

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

**Ambiência pré-porteira: avaliação das condições
bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos
de corte**

Aérica Cirqueira Nazareno

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Física do
Ambiente Agrícola

**Piracicaba
2012**

Aérica Cirqueira Nazareno
Engenheira Agrônoma

Ambiência pré-porteira: avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte

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

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Nazareno, Aérica Cirqueira

Âmbiência pré-porteira: avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte / Aérica Cirqueira Nazareno. - - Piracicaba, 2012.

207 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Avicultura 2. Conforto térmico 3. Eclodibilidade 4. Instalações 5. Pintos de corte 6. Transporte I. Título

CDD 636.513
N335a

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

Ao meu Deus, meus pais, irmãos e tias,

Ao meu Grande amigo e Todo Poderoso Deus.

Por está realizando este grande sonho.

Ele não patrocina fracasso.

Aos meus pais: Joanice e Américo, Maria de Jesus e Ferreira.

Aos meus irmãos: Amerivan e Jairo Cesár.

As minhas tias Maria José e Floracy.

Eu amo vocês!

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha gratidão suprema por ter chegado até aqui. Ele foi o Autor de minhas vitórias e continuará sendo o firme fundamento de minha existência, meu Maior Mestre e Guia.

Aos meus pais: Joanice e Américo, Maria de Jesus e José Teixeira pelo apoio, pelos ensinamentos e encorajamento a continuar na busca do ideal supremo: vencer.

A minha querida e amada irmã Amerivan pelo apoio, pelos prestativos auxílios e estímulo em meio às horas de angústia e aflição.

A minha eterna gratidão ao meu querido e amado irmão Jairo César pela sua bondade e confiança em conceder-me o apoio de alcançar mais um passo da estrada do conhecimento.

A minha profunda gratidão ao querido Jorge Vargner, pelo carinho, companherismo, atenção, bondade e disponibilidade em auxiliar.

As minhas tias Maria José e Floracy, e ao tio Tumé pela amizade, atenção e disponibilidade nas horas em que eu precisei.

Aos primos José Henrique e Liliane Nazareno pela bondade, confiança, amizade, dedicação, motivação e incentivo nessa jornada.

Ao primo Martins pela bondade, oração, amizade, dedicação e incentivo na realização desse sonho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, pela oportunidade e pelos conhecimentos adquiridos.

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

Ao orientador Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva pela oportunidade, confiança, dedicação, bondade, amizade e ensinamentos. Por ser responsável pelo meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor Dr. Héilton Pandorfi, por acreditar no meu potencial, pela confiança, amizade, generosidade, dedicação, motivação e incentivo à realização desse sonho.

Ao ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola Prof. Dr. Angelocci, pela amizade e apoio prestados nas horas em que precisei.

À Professora Dra. Késia Oliveira da Silva Miranda, pelas contribuições ao longo do curso. Pelo carinho e amizade, você é muito especial.

Ao prof. Dr. Afrânio Márcio pelo auxílio nas análises estatísticas, companherismo, dedicação, bondade, disponibilidade e incentivo à realização do meu sonho.

À empresa Matadouro Avícola Flamboiã Ltda, pela oportunidade de executar essa pesquisa em suas instalações. Agradecimento especial aos Srs. Marcelo Ortega e Guera, pela disponibilidade, confiança, apoio, amizade, bondade e atenção. Tenho imensa gratidão!

A toda a equipe do incubatório Godave: Néia, Fernanda, Renata e em especial, ao Sr. Edvaldo, pela disponibilidade, atenção e bondade. Serei eternamente grata a vocês!

Ao pessoal dos caminhões, Carlos, Geraldo, Ercilho, Ronaldo e Carlinhos, pelo apoio, caronas, bondade, amizade e atenção.

Ao pessoal do matriseiro mamamajo, em especial Daniel, Rodiney, Nádia, Meire, Elnatan e Américo, pelo apoio, disponibilidade, atenção e bondade.

Ao pessoal do incubatório Godave: Ismael, Taciana, Luizão, José Lucílio, Juvenal, Elizeu, Giselle, Vera, Maria, Keila, Rodrigo, Luiz, Ronei, João e André.

