4, p. 489-493, 2000.

ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J.; REECE, W. O. (Ed.). **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 47, p. 805 - 813.

ASSAD, M.L.L.; ALMEIDA, J. Agricultura e Sustentabilidade: Contextos, Desafios e Cenários. **Ciência & Ambiente**, Curitiba, n. 29, p. 15-30, 2004.

BAKER, C.J. Aerodynamics of poultry transporters: implications for environmental control. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 50, p. 62-63, 1994.

BALNAVE, D. Increased utilization of sensible heat loss mechanisms in high temperature, high humidity conditions. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 54, p. 69-72, 1998

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N. da; SILVA, I.J.O. da. **Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia**. Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.nupea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 09 ago. 2007.

- BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. 2008. 174p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BAYLISS, P.A.; HINTON, M.H. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. **Applied Animal Behaviour Science**, Shannon, v. 28, n.1, p. 93-118, 1990.
- BETKER, A.L.; SZTURM, T.; MOUSSAVI, Z. Application of feedforward backpropagation neural network to center of mass estimation for use in a clinical environment. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE EMBS, 25., 2003, Cancun. **Proceedings...**Cancun: IEEE EMBS, 2003. p. 17-21.
- BIALOBRZEWSKI, I. Neural modelling of relative air humidity. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v. 60, p. 1-9, 2008.
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, set. / out. 2003.
- BROOM, D.M. Welfare Assessment and Welfare Problem Areas. In: GRANDIN, T. (Ed.). **Livestock Handling and Transport**. Wallingford: CAB International, 1993, 320 p.: ill.
- BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BRASIL. Decreto-Lei n. 24.645, de 10 de julho de 1934. Dispõe sobre maus tratos aplicados aos animais. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 14 jul. 1934. Suplemento 162.
- BRASIL. Portaria n. 210, de 10 de novembro de 1998. Dispõe sobre a aprovação do regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 nov. 1998. Seção 1, p. 226.
- BRASIL. Projeto de Lei n. 215, de 2007. Institui o Código Federal de Bem-Estar Animal. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=341067>. Acesso em: 11 abr. 2008.
- BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N.J. Efeito de Fatores Pré-Abate sobre a Qualidade da Carne de Peito de Frango. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1049-1059, set. - out. 2002.
- CAMPOS, E.J.O. Comportamento das Aves. **Revista Brasileira de Ciência Agrícola**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 93-113. mai./ ago. 2000.
- CAVERO, D.; TÖLLE, K.H.; HENZE, C.; BUXADÉ, C.; KRIETER, J. Mastitis detection in dairy cows by application of neural networks. **Livestock Science**, London, v. 114, p. 280-286, 2008.
- CHAO, K.; CHEN, Y.R.; HRUSCHKA, W.R.; GWOZDZ, F.B. On-line inspection of poultry carcasses by a dual-camera system. **Journal of Food Engineering**, London, v. 51, p. 185-192, 2002.

CHEDAD, A.; MOSHOU, D.; AERTS, J.M.; VAN HIRTUM, A.; RAMON, H.; BERCKMANS, D. Recognition System for Pig Cough based on Probabilistic Neural Networks. **Journal of Agricultural Engineering Research**, St. Joseph, v. 4, n. 79, p. 449-457, 2001.

COCKRAM, M.S. Criteria and potential reasons for maximum journey times for farm animals destined for slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, London, 2007. In press.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Laying Down Minimum Standards for the Protection of Laying hens**. Bruxelas: European Union, jul. 1999. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/food/animal/welfare/farm/proposal.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2005.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Laying Down Minimum Rules for the Protection of Chickens Kept for Meat Production**. Bruxelas: European Union, mai. 2005. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/food/animal/welfare/farm>>. Acesso em: 27 set. 2005.

COOPER, M.A.; WASHBURN, K.W. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. **Poultry Science**, Stanford, v. 77, p. 237-242, 1998.

CRANINX, M.; FIEVEZ, V.; VLAEMINCK, B.; DE BAETS, B. Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v. 60, p. 226-238, 2008.

CROWTHER, C.; DAVIES, R.; GLASS, W. The effect of night transportation on the heat rate and skin temperature of ostriches during real transportation. **Meat Science**, London, v. 64, p. 365-370, 2003.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press. 1983. 400 p.

DEBUT, M.; BERRI, C.; ARNOULD, C.; GUEMENÉ, D.; SANTÉ-LHOUELIER, V.; SELLIER, N.; BAÉZA, E.; JEHL, N.; JÉGO, Y.; BEAUMONT, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. Behavioural and physiological responses of three chicken breeds to pre-slaughter shackling and acute heat stress. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 46, n. 5, p. 527-535, 2005.

DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. **Code of recommendations for the welfare of meat chickens**. London: DEFRA, 2002. 25 p.

DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. **The welfare of poultry at slaughter or killing**. London: DEFRA, 2007. 74 p.

DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. The Effect of Feed Withdrawal and Crating Density in Transit on Metabolism and Meat Quality of Broilers at Slaughter Weight. **Poultry Science**, Stanford, v. 86, p. 1414-1423, 2007.

DEMÉTRIO, C.G.B. **Modelos lineares generalizados em Experimentação Agrônômica**. Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.

DEMUTH, H. **Neural network toolbox for use with Matlab (user guide)**. San Diego: The Math Works Inc., 2007, 100 p.

DENADAI, J.C.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA, I.C.L.; MOREIRA, J.; TAKITA, T.S.; PAVAN, A.C.; GARCIA, E.A. Efeito da Duração do Período de Jejum Pré-Abate Sobre Rendimento de Carcaça e a Qualidade da Carne do Peito de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 101-109, ago. 2002.

DLGRD - DEPARTMENT OF LOCAL GOVERNMENT AND REGIONAL DEVELOPMENT. **Code of practice for the transport of poultry in Western Australia**. Western Australia: DLGRD, 2003. 18 p.

DUNCAN, I.J.H. Poultry welfare: science or subjectivity? **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 43, p. 643-652, 2002.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE. **Clima e Hidrologia**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. Disponível em:
<<http://www.cppse.embrapa.br/servicos/dados-meteorologicos>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

ESMAY M.L. **Principles of Animal Environment**. Westport: AVI Publishing Company. 1978. 358 p.

FARKAS, I. Editorial: Artificial intelligence in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v.40, p.1-3, 2003.

FEEDE, M.R. Respiração nas aves. In: SWENSON, M.J.; REECE, W. O. (Ed.). **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 14, p. 269 - 276.

FERNANDEZ, C. Neural networks for animal science applications: Two case studies. **Expert Systems with Applications**, Edimburg, v. 31, n. 2, aug. 2006, p. 444-450.

FRAQUEZA, M.J.; ROSEIRO, L.C.; ALMEIDA, J.; MATIAS, E.; SANTOS, C.; RANDALL, J.M. Effects of lairage temperature and holding time on pig behaviour and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 73, p. 317-330, 1998.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; SECATO, E.R.; GUERREIRO, J.R. Air velocity and exposure time to ventilation affect body surface and rectal temperature of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 9, p. 1-5, 2000.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 17, p. 209 - 230.

- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Aves e Suínos, 2006. 160p.
- GARCIA, D.B.; HILDEBRAND, A.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; VIEIRA, A.M.C.; SILVA, I.J.O. Avaliação da temperatura retal durante a operação de pega pré-abate de frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 15., 2007, Pirassununga. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007. 1 CD-ROM.
- GREGORY, N.G. Preslaughter handling, stunning and slaughter. **Meat Science**. London, v. 36, p. 45-56, 1994.
- GREGORY, N.G. Pathology and handling of poultry at the slaughterhouse. **World's Poultry Science Journal**. Beekbergen, v. 50, p. 66-67, 1994.
- GROSS, W.B.; SIEGEL, P.B. General Principles of Stress and Welfare. In: GRANDIN, T. (Ed.). **Livestock Handling and Transport**. Wallingford: CAB International, 1993, 320 p.: ill.
- HAGAN, M.T.; DEMUTH, H.B. **Neural network design**, Boston: PWS Publishing, 1996, 253 p.
- HAGAN, M.T.; MENHAJ, M. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. **IEEE Transactions on Neural Networks**, Amsterdam, v. 5, n. 6, p. 989-993, 1994.
- HAMBRECHT, E.; EISSEN, J.J.; NEWMAN, D.J.; SMITS, C.H.M.; DEN HARTOG; L.A.; VERSTEGEN, M.W.A. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. **Journal of Animal Science**, Stanford, v.83, p.440-448, 2005.
- HASHIMOTO, Y. Introduction: Applications of artificial neural networks and genetics algorithms to agricultural systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v.18, p.71-72, 1997.
- HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- HILDEBRAND, P.; SILVA, M.F.R. Condenações e suas causas. In: OLIVO, R. (Ed.). O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: O autor, 2006. cap. 14, p. 163 - 191.
- HILDEBRAND JÚNIOR, H.; PINTO, L.M. Logística e Transporte. In: OLIVO, R. (Ed.). O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: O autor, 2006. cap. 13, p. 149 - 162.
- HOUP, T.R. Equilíbrio Ácido-Básico. In: SWENSON, M.J.; REECE, W. O. (Ed.). **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 32, p. 521 - 548.

- HUNTER, R.R.; MITCHELL, M.A.; MATHEU, C. Distribution of “dead on arrivals” within the bio-load on commercial broiler transporters: correlation with climatic conditions and ventilation regimen. **British Poultry Science**, Edinburgh, n. 38, p. S7-S9. 1997.
- HUNTER, R.R. Physiological Responses of Broilers to Pre-Slaughter Lairage: Effects of the Thermal Micro-Environment? **British Poultry Science**, Edinburg, v. 39, n. 5, Suppl. 1, p. 53-54, dez. 1998.
- HUNTER R.R.; MITCHELL, M.A.; CARLISLE, A.J. Wetting of broilers during cold weather transport: a major source of physiological stress? **British Poultry Science**, Edinburg, v. 40, n. 5, Suppl. 1, 48-49, 1999.
- HUNTER R.R.; MITCHELL, M.A.; MATHEU, C. Mortality of Broiler Chickens in Transit: Correlation with the Thermal Micro-Environment. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 6., 2001, Kentucky. **Proceedings...Kentucky: American Society of Agricultural Engineers**, 2001. p. 542-549.
- JAISWAL, S.; BENSON, E.R.; BERNARD, J.C.; VAN WICKLEN; G.L. Neural network modelling and sensitivity analysis of a mechanical poultry catching system. **Biosystems Engineering**, London, v. 92, n. 1, p.59-68, 2005.
- KETTLEWELL, P.J.; TURNER, M.A. A review of broiler chicken catching and transport systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, v. 31, p. 93-114, 1985.
- KETTLEWELL, P.J. Physiological aspects of broiler transportation. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 46, p. 219-227, 1989.
- KETTLEWELL, P.J.; MORAN, P. A study of heat production and heat loss in crated broiler chickens: a mathematical model for a single bird. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 33, p. 239-252, 1992.
- KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A. The thermal environment on poultry transport vehicles. In: COLLINS, E.; BOON, C. (Ed.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 4., 1993, St. Joseph. **Proceedings...St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers**, 1993. p. 345-349.
- KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A. Catching, handling and loading of poultry for road transportation. **World's Poultry Science Journal**. Beekbergen, v. 50, p. 54-56, 1994
- KETTLEWELL, P.J.; HOXEY, R.P.; MITCHELL, M.A. Heat produced by Broiler Chickens in a Commercial Transport Vehicle. **Journal of Agricultural Engineering Research**, St. Joseph, v. 75, n. 3, p. 315-326, mar. 2000.
- KETTLEWELL, P.J.; HAMPSON, C.J.; GREEN, N.R.; TEER, N.J.; VEALE, B.M.; MITCHELL, M.A. Heat and moisture generation of livestock during transportation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 6., 2001, Kentucky. **Proceedings...Kentucky: American Society of Agricultural Engineers**, 2001. p. 519-526.
- KNOWLES, T.G. Handling and transport of spent hens. **World's Poultry Science Journal**. Beekbergen, v. 50, p. 60-61, 1994.

KOMINAKIS, A.P.; ABAS, Z.; MALTARIS, I.; ROGDAKIS, E. A preliminary study of the application of artificial neural networks to prediction of milk yield in dairy sheep. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v. 35, p. 35-48, 2002.

KORTHALS, R.L.; HAHN, G.L.; NIENABER, J.A. Evaluation of neural network as a tool for management of swine environments. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v. 37, n. 4, p. 1295-1299, 1994.

KRANEN, R.W.; VEERKAMP, C.H.; LAMBOOY, E.; VAN KUPPEVELT, T.H.; VEERKAMP, J.H. The Effect of Thermal Pre-Slaughter Stress on the Susceptibility of Broiler Chickens differing with respect to Growth Rate, Age at Slaughter, Blood Parameters, and Ascites Mortality, to Hemorrhages in Muscles. **Poultry Science**, Stanford, v. 77, n. 5, p. 737-744, mai. 1998.

LACERDA, W. Redes Neurais Artificiais. Depto de Ciências da Computação. UFLA, Lavras, 2006. Disponível em: <www.dcc.ufla.br/lacerda/download/palestras/rna/introducao_RNA_2006.ppt>. Acesso em: 02 abr. 08.

LACEY, B.; HAMRITA, T.K.; LACY, M.P.; VAN WICKLEN, G.L. Assessment of poultry deep body temperature responses to ambient temperature and relative humidity using an on-line telemetry system. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v. 43, n. 3, p. 717-721, 2000

LOESCH, C.; SARI, S.T. Redes neurais artificiais: fundamentos e modelos. Blumenal: FURB, 1996. 166 p.

LOTT, B.D.; SIMMONS, J.D.; MAY, J.D. Air velocity and high temperature effects on broiler performance. **Poultry Science**, Stanford, v. 77, p. 391-393, 1998

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiente e produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I. J. O. da. **Ambiente e produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: Degaspari, 2001, p. 31-87.

MARIE, M. Ethics: the new challenge for animal agriculture. **Livestock Science**. London, v. 103, p. 203-207, 2006

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005.

MILLIGAN, J.L.; WINN, P.N. The influence of temperature and humidity on broiler performance in environmental chambers. **Poultry Science**, Stanford, v. 33, p. 817-824. 1963.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL, M.H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation **Animal Welfare**, London, v. 1, p. 91-103. 1992.

- MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Road transportation of broilers chickens: induction of physiological stress. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 50, n. 1, p. 57-59, 1994.
- MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; Physiological Stress and Welfare of Broiler Chickens in Transit: Solutions Not Problems! **Poultry Science**, Stanford, v. 77, p. 1803-1814. 1998.
- MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.
- MOURA, D.J. Ambiência na Produção de Aves de Corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência e produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: Degaspari, 2001, p. 31-87.
- MURASE, H. Editorial: Artificial intelligence in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v.29, p.1-2, 2000.
- NÄÄS, I.A.; GOUVEIA, R.P.; SILVA, I.J.O. Avaliação de sistemas de resfriamento no ambiente de espera em caixas transportadoras de frangos de corte utilizando ventilação e nebulização. **Revista de Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 50-55. 1998.
- NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; ARADAS, M.E.C.; SILVA, I.J.O.; BARACHO, M.S. Controle e Sistematização em Ambientes de Produção. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência e produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: Degaspari, 2001, p. 31-87.
- NICOL, C.J.; SCOTT, G.B. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v. 28, p. 57-73, 1990.
- NIJDAM, E.; ARENS, P.; LAMBOOIJ, E.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J.A. Factors Influencing Bruises and Mortality of Broilers During Catching, Transport, and Lairage. **Poultry Science**, Stanford, n. 83, p. 1610-1615, 2004.
- QUINN, A.D.; KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; KNOWLES, T. Air Movement and the Thermal Microclimates observed in Poultry Lairages. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 39, n. 4, p. 469-476, ago. 1998.
- PARK, B.; CHEN, Y.R.; NGUYEN, M. Multi-spectral image analysis using neural network algorithm for inspection of poultry carcasses. **Journal of Agricultural Engineering Research**, St. Joseph, v. 69, p. 351-363, 1998.
- PAN, L.; YANG, S.X. A new intelligent electronic nose system for measuring and analysing livestock and poultry farm odours. **Environmental Monitoring Assess**, London, v. 135, p. 399-408, 2007.
- PANDORFI, H. **Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: suinocultura de precisão**. 2005. 119 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C.; GASPARI, P.; LAVAZZA, A. Preslaughter Mortality in Broiler Chickens, Turkeys and Spent Hens Under Commercial Slaughtering. **Poultry Science**, Stanford, v. 85, p. 1660-1664, 2006.

PRODUÇÃO ANIMAL - AVICULTURA. Produção e mercado em resumo. ano 2, n.11, p. 36, mar. 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 01 mar. 2007.

RITZ, C.W. Reducing Caching and Livehaul DOA's. **Poultry Digest Online**, v. 4, n. 1. 2003. Disponível em: <<http://www.wattnet.com/library/Download/PD104doa.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2005.

RITZ, C.W.; WEBSTER, A.B.; CZARICK, M. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, n. 3, p. 594-602, 2005.

RODRIGUES, V.C. **Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando visão computacional e inteligência artificial**. 2006. 101 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ROSA, P.S.; MARCOLIN, S.D.; WESSHEIMEIR, A. **Pontos Críticos do Manejo Pré-Abate em Frangos de Corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2001/artigo-2001-n018.html;ano=2001>>. Acesso em: 22 set. 2005.

ROUSH, W.B.; CRAVENER, T.L.; KIRBY, Y.K.; WIDEMAN JR., R.F. Probabilistic neural network prediction of ascites in broilers based on minimally invasive physiological factors. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1513-1516, 1997.

SALLE, C.T.P.; GUAHYBA, A.S.; WALD, V.B.; SILVA, A.B.; SALLE, F.O.; FALLAVENA, L.C.B. Uso das redes neurais artificiais para estimar parâmetros de produção de galinhas reprodutoras pesadas em recria. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n. 3, p. 101-109, set./dez. 2001.

SALLE, C.T.P.; GUAHYBA, A.S.; WALD, V.B.; SILVA, A.B.; SALLE, F.O.; NASCIMENTO, V.P. Use of artificial neural networks to estimate production variables of broilers breeders in the production phase. **British Poultry Science**, London, v. 44, n. 2, p. 211-217, 2003.

SALLE, C.T.P.; REALI, E.H.; GUAHYBA, A.S.; SALLE, F.O.; ROCHA, A.C.G.P.; MORAES, H.L.S. Utilização de inteligência artificial (redes neurais artificiais) no gerenciamento da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Suplemento 6, p. 158, 2004.

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R.; MITCHELL, M.A. HOCKING, P.M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: implications for meat quality. **Poultry Science**, Savoy, v. 80, n. 4, p. 418-425, 2001.

SANZOGNI, L.; KERR, D. Milk production estimates using feed forward artificial neural networks. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v. 32, p. 21-30, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 39.972, de 17 de fevereiro de 1995. Regulamenta a lei n. 7.705, de 19 de fevereiro de 1992, que estabelece normas para abate de animais destinados ao consumo. **Secretaria de Estado do Governo e Gestão Estratégica**, São Paulo, 17 fev. 1995. 7 p.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual n. 11.977, de 25 de agosto de 2005. Institui o código estadual de proteção aos animais. **Assessoria Técnico-Legislativa**, São Paulo, 25 ago. 2005. 13 p.

SAVENIJE, B. **Metabolic Parameters as indicators of Broiler Chicken Welfare and Meat Quality**. Groningen: University of Groningen, 2001. Disponível em: <<http://irs.ub.rug.nl/ppn/235186198>>. Acesso em: 23 set. 2005.

SECEX. Secretaria de Comércio Exterior. **Balança Comercial Brasileira - Dezembro 2007**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex>>. Acesso em: 13 abr.2008.

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

SILVA, I.J.O.; LAGATTA, D.; PEDROSO, D.; PIEDADE, S.M.S.; NÄÄS, I.A. Análise das condições de conforto em caminhões de transporte. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, São Paulo. **Anais...Campinas:FACTA**, 1997. 58 p.

SILVA, I.J.O.; LAGATTA, D.; PEDROSO, D.; PIEDADE, S.M.S.; NÄÄS, I.A. Avaliação do Nível de Conforto Térmico para Aves, durante a Espera no Abate, em função da Localização dos Caminhões Transportadores. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1998, Campinas. **Anais...Campinas:FACTA**, 1998. 63 p.

SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S.; MARTINS, E.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D. Resistência ao estresse calórico em frangos de corte de pescoço pelado. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 27-33, 2001.

SILVA, M.A.N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M.F.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A.A.F.; SILVA, I. J. O. da; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

- SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; ROSÁRIO, M.F.; SILVA, C.J.M.; SILVA, I.J.O.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 652-659, 2007.
- SILVA, R.G. da. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SIMMONS, J.D.; LOTT, B.D.; MAY, J.D. Heat Loss from broiler chickens subjected to various air speeds and ambient temperatures. **Applied Engineering in Agriculture**. St. Joseph, v. 13, n. 5, p. 665-669, 1997
- SIMMONS, J.D.; LOTT, B.D.; MILES, D.M. The effects of high-air velocity on broiler performance. **Poultry Science**, Stanford, v. 82, p. 232-234, 2003
- SMYTH, G.K.; VERBYLA, A.P. Adjusted likelihood methods for modeling dispersion in generalized linear models. **Environmetrics**, London, v. 10, p. 695-709, 1999.
- TAN, C.O.; OZESMI, U.; BEKLIOGLUS, M.; PER, E.; KURT, B. **Statistical Predictive Models in Ecology: Comparison of Performances and Assessment of Applicability**, 2005. Disponível em: <http://arxiv.org/PS_cache/q-bio/pdf/0510/0510031v1.pdf>. Acesso em: 02 abr. 08.
- TEETER, R.G.; BELAY, T. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science Technology**, London, v. 58, n. 1, p. 127-142, 1996.
- TURNER, J.; GARCÉS, L.; SMITH, W. **The Welfare of the Broilers Chickens in the European Union**. Hampshire: Compassion in the World Farming Trust, 2003. 35 p.
- UIJTENBOOGAART, T.G. European Perspective on Poultry Slaughter Technology. **Poultry Science**, Stanford, v. 78, p. 295-297, 1999.
- VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOŠLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; MALENA, M. Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. **Poultry Science**, Stanford, v. 85, p. 1881-1884, 2006.
- VIEIRA, F.M.C.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C.; GARCIA, D.B.; HILDEBRAND, A.; SILVA, I.J.O. Influência do tempo de espera pré-abate na temperatura retal de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...**Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. 1 CD-ROM.
- VOŠLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; VITULA, F.; KOZAK, A. VECEREK, V. Effects of transport distance and the season of the year on death rates among hens and roosters in transport to poultry processing plants in the Czech Republic in the period from 1997 to 2004. **Veterinarni Medicina**, Czech Republic, v. 52, n. 6, p. 262-266, 2007.
- XIN, H. Assessing swine thermal comfort by image analysis of postural behaviors. **Journal of Animal Science**, v. 77, suppl. 2/J p. 1-9, 1999.