À secretária do Nupea, Ilze Helena, pelo carinho, disposição, bondade e atenção.

À minha equipe de trabalho e grandes amigos Frederico, Ariane, Elenílson, Paulo Abili, Juliano Camargo e Carolina Grandó, pelo apoio, incentivo constante, bondade e disponibilidade. Sem vocês, esta pesquisa não seria possível.

Ao amigo Frederico Márcio, pela amizade, convivência, disponibilidade, atenção, motivação, bondade e consolo nas horas de desânimo.

À Ariane e Sheila Nascimento, pela disponibilidade, atenção, amizade e generosidade.

Aos amigos e colegas Nupeanos e ex-Nupeanos: Felipe Barnabé, Aldie, Gustavo, Guilherme, Ana Carolina, Fabiane, Priscila, Cesar Augusto, Isabela, Maria Amélia, Fernanda, Biatriz, Maria Luísa, Rofson Falcão, Maristela, Natália, Giselle, Claiton Zotti, Júlia, Rodolfo, Mariana, Caio, Valéria, Danilo Garcia, Bete, Ana Luiza, pela convivência, amizade, incentivo e bondade.

Aos professores: Dr. Sérgio O. Moraes, Dr. Nílson Augusto Villa Nova, Dr. Jarbas H. de Miranda e Dr. Quirijin, pelos ensinamentos e atenção, vocês foram fundamentais para minha formação.

Às secretárias e aos funcionários do Departamento de Engenharia de Biosistemas: Ângela, Beatriz, Davilmar, Fernanda, Áureo, Juarez, Gilmar, Cris e Rejane, pela amizade, colaboração e apoio.

Aos funcionários Sr. Hélio, Sr. Luiz e Sr. Antônio, grandes amigos, que sempre estiveram presentes quando eu precisei. Agradeço a amizade, o carinho e a ajuda constante na realização deste trabalho.

À minha amiga Lígia Borges pelo companherismo, solidariedade, bondade, carinho e apoio.

Aos colegas: Sérgio, Pedro Rogerio, Aderbal, Antonio, Janaína, Jussálvia, Danilton, Cornélio, Rochane, Kelly, Marinaldo e Marina.

Aos amigos: Josy, Antonio, Sônia, José Forte, Rísia e Pastor Reginaldo.

“O agir de Deus é lindo na vida de quem é fiel, no começo tem provas amargas, mas no fim tem o sabor do mel. Eu nunca vi um escolhido sem resposta, porque em tudo Deus lhe mostra uma solução, até nas cinzas ele clama e Deus atende, protege-o, defende-o, com as suas fortes mãos. Você é um escolhido e a sua história não acaba aqui, você pode estar chorando agora, mas amanhã você irá sorrir. Deus vai levanta-lo das cinzas e do pó, Deus vai cumprir tudo que tem lhe prometido. Você vai ver a mão de Deus o exalta-lo, quem o vê há de falar: ele é mesmo escolhido. Vão dizer que você nasceu pra vencer, que já sabiam porque você tinha mesmo cara de vencedor, e que se Deus quer agir ninguém pode impedir. Então você verá cumprir cada palavra que o Senhor falou. Quem viu você passar na prova e não o ajudou, quando vir você na bênção vão se arrepender, vai estar entre a plateia e você no palco, vai olhar e ver Jesus brilhando em você. Quem sabe no seu pensamento você vai dizer: meu Deus, como vale a pena a gente ser fiel, na verdade a minha prova tinha um gosto amargo, mas minha vitória hoje tem sabor de mel.”

Damares

“E se o meu povo que se chama pelo meu nome, se humilhar, e orar, e buscar a minha face e se converter dos seus maus caminhos, então eu ouvirei dos céus, e perdoarei os pecados, e sararei a sua terra.”