- WANG, Y.M., ELHAG, T.M.S. A comparison of neural network, evidential reasoning and multiple regression analysis in modelling bridge risks. **Expert Systems with Applications**, London, v. 32, p. 336-348, 2007.
- WARRISS, P.D.; BEVIS, E.A.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 33, p. 201-206, 1992.
- WARRISS, P.D.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E.; KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; BAXTER, C.A. Effects of lairage time on body temperature and glycogen reserves of broiler chickens held in transport modules. **Veterinary Record**, London, v. 145, p. 218-212, 1999.
- WARRISS, P.D. The Transport of Animals: A Long Way to Go. **The Veterinary Journal**, London, n. 168, p. 213-214, 2004.
- WARRISS, P.D.; PAGAZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 46, n. 6, p. 647-651, 2005.
- WEBSTER, A.J.F.; TUDDENHAM, A.; SAVILLE, C.A.; SCOTT, G.B. Thermal stress on chickens in transit. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 34, p. 267-277, 1993.
- WIDROW, B.; STEARNS, S.D. **Adaptive signal processing**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2001.
- WINDHORST, H.W. Changes in poultry production and trade worldwide. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 62, p. 585-593, 2006
- YAHAV, S.; GOLDFELD, S.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. **Journal of Thermal Biology**. London, v. 20, n. 3, p. 245-253, 1995
- YAHAV, V.S.; LUGER, D.; CAHANER, A.; DOTAN, M.; RUSAL, M.; HURWITZ, S. Thermoregulation in Naked Neck chickens subjected to different ambient temperatures. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 39, n. 1, p. 133-138, 1998.
- YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy and water balance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, Stanford, v. 83, p. 253-258, 2004
- YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**. Beekbergen, v. 61, p. 419-433, 2005
- YALÇIN, S.; ÖZKAN, S.; OKTAY, G.; ÇABUK, M.; ERBAYRAKTAR, Z.; BILGILI, S.F. Age-related effects of catching, crating and transportation at different seasons on core body temperature and physiological blood parameters in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 4, p. 549-560, 2004.

ANEXOS

ANEXO A - Tabela prática de entalpia, para frangos de corte na sexta semana

NUPEA - ESALQ - USP														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (6ª semana) - H variando de 54,7 a 62,9 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	54,7	56,1	57,6	59,1	60,6	62,1	63,6	65,2	66,8	68,4	70,1	71,8	73,5	75,3
41	54,9	56,3	57,8	59,3	60,8	62,3	63,8	65,4	67,1	68,7	70,4	72,1	73,8	75,6
42	55,0	56,5	58,0	59,4	61,0	62,5	64,1	65,7	67,3	69,0	70,7	72,4	74,2	76,0
43	55,2	56,7	58,1	59,6	61,2	62,7	64,3	65,9	67,6	69,2	71,0	72,7	74,5	76,3
44	55,4	56,8	58,3	59,8	61,4	62,9	64,5	66,2	67,8	69,5	71,3	73,0	74,8	76,7
45	55,5	57,0	58,5	60,0	61,6	63,2	64,8	66,4	68,1	69,8	71,5	73,3	75,2	77,0
46	55,7	57,2	58,7	60,2	61,8	63,4	65,0	66,7	68,3	70,1	71,8	73,6	75,5	77,4
47	55,8	57,3	58,9	60,4	62,0	63,6	65,2	66,9	68,6	70,3	72,1	73,9	75,8	77,7
48	56,0	57,5	59,0	60,6	62,2	63,8	65,5	67,1	68,9	70,6	72,4	74,3	76,1	78,0
49	56,2	57,7	59,2	60,8	62,4	64,0	65,7	67,4	69,1	70,9	72,7	74,6	76,5	78,4
50	56,3	57,8	59,4	61,0	62,6	64,2	65,9	67,6	69,4	71,2	73,0	74,9	76,8	78,7
51	56,5	58,0	59,6	61,2	62,8	64,5	66,1	67,9	69,6	71,4	73,3	75,2	77,1	79,1
52	56,6	58,2	59,8	61,4	63,0	64,7	66,4	68,1	69,9	71,7	73,6	75,5	77,4	79,4
53	56,8	58,4	59,9	61,6	63,2	64,9	66,6	68,4	70,2	72,0	73,9	75,8	77,8	79,8
54	57,0	58,5	60,1	61,7	63,4	65,1	66,8	68,6	70,4	72,3	74,2	76,1	78,1	80,1
55	57,1	58,7	60,3	61,9	63,6	65,3	67,1	68,8	70,7	72,5	74,4	76,4	78,4	80,5
56	57,3	58,9	60,5	62,1	63,8	65,5	67,3	69,1	70,9	72,8	74,7	76,7	78,7	80,8
57	57,4	59,0	60,7	62,3	64,0	65,8	67,5	69,3	71,2	73,1	75,0	77,0	79,1	81,1
58	57,6	59,2	60,8	62,5	64,2	66,0	67,8	69,6	71,4	73,4	75,3	77,3	79,4	81,5
59	57,8	59,4	61,0	62,7	64,4	66,2	68,0	69,8	71,7	73,6	75,6	77,6	79,7	81,8
60	57,9	59,5	61,2	62,9	64,6	66,4	68,2	70,1	72,0	73,9	75,9	77,9	80,0	82,2
61	58,1	59,7	61,4	63,1	64,8	66,6	68,4	70,3	72,2	74,2	76,2	78,2	80,4	82,5
62	58,2	59,9	61,6	63,3	65,0	66,8	68,7	70,6	72,5	74,5	76,5	78,6	80,7	82,9
63	58,4	60,1	61,8	63,5	65,2	67,1	68,9	70,8	72,7	74,7	76,8	78,9	81,0	83,2
64	58,6	60,2	61,9	63,7	65,5	67,3	69,1	71,0	73,0	75,0	77,1	79,2	81,3	83,6
65	58,7	60,4	62,1	63,9	65,7	67,5	69,4	71,3	73,3	75,3	77,4	79,5	81,7	83,9
66	58,9	60,6	62,3	64,1	65,9	67,7	69,6	71,5	73,5	75,6	77,6	79,8	82,0	84,2
67	59,0	60,7	62,5	64,2	66,1	67,9	69,8	71,8	73,8	75,8	77,9	80,1	82,3	84,6
68	59,2	60,9	62,7	64,4	66,3	68,1	70,1	72,0	74,0	76,1	78,2	80,4	82,6	84,9
69	59,4	61,1	62,8	64,6	66,5	68,4	70,3	72,3	74,3	76,4	78,5	80,7	83,0	85,3
70	59,5	61,2	63,0	64,8	66,7	68,6	70,5	72,5	74,6	76,7	78,8	81,0	83,3	85,6
71	59,7	61,4	63,2	65,0	66,9	68,8	70,7	72,8	74,8	76,9	79,1	81,3	83,6	86,0
72	59,8	61,6	63,4	65,2	67,1	69,0	71,0	73,0	75,1	77,2	79,4	81,6	83,9	86,3
73	60,0	61,8	63,6	65,4	67,3	69,2	71,2	73,2	75,3	77,5	79,7	81,9	84,3	86,7
74	60,2	61,9	63,7	65,6	67,5	69,4	71,4	73,5	75,6	77,7	80,0	82,2	84,6	87,0
75	60,3	62,1	63,9	65,8	67,7	69,7	71,7	73,7	75,8	78,0	80,3	82,6	84,9	87,3
76	60,5	62,3	64,1	66,0	67,9	69,9	71,9	74,0	76,1	78,3	80,5	82,9	85,2	87,7
77	60,6	62,4	64,3	66,2	68,1	70,1	72,1	74,2	76,4	78,6	80,8	83,2	85,6	88,0
78	60,8	62,6	64,5	66,4	68,3	70,3	72,4	74,5	76,6	78,8	81,1	83,5	85,9	88,4
79	61,0	62,8	64,6	66,6	68,5	70,5	72,6	74,7	76,9	79,1	81,4	83,8	86,2	88,7
80	61,1	63,0	64,8	66,7	68,7	70,7	72,8	74,9	77,1	79,4	81,7	84,1	86,5	89,1
81	61,3	63,1	65,0	66,9	68,9	71,0	73,0	75,2	77,4	79,7	82,0	84,4	86,9	89,4
82	61,4	63,3	65,2	67,1	69,1	71,2	73,3	75,4	77,7	79,9	82,3	84,7	87,2	89,8
83	61,6	63,5	65,4	67,3	69,3	71,4	73,5	75,7	77,9	80,2	82,6	85,0	87,5	90,1
84	61,8	63,6	65,6	67,5	69,5	71,6	73,7	75,9	78,2	80,5	82,9	85,3	87,8	90,4
85	61,9	63,8	65,7	67,7	69,7	71,8	74,0	76,2	78,4	80,8	83,2	85,6	88,2	90,8

ANEXO B - Coeficientes de Regressão, erro-padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p, para os dados do Capítulo 1

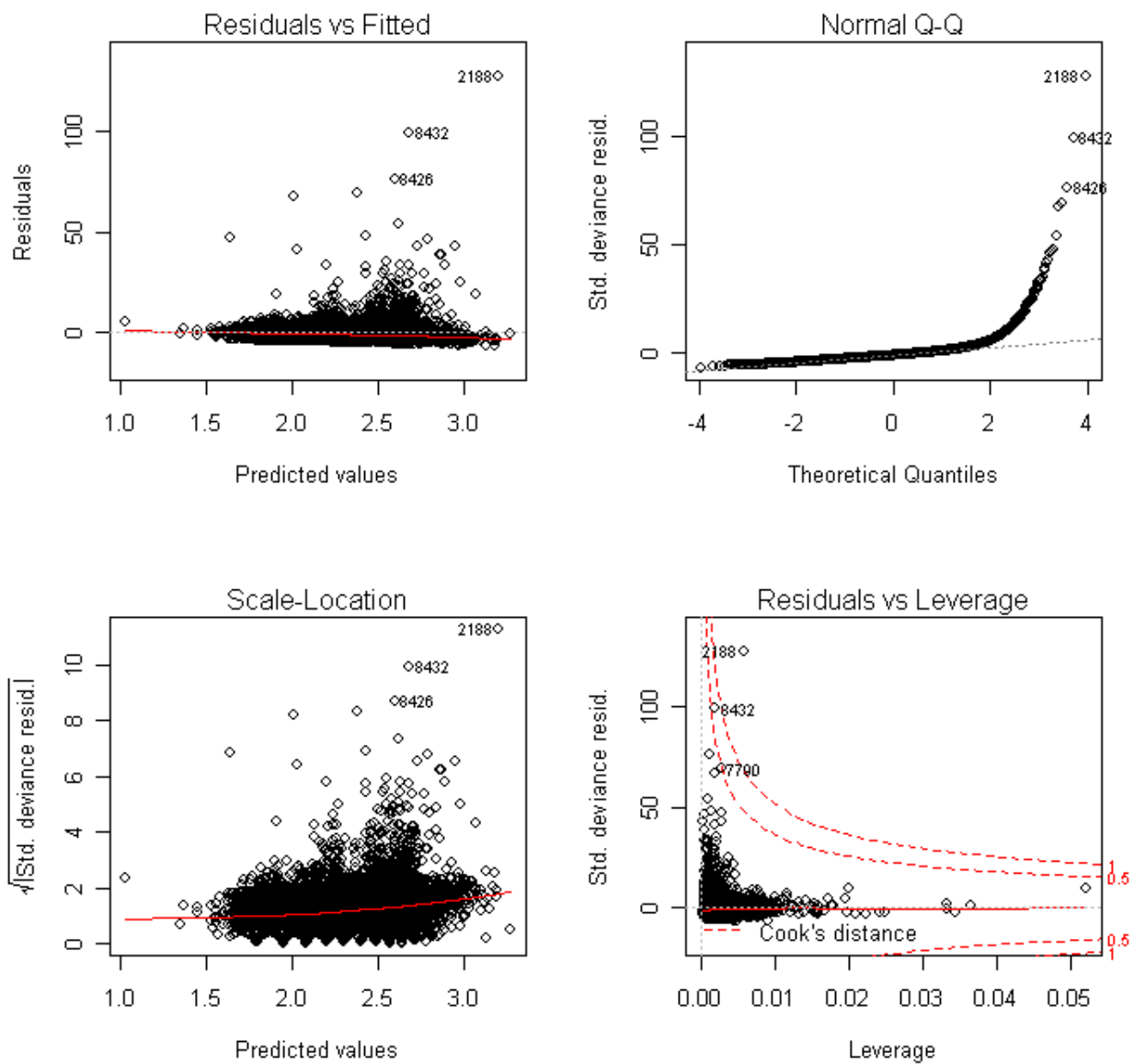
Mean Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-5.009052e-02	2.847711e-01	-0.175897485	8.603745e-01
TempExt	3.251811e-02	8.279736e-03	3.927433498	8.585715e-05
TempoEsp	3.996224e-03	1.099032e-03	3.636129981	2.767647e-04
Turnotarde	7.138963e-04	3.125571e-01	0.002284051	9.981776e-01
Turnonoite	1.862112e-01	2.609071e-01	0.713707003	4.754084e-01
NumAves	2.521544e-01	2.444263e-02	10.316171603	5.955050e-25
Estacaoooutono	-7.137611e-01	6.566621e-02	-10.869534051	1.610211e-27
Estacaoinverno	-4.928569e-01	7.333195e-02	-6.720902561	1.806023e-11
Estacaoprimavera	-2.580392e-01	6.294209e-02	-4.099628777	4.138134e-05
URExt	4.017043e-03	7.885724e-04	5.094070251	3.504568e-07
TempExt:TempoEsp	-9.630465e-05	3.430581e-05	-2.807240219	4.996796e-03
TempExt:Turnotarde	1.899839e-02	9.108943e-03	2.085685930	3.700708e-02
TempExt:Turnonoite	3.277022e-02	8.193019e-03	3.999773014	6.340327e-05
TempoEsp:Turnotarde	1.243373e-03	3.035941e-04	4.095512361	4.212357e-05
TempoEsp:Turnonoite	8.511463e-04	2.242855e-04	3.794923751	1.476888e-04
TempoEsp:NumAves	-5.131295e-04	9.945839e-05	-5.159237775	2.479572e-07
TempoEsp:Estacaoooutono	1.035604e-03	2.883184e-04	3.591877004	3.283048e-04
TempoEsp:Estacaoinverno	2.858740e-04	3.192741e-04	0.895387259	3.705801e-01
TempoEsp:Estacaoprimavera	4.395481e-04	2.680279e-04	1.639934103	1.010189e-01
Turnotarde:NumAves	-7.679317e-02	2.739084e-02	-2.803607480	5.053439e-03
Turnonoite:NumAves	-1.376987e-01	2.327063e-02	-5.917276163	3.273169e-09
Turnotarde:Estacaoooutono	2.326174e-02	7.054319e-02	0.329751792	7.415875e-01
Turnonoite:Estacaoooutono	2.413397e-01	6.601036e-02	3.656087962	2.560935e-04
Turnotarde:Estacaoinverno	1.068389e-01	7.941265e-02	1.345363583	1.785078e-01
Turnonoite:Estacaoinverno	4.646486e-01	7.249453e-02	6.409429327	1.460653e-10
Turnotarde:Estacaoprimavera	1.164189e-01	7.009043e-02	1.660982158	9.671703e-02
Turnonoite:Estacaoprimavera	3.023292e-01	6.002297e-02	5.036891876	4.731519e-07