II Crônicas 7: 14

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT	17
LISTA DE FIGURAS	19
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
2.1 Ambiência pré-porteira na avicultura	29
2.3 Transporte de ovos férteis.....	31
2.4 Caracterização do incubatório.....	34
2.5 Estocagem dos ovos férteis	38
2.6 Idades das matrizes e o peso do ovo fértil	41
2.7 Influência das idades das matrizes no pinto de corte.....	43
2.8 Aplicação da geoestatística na ambiência animal	45
Referências	46
3 CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DA SALA DE OVOS DO MATRIZEIRO E AS RESPOSTAS PRODUTIVAS ÀS IDADES DE MATRIZES E TEMPOS DE ESTOCAGEM	57
Resumo.....	57
Abstract.....	58
3.1 Introdução.....	58
3.2 Material e métodos	60
3.2.1 Tipologia da sala de ovos do matrizeiro avícola.....	60
3.2.2 Idade das matrizes e tempos de estocagem.....	61
3.2.3 Variável resposta: peso dos ovos	63
3.2.4 Avaliação bioclimática	64
3.3 Delineamento experimental	65
3.4 Resultados e discussão	67
3.4.1 Avaliação bioclimática	67
3.4.2 Avaliação da perda de água dos ovos férteis.....	73
3.5 Conclusões parciais.....	77
Referências	78

4 AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL TÉRMICO E DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO EM DIFERENTES RODOVIAS NO TRANSPORTE DE OVOS FÉRTEIS.....	85
Resumo	85
Abstract.....	86
4.1 Introdução	86
4.2 Material e métodos.....	89
4.2.1 Caracterização do caminhão	89
4.2.2 Capacidade de carregamento do caminhão	91
4.2.3 Caracterização bioclimática da carga do caminhão.....	92
4.2.4 Nível de vibração da carga do caminhão.....	93
4.2.5 Variáveis respostas: ovos trincados e peso dos ovos durante o transporte.....	94
4.2.6 Delineamento experimental	95
4.3 Resultados e discussão.....	99
4.3.1 Avaliação bioclimática da carga de ovos férteis	99
4.3.2 Avaliação bioclimática da dependência espacial da carga	102
4.3.3 Avaliação do nível de vibração no transporte de ovos férteis.....	110
4.3.4 Avaliação do número de choques no transporte de ovos férteis	113
4.3.5 Avaliação das trincas dos ovos durante o transporte	115
4.3.6 Avaliação da perda de água dos ovos férteis durante o transporte.....	117
4.4 Conclusões parciais	121
Referências.....	123
5 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS DO INCUBATÓRIO DAS IDADES DAS MATRIZES E DOS TEMPOS DE ESTOCAGEM NA ECLODIBILIDADE DOS OVOS	129
Resumo	129
Abstract.....	130
5.1 Introdução	130
5.2 Material e métodos.....	132
5.2.1 Incubatório.....	133
5.2.2 Caracterização da sala de ovos do incubatório	133
5.2.3 Avaliação bioclimática da sala de ovos climatizada do incubatório	135
5.2.4 Idades das matrizes e tempos de estocagem no incubatório	136

5.2.5	Avaliação do peso dos ovos na sala climatizada do incubatório.....	138
5.2.6	Caracterização das incubadoras.....	139
5.2.7	Avaliação bioclimática das incubadoras.....	140
5.2.8	Avaliação dos pesos dos ovos férteis das incubadoras.....	141
5.2.9	Caracterização dos nascedouros.....	142
5.2.10	Avaliação bioclimática dos nascedouros.....	143
5.2.11	Nascimento e variáveis fisiológicas dos pintos recém-eclodidos.....	143
5.2.12	Delineamento experimental.....	145
5.3	Resultados e discussão.....	149
5.3.1	Avaliação bioclimática da sala de ovos do incubatório.....	149
5.3.2	Avaliação da perda de água dos ovos férteis na sala climatizada.....	153
5.3.3	Avaliação bioclimática nas incubadoras.....	157
5.3.3.1	Efeito da estação do ano.....	157
5.3.3.2	Efeito no tempo de estocagem.....	160
5.3.4	Avaliação da perda de água dos ovos na incubadora.....	164
5.3.5	Avaliação bioclimática do nascedouro.....	167
5.3.6	Avaliação do nascimento dos pintos.....	174
5.3.7	Avaliação bioclimática das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos.....	182
5.3.8	Avaliação fisiológica e peso dos pintos recém-eclodidos.....	186
5.4	Conclusões parciais.....	194
	Referências.....	196
6	CONCLUSÕES FINAIS.....	207