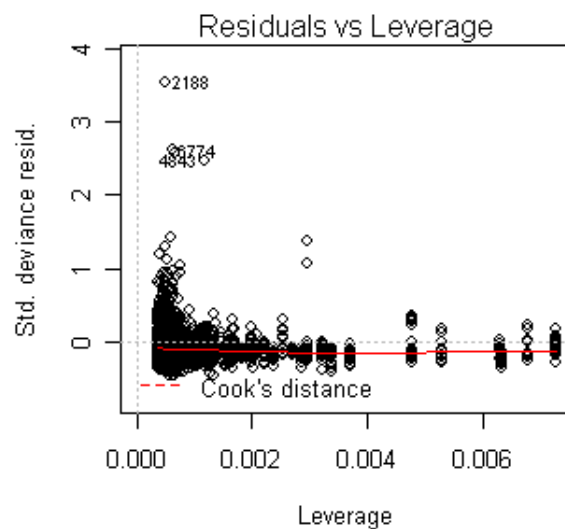
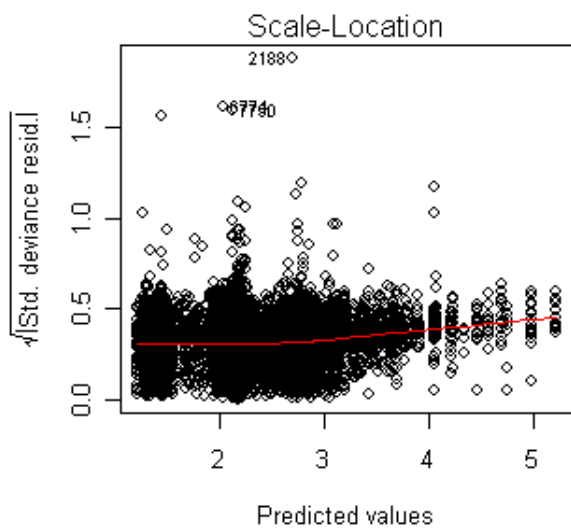
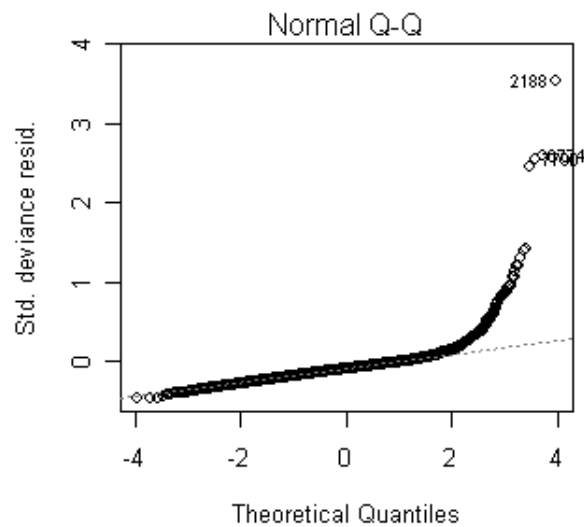
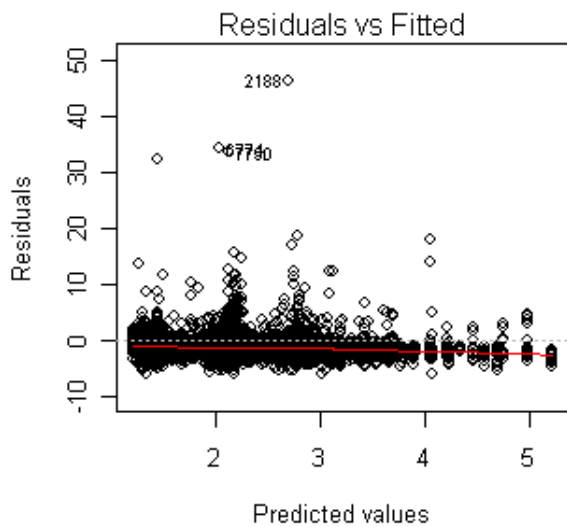
Dispersion Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.79155135	0.03318454	84.122034	0.000000e+00
poly(TempExt, 3)1	34.11568954	2.45187993	13.914095	5.201434e-44
poly(TempExt, 3)2	26.15401284	1.55939725	16.771873	3.919553e-63
poly(TempExt, 3)3	9.87551154	1.47064033	6.715110	1.879245e-11
Turnotarde	-0.08492738	0.04335359	-1.958947	5.011900e-02
Turnonoite	0.14522576	0.03128616	4.641854	3.452971e-06
Estacaoooutono	-1.29064348	0.03987793	-32.364852	8.575558e-230
Estacaoinverno	-0.55824165	0.03947874	-14.140311	2.143356e-45
Estacaoprimavera	-0.61190604	0.03437623	-17.800266	7.033380e-71

ANEXO C - Análise de resíduos para a média dos dados do Capítulo 1



ANEXO D - Análise de resíduos para a dispersão dos dados do Capítulo 1



ANEXO E - Coeficientes de Regressão, erro-padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p, para a variável resposta número de aves mortas, do Capítulo 2 (Modelo da Média)

Mean Coefficients:

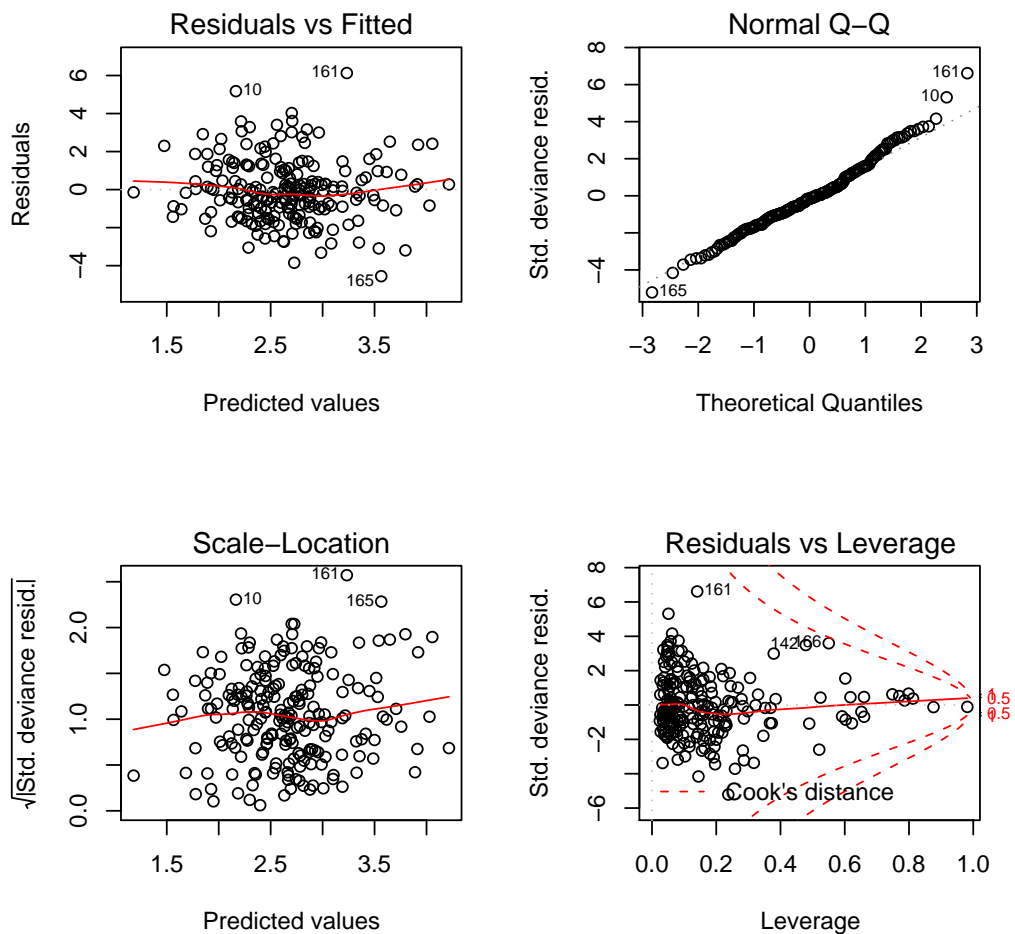
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.971032e+01	6.620742e+00	-7.5082699	5.991388e-14
TempoEspera	2.365197e-02	7.262720e-03	3.2566268	1.127446e-03
NumAves	6.695646e+00	7.860423e-01	8.5181751	1.620870e-17
TInt	7.560656e-01	2.937952e-01	2.5734439	1.006920e-02
URInt	-1.516734e-01	3.470816e-02	-4.3699645	1.242667e-05
Distancia	2.807012e-02	5.291167e-03	5.3050915	1.126165e-07
Turnotarde	1.024513e+01	4.749343e+00	2.1571688	3.099252e-02
Turnonoite	2.106466e+00	3.418638e+00	0.6161711	5.377816e-01
TExt	6.266915e-01	1.792483e-01	3.4962189	4.719015e-04
URExt	3.661049e-01	4.153461e-02	8.8144532	1.202706e-18
TRDif	8.267133e-01	4.900404e-01	1.6870308	9.159742e-02
TempoEspera:Distancia	1.620924e-05	4.553397e-06	3.5598120	3.711204e-04
TempoEspera:Turnotarde	-5.399857e-03	2.024324e-03	-2.6674867	7.642092e-03
TempoEspera:Turnonoite	-2.875071e-03	1.480049e-03	-1.9425507	5.207046e-02
TempoEspera:TExt	-5.569154e-04	1.813111e-04	-3.0716019	2.129135e-03
TempoEspera:URExt	-1.243325e-04	4.143799e-05	-3.0004467	2.695839e-03
NumAves:TInt	-7.980117e-02	1.967936e-02	-4.0550695	5.011941e-05
NumAves:TExt	-1.053444e-01	2.163883e-02	-4.8683026	1.125609e-06
NumAves:URExt	-2.669402e-02	4.414937e-03	-6.0462972	1.482126e-09
TInt:URInt	-9.034699e-03	2.538455e-03	-3.5591333	3.720806e-04
TInt:Turnotarde	6.207473e-01	1.775525e-01	3.4961334	4.720527e-04
TInt:Turnonoite	7.754331e-01	1.735105e-01	4.4690844	7.855514e-06
TInt:TRDif	-1.344579e-01	2.082297e-02	-6.4571911	1.066642e-10
URInt:Turnotarde	-4.244268e-03	2.258067e-02	-0.1879602	8.509078e-01
URInt:Turnonoite	9.191297e-02	2.289194e-02	4.0150808	5.942543e-05
URInt:TExt	1.088227e-02	1.659856e-03	6.5561511	5.521430e-11
URInt:TRDif	-1.332423e-02	3.748040e-03	-3.5549875	3.779970e-04
Distancia:Turnotarde	-2.694963e-03	1.034584e-03	-2.6048762	9.190746e-03
Distancia:Turnonoite	2.940700e-03	1.048842e-03	2.8037594	5.051058e-03
Distancia:TExt	-6.457311e-04	1.262317e-04	-5.1154416	3.130077e-07
Distancia:URExt	-1.708802e-04	3.527835e-05	-4.8437703	1.273982e-06
Turnotarde:TExt	-6.128540e-01	1.114360e-01	-5.4996043	3.806445e-08
Turnonoite:TExt	-7.604340e-01	1.066689e-01	-7.1289178	1.011611e-12
Turnotarde:URExt	-8.731941e-02	2.427267e-02	-3.5974373	3.213679e-04
Turnonoite:URExt	-1.113481e-01	2.436963e-02	-4.5691330	4.897460e-06
TExt:URExt	-1.493345e-03	6.982268e-04	-2.1387675	3.245450e-02
TExt:TRDif	9.472303e-02	2.038098e-02	4.6476192	3.357880e-06
URExt:TRDif	1.315965e-02	4.261485e-03	3.0880442	2.014785e-03

ANEXO F - Coeficientes de Regressão, erro-padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p, para a variável resposta número de aves mortas, do Capítulo 2 (Modelo da Dispersão)

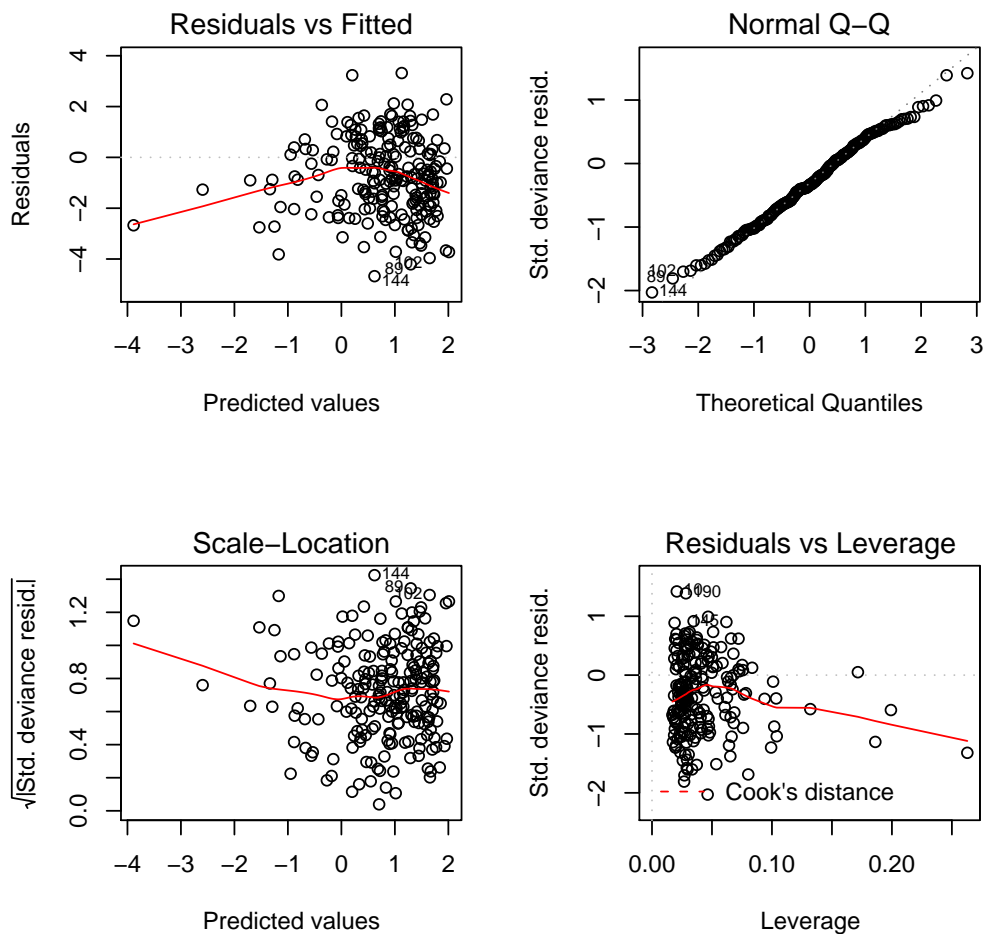
Dispersion Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.82468369	1.58003446	-3.0535307	2.261656e-03
TExt	0.09365855	0.02936844	3.1890884	1.427222e-03
poly(TempoEspera, 2)1	-2.91177766	1.67952855	-1.7336875	8.297354e-02
poly(TempoEspera, 2)2	-4.39306486	1.46649116	-2.9956300	2.738786e-03
poly(TInt, 2)1	-4.01140102	2.20141280	-1.8221939	6.842557e-02
poly(TInt, 2)2	-8.69482135	1.56672786	-5.5496692	2.862106e-08
URInt	0.03805632	0.01185448	3.2102901	1.326011e-03
Turnotarde	-0.81577155	0.34381103	-2.3727323	1.765705e-02
Turnonoite	-0.19570471	0.34183999	-0.5725039	5.669807e-01