RESUMO

Ambiência pré-porteira: avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte

O objetivo principal foi avaliar as condições bioclimáticas, diferentes tempos de estocagem e transporte de ovos férteis oriundos de matrizes de idades diferentes, e sua influência na eclodibilidade e qualidade de pintos. O experimento foi dividido em três etapas: sala de ovos do matrizeiro, transporte e incubatório, sendo essas realizadas em três estações do ano. A primeira etapa foi desenvolvida na sala de ovos do matrizeiro avícola em Amparo – SP. A avaliação bioclimática da sala de ovos foi realizada através da temperatura (T), umidade relativa (UR) e entalpia específica (h). Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes da linhagem Cobb Fast e três intervalos de tempos de estocagem. Selecionaram-se, 4320 ovos, porém, foram pesados aleatoriamente 140 ovos de cada tratamento na entrada e saída da sala. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 3. Na segunda etapa foi utilizado um caminhão baú. Foram transportados 4320 ovos, totalizando 18 caixas referentes às três idades das matrizes e aos três intervalos de tempos de estocagem. Os ovos foram transportados em três viagens, sendo 1440 ovos por viagem. A caracterização bioclimática dos perfis do baú deu-se a partir das variáveis (T, UR e h). Avaliaram-se dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superior e inferior). Também foram avaliados os níveis de vibração e choques nas estradas de terra e asfalto. Foram contabilizados os números de ovos trincados e quebrados de toda a carga. A análise da perda de água dos ovos foi realizada através dos pesos dos mesmos 140 ovos na saída da sala e na chegada ao incubatório. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 2 e a análise da geoestatística, para (T, UR e h). Para o nível de vibração e choques foi utilizado o delineamento inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 2 x 4 e 3 x 2. Para os ovos trincados e perda de água dos ovos, o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 3. A terceira etapa foi desenvolvida no incubatório industrial em Mogi Mirim – SP. Foram realizadas as avaliações bioclimáticas na sala de ovos, incubadoras, nascedouros, sala de espera através das variáveis (T, UR e h). Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes e 12 tempos de estocagem. Foram pesados 35 ovos individualizados de cada tratamento na entrada e saída (sala de ovo e incubadora). Após o nascimento dos pintos, foram selecionados aleatoriamente 30 pintos por tratamento para avaliar a frequência respiratória (FR), temperaturas de superfície média (TSM) e clocais (TC), e o peso. Foram determinados a eclodibilidade e taxa de eclosão dos ovos. O delineamento experimental utilizado foi hierárquico. As condições bioclimáticas, os diferentes tempos de estocagem e transporte de ovos férteis, oriundos de matrizes de idades diferentes, influenciaram a eclodibilidade e qualidade de pintos.

Palavras-chave: Avicultura; Conforto térmico; Instalações; Transporte; Eclodibilidade

ABSTRACT

Post-hatching ambience: evaluation of bioclimatic conditions and of pre-hatching operations in the quality of one-day-old chickens

The major aim was to evaluate the bioclimatic conditions, different storage times and the transportation of fertile eggs from breeders of different ages, and its influence on the hatchability and quality of one-day-old chickens. The experiment was divided in three phases: the eggs room of the hatchery, transportation and hatchery, which were carried out in three seasons of the year. The first phase was developed in the eggs room of the poultry hatchery located in the city of Amparo – São Paulo State, Brazil. The bioclimatic evaluation of the eggs room of the hatchery was done through the temperature (T), relative humidity (RH) and specific enthalpy (h). Three different ages of breeders from Cobb Fast strain were selected and three intervals of storage times. Four thousand and three hundred and twenty eggs were selected, but 140 eggs from each treatment were randomly weighed in the entrance and in the departure of the room. A random design was adopted in a 3 x 3 factorial design. In the second phase a box-truck was used. Four thousand and three hundred and twenty eggs were transported, totaling 18 boxes referred to the three breeders ages and the three storage times. The eggs were transported in three trips, composed by 1440 eggs in each trip. The bioclimatic characterization of truck's profiles was done through the variables (T, RH and h). Two levels of boxes' positioning were evaluated (upper and lower). Levels of vibration and shocks were also evaluated in the dirt and asphalt highways. The number of cracked and broken eggs was counted of all the evaluated load. The analysis of water loss of the eggs was done through the weights of the 140 eggs in the departure of the room and in the entrance in the hatchery. A random design was adopted in a 3 x 2 x 4 and 3 x 2 factorial designs. To the cracked eggs and to the water loss a random design was adopted in a 3 x 3 factorial design. The third phase was developed in a company hatchery located in the city of Mogi Mirim – São Paulo State. Bioclimatic evaluations were done in the eggs room, hatchers, hatcheries and waiting room through variables (T, RH and h). Three different age of breeders and 12 storage times were selected. Thirty five individualized eggs were weighed of each treatment in the entrance and in the departure (eggs room and hatcher). After the hatching of the one-day-old chickens, 30 chicks were randomly selected per treatment to evaluate respiration rate, mean surface and cloacal temperatures, and weight. The hatchability and the hatching rate were calculated. The experimental design adopted was hierarquical. Bioclimatic conditions, the different storage times and the transportation of fertile eggs from breeders of different ages influenced the hatchability and the quality of one-day-old chickens.