ANEXO G - Análise de resíduos para a média dos dados do Capítulo 1 (Mortalidade)



ANEXO H - Análise de resíduos para a dispersão dos dados do Capítulo 1 (Mortalidade)



ANEXO I - Coeficientes de Regressão, erro-padrão utilizado na estatística de Wald e o respectivo valor-p, para a variável resposta diferença da temperatura retal, do Capítulo 2

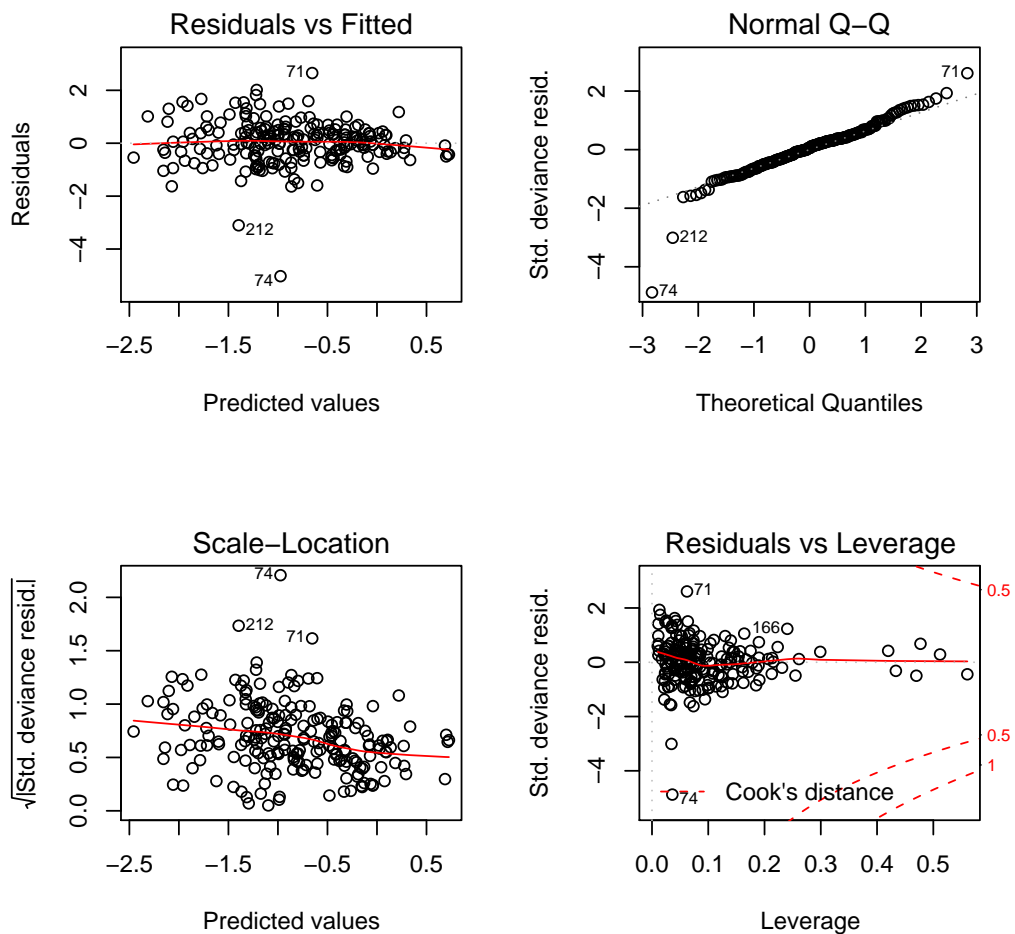
Mean Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-6.606764e-01	5.418351e+00	-0.1219331	9.030775e-01
Tempototal	2.048323e-02	1.045164e-02	1.9598111	5.144278e-02
TInt	-1.895119e-01	2.429831e-01	-0.7799387	4.363726e-01
TExt	-3.659217e-01	1.399202e-01	-2.6152172	9.614357e-03
NumAves	2.997821e+00	7.970044e-01	3.7613604	2.233869e-04
Turnotarde	-4.543098e+00	2.159671e+00	-2.1036064	3.669499e-02
Turnonoite	-6.732011e+00	1.643571e+00	-4.0959651	6.158780e-05
Distancia	-1.739195e-02	8.141281e-03	-2.1362666	3.390432e-02
Tempototal:TInt	-1.298727e-03	4.608463e-04	-2.8181349	5.328156e-03
Tempototal:Distancia	2.901876e-05	1.392187e-05	2.0844013	3.842633e-02
TInt:TExt	2.162192e-02	6.217303e-03	3.4777009	6.235707e-04
TInt:NumAves	-1.274270e-01	3.403470e-02	-3.7440313	2.382611e-04
TInt:Turnotarde	4.752399e-01	1.114638e-01	4.2636256	3.131588e-05
TInt:Turnonoite	4.580329e-01	1.060158e-01	4.3204203	2.479041e-05
TInt:Distancia	1.158084e-03	5.004485e-04	2.3140912	2.170461e-02
TExt:Turnotarde	-1.861409e-01	3.721080e-02	-5.0023367	1.259903e-06
TExt:Turnonoite	-1.104199e-01	5.299057e-02	-2.0837649	3.848488e-02
TExt:Distancia	-3.630160e-04	1.537171e-04	-2.3615844	1.918287e-02
Turnotarde:Distancia	-4.880853e-03	1.643844e-03	-2.9691713	3.360702e-03
Turnonoite:Distancia	-1.722902e-03	2.289523e-03	-0.7525157	4.526484e-01

Dispersion Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.247874341	1.9127690143	0.1295893	8.968914e-01
Turnotarde	1.885785805	0.3612473658	5.2202064	1.787238e-07
Turnonoite	1.306989625	0.3327518334	3.9278210	8.571899e-05
TInt	-0.284099052	0.0782122498	-3.6324112	2.807852e-04
TExt	0.150771699	0.0487172899	3.0948294	1.969262e-03
URInt	-0.044336528	0.0136644117	-3.2446716	1.175862e-03
URExt	0.045965965	0.0120852364	3.8034809	1.426770e-04
Tempototal	0.007969068	0.0019206207	4.1492148	3.336177e-05
Distancia	0.003897474	0.0009765019	3.9912614	6.572279e-05

ANEXO J - Análise de resíduos para a média dos dados do Capítulo 1 (Dif. Temp. Retal)



ANEXO K - Análise de resíduos para a dispersão dos dados do Capítulo 1 (Dif. Temp. Retal)