Keywords: Poultry; Thermal comfort; Installments; Transportation; Hatchability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui (A) e imagem (B) da sala de ovos férteis do matrizeiro	61
Figura 2 – Fluxograma das idades das matrizes e dos tempos de estocagem que foram estudados	63
Figura 3 – Esquema da sala de ovos (A), a disposição dos pontos de registro de dados, onde foram instalados os microprocessadores na sala de ovos (B)	64
Figura 4 – Valores médios de temperatura (a), umidade relativa (b) e entalpia específica (c) referentes aos microclimas da sala de ovos do matrizeiro, nas diferentes estações do ano, com suas faixas ideais	68
Figura 5 – Valores médios das perdas de água dos ovos férteis referentes às idades das matrizes de corte (nova, 29-30 semanas; intermediária, 42-43 semanas e velha, 52-53 semanas) e seus respectivos tempos de estocagem (03-06, 26-30 e 50-52 h), na sala de ovos do matrizeiro	75
Figura 6 – Dimensões da carroceria do caminhão: comprimento em metros (A), largura e altura em metros (B)	90
Figura 7 – Tipo do caminhão baú (A) utilizado na pesquisa, distribuição e locação da carga do transporte de ovos férteis (B)	90
Figura 8 – Caixa de transporte de ovos férteis (A) e bandeja (B)	91
Figura 9 – Distribuição dos microprocessadores “loggers”, representados pelas caixas pretas ao longo da carga (A) vista lateral e (B) vista superior	92
Figura 10 – Distribuição fixa dos acelerômetros (caixas pretas) ao longo da carga	93
Figura 11 – Perfis térmicos do baú climatizado, referente aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores (I), com as suas respectivas variações de temperatura (ΔT), durante a primavera, verão e outono	104
Figura 12 – Perfis da variável umidade relativa do baú climatizado, referente aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores (I), com as suas respectivas variações de umidade relativa (ΔUR), durante a primavera, verão e outono	106
Figura 13 – Perfis da variável entalpia específica do baú climatizado, referente aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores	

(I), com as suas respectivas variações de entalpia específica (Δh), durante a primavera, verão e outono	108
Figura 14 – Valores médios dos níveis de vibração ($m.s^{-2}$) para os diferentes tipos de estrada (terra e asfalto), com os seus respectivos deslocamento da carga de ovos férteis	111
Figura 15 – Valores médios do número de choques para os diferentes tipos de estrada (terra e asfalto), com os seus respectivos deslocamento da carga de ovos férteis	114
Figura 16 – Perda de água dos ovos férteis em função das idades das matrizes de corte e dos tempos de estocagem, com suas respectivas estações do ano e condições microclimáticas (T; UR), durante o transporte dos ovos férteis.....	119
Figura 17 – Esquema explicativo do incubatório, sala de ovos, sala de incubação, sala dos nascedouros e sala de espera estudadas (quadrado vermelho)	133
Figura 18 – Croqui (A) e imagem (B) da sala de ovos do incubatório	134
Figura 19 – Croqui (A) e esquema (B) dos microprocessadores na sala de ovos do incubatório.....	136
Figura 20 – Fluxograma das idades das matrizes e os tempos de estocagem que foram estudados no incubatório	137
Figura 21 – Representação da disposição das bandejas de ovos no carrinho e os seis microprocessadores para os diferentes tempos de estocagem e suas respectivas idades de matrizes, na sala climatizada	139
Figura 22 – Vista externa (A) e interna (B) da incubadora e alocação do microprocessador (círculo vermelho)	141
Figura 23 – Processo de transferência da bandeja de incubação para a caixa do nasedouro.....	141
Figura 24 – Vista externa (A) e interna (B) do nascedouro, e identificação das caixas de ovos (C).....	142
Figura 25 – Vista interna do monitoramento das variáveis microclimáticas dentro das caixas do nascedouro em tratamento	143
Figura 26 – Vista da quebra dos ovos que não eclodiram.....	145

- Figura 27 – Valores médios de temperatura (a), umidade relativa (b) e entalpia específica (c) referentes aos microclimas da sala de ovos do incubatório, nas diferentes estações do ano e suas respectivas faixas ideais 152
- Figura 28 – Perda de água dos ovos férteis em relação às idades de matrizes e tempos de estocagem no ambiente da sala climatizada do incubatório 156
- Figura 29 – Perda de água dos ovos férteis em relação às idades de matrizes e tempos de estocagem durante a permanência desses na incubadora, e sua faixas ideais de perda de água 167
- Figura 30 – Variáveis microclimáticas do ambiente do nascedouro em relação aos tempos de estocagem e estações do ano, com suas faixas ideais.... 172
- Figura 31 – Variáveis microclimáticas do ambiente das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos em relação aos tempos de estocagem e estações do ano, com suas faixas ideais..... 185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico de diferentes tempos de estocagem com suas respectivas temperatura e eclodibilidade.....	39
Tabela 2 – Estudo de diferentes idades das matrizes e seus respectivos autores ...	43
Tabela 3 - Temperatura ambiente em função das idades dos frangos de corte.....	45
Tabela 4 - Valores médios do microclima da sala de ovos no matrizeiro em diferentes estações do ano	67
Tabela 5 – Temperatura média referente ao microclima de dentro das caixas de ovos e na sala climatizada, com suas diferenças para as três estações do ano	70
Tabela 6 – Perda de água dos ovos férteis em função da idade de matrizes e tempos de estocagem	73
Tabela 7 – Simulação das variações de temperatura e umidade relativa no modelo Logit_perda em função da perda de água dos ovos férteis	77
Tabela 8 – Relação total dos três carregamentos do caminhão referentes às idades de matrizes de corte e suas respectivas estações do ano	91
Tabela 9 – Temperatura média nos diferentes níveis de posicionamento de caixas e estações do ano, durante o transporte de ovos férteis	100
Tabela 10 – Umidade relativa média do transporte de ovos férteis para as diferentes estações do ano.....	101
Tabela 11 – Entalpia específica média do transporte de ovos férteis para as diferentes estações do ano.....	101
Tabela 12 – Modelo e parâmetro estimados dos semivariogramas experimentais para os atributos microclimáticos temperatura (T1 e T2), umidade relativa (UR1 e UR2) e entalpia específica (h1 e h2) nos diferentes níveis de posicionamento das caixas (superiores e inferiores) no transporte de ovos férteis durante as estações da primavera, verão e outono.....	103
Tabela 13 – Condições microclimáticas ideais para o transporte de ovos férteis ...	110
Tabela 14 – Valores médios de choques na vertical representado pela variável RMS X e RMS Z em relação às viagens.....	113

Tabela 15 – Relação da carga total, número e porcentagem de ovos (trincados e quebrados) oriundos das três viagens, realizada pelo caminhão baú	115
Tabela 16 – Relação do número de ovos trincados para as diferentes idades de matrizes de corte	116
Tabela 17 – Perda de água dos ovos férteis em função das idades de matrizes e tempos de estocagem, durante o transporte dos ovos férteis	118
Tabela 18 – Simulação das variações de temperatura e umidade relativa no modelo Logit_perda em função da perda de água dos ovos férteis	121
Tabela 19 – Relação dos microprocessadores do ambiente interno das incubadoras e seus respectivos tempos de estocagem	140
Tabela 20 – Variáveis microclimáticas da sala de ovos do incubatório nas diferentes estações do ano	150
Tabela 21 – Perdas de água dos ovos férteis nas diferentes idades de matrizes no ambiente da sala climatizada do incubatório	154
Tabela 22 – Perda de água dos ovos férteis nos diferentes tempos de estocagem no ambiente da sala climatizada do incubatório	155
Tabela 23 – Variáveis microclimáticas da incubadora nas diferentes idades de matrizes	158
Tabela 24 – Variáveis microclimáticas da incubadora para os diferentes tempos de estocagem	161
Tabela 25 – Variáveis microclimáticas das incubadoras	162
Tabela 26 – Perda de água dos ovos férteis nas diferentes idades de matrizes no ambiente da incubadora	164
Tabela 27 – Perda de água dos ovos férteis nos diferentes tempos de estocagem no ambiente da incubadora	165
Tabela 28 – Valores médios das condições microclimáticas nas diferentes estações do ano dos nascedouros	168
Tabela 29 – Valores médios das variáveis microclimáticas para os diferentes tempos de estocagem no nascedouro	170
Tabela 30 – Variáveis microclimáticas para os diferentes nascedouros	174
Tabela 31 – Valores médios de taxa de eclosão e eclodibilidade para as diferentes idades de matrizes	175

Tabela 32 – Valores médios da taxa de eclosão e eclodibilidade dos ovos para os diferentes tempos de estocagem	177
Tabela 33 – Resultados das perdas após a quebra dos ovos realizada em diferentes idades de matrizes e tempos de estocagem.....	181
Tabela 34 – Efeito das idades das matrizes na mortalidade embrionária	182
Tabela 35 – Efeito das estações do nas variáveis microclimáticas nas caixas de nascimento na sala de vacinação	183
Tabela 36 – Efeito das idades das matrizes sobre as variáveis peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos.....	186
Tabela 37 – Efeito dos tempos de estocagem dos ovos sobre as variáveis peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos.....	189
Tabela 38 – Efeito das idades das matrizes sobre a variável frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos	191
Tabela 39 – Efeito dos tempos de estocagem sobre a variável frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos	192

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial de ovos férteis, possuindo um elevado potencial de participação no mercado internacional. Porém, a produção e exploração de ovos férteis têm enfrentado algumas barreiras e entraves com relação à logística. Em 2011, segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Pintos de Corte (APINCO), o setor apresentou uma produção de 6,220 bilhões de pintos de corte, volume 3,5% superior ao registrado em 2010 (AVIGUIA, 2012).

Para manter este crescimento do setor avícola no cenário mundial, é necessário um planejamento diário do incubatório de maneira regular, pois é muito importante sustentar o estoque constante de ovos. Em função dessas condições, deve-se manter e estabelecer um escalonamento de matrizes de acordo com a curva de produção, indicando o início da postura e seu pico produtivo. A questão relacionada entre a produção de ovos e incubatório está fundamentada no gerenciamento, ou seja, no planejamento do que será produzido em função da demanda do mercado e abastecimento do incubatório.

A idade da matriz atua diretamente na qualidade do ovo, no tamanho e no peso dos pintos. Esses fatores influenciam a velocidade de eclosão e, conseqüentemente, o tempo de estocagem e incubação. A maioria dos incubatórios utiliza como parâmetro de classificação o peso do ovo e muitas vezes desconsidera a linhagem e idade da matriz e as condições climáticas do período que antecede a incubação. As condições térmicas do transporte (interna e externa) atuam diretamente na fisiologia de malformação do embrião, eclodibilidade e qualidade dos pintos de corte.

A produção de ovos pode ser afetada nos ambientes do caminhão, na sala de ovos do matrizeiro e incubatório, devido ao controle das condições térmicas de 10 a 20°C, com umidade relativa de 55 a 75% para evitar a condensação na casca dos ovos ou resfriamento e/ou aquecimento dos mesmos. Por isso é importante o controle do ambiente após a postura para evitar perdas produtivas na etapa pré-porteira.

Em função desta problemática apresentada, um dos grandes desafios visando à “ambiência pré-porteira” é a identificação das condições de controle do ambiente visando quantificar e reduzir as perdas durante esta etapa.

Considerando que no mercado internacional, no qual pequenas perdas representam bilhões de dólares, defende-se a hipótese de que todos os fatores que influenciam na eclodibilidade e desempenho dos pintos devam ser estudados minuciosamente visando à otimização desse processo. Para isto, a avaliação bioclimática e produtiva é uma ferramenta de caracterização e diagnóstico preventivo das perdas de ovos férteis nos diferentes ambientes físicos a que estão sendo submetidos.

Diante disso as hipóteses desta pesquisa foram que existem diferença e influência entre as condições do ambiente de estocagem e a qualidade de transporte de ovos férteis provenientes de matrizes de idades diferentes, na eclodibilidade e qualidade de pintos.

O objetivo principal desta pesquisa consistiu em avaliar as condições bioclimáticas, diferentes tempos de estocagem e transporte de ovos férteis oriundos de matrizes de idades diferentes, e sua influência na eclodibilidade e qualidade de pintos.

Sendo os objetivos específicos:

- caracterizar o microclima da sala de ovos do matrizeiro e as respostas produtivas às idades de matrizes e tempos de estocagem;
- avaliar e caracterizar o perfil térmico e os níveis de vibração em diferentes tipos rodovias no transporte de ovos férteis;
- avaliar a influência das condições bioclimáticas do incubatório das idades das matrizes e dos tempos de estocagem na eclodibilidade de ovos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ambiência pré-porteira na avicultura

A ambiência pode ser definida pelo conforto baseado no contexto ambiental, quando se avalia as características de meio ambiente em função da zona de conforto térmico das aves, associado a características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna da ave. Também a ambiência leva em conta o bem-estar das aves (minimização dos fatores estressantes como: densidade das aves, conforto e possibilidade de realizar seu comportamento nato, ausência de poluição sonora e ambiental, ausência de gases tóxicos). Segundo Paranhos (2002), a ambiência é o estudo do ambiente que envolve o animal, englobando seu espaço físico e social e tudo que está incluso neste espaço, inclusive os humanos.

Portanto, a ambiência no setor avícola pode ser dividida em três diferentes níveis: dentro da porteira, pré-porteira e pós-porteira. Essa ideia surgiu a partir dos três diferentes níveis do sistema de agronegócio que são: os negócios dentro da porteira, negócios pré-porteira e negócios pós-porteira.

Com isso, a ambiência “dentro da porteira” corresponde a todas as operações e transações que ocorrem dentro da granja de produção de frango de corte, que correspondem à chegada do pinto de um dia ao galpão de produção e manejo dessas aves até aos 42 - 45 dias de criação. Então, neste nível existem várias pesquisas direcionadas para o segmento de “dentro da porteira”.

Alguns autores discutiram os efeitos da ambiência dentro da porteira em frangos de corte. Sartor et al. (2001) avaliaram o efeito de três sistemas de resfriamento evaporativo no desempenho de frangos de corte. Pesquisas na área de ambiência aérea em alojamento de frangos de corte, como poeira e gases, foram focos de estudo para Nääs et al. (2007), também Nazareno et al. (2009) avaliaram o conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. Amaral et al. (2011) avaliaram o efeito do ambiente de produção sobre o desempenho produtivo e respostas fisiológicas de frangos de corte de marca comercial sexados, machos e fêmeas, dentre outros.

A ambiência “pós-porteira” ou “pré-abate” de frangos de corte é o conjunto das operações pré-abate, que compreendem as operações de pega ou apanha, carregamento, transporte e espera no abatedouro. Nesse nível, pouco se sabe sobre

o que realmente ocorre com as aves após deixarem as granjas. Segundo Broom (1993), o número de aves mortas é o único indicador que oferece às empresas integradoras informações importantes sobre as condições oferecidas aos animais durante as operações pré-abate.

Com isso, Barbosa Filho et al. (2009) pesquisaram sobre o transporte de frangos para caracterização do microclima na carga durante o inverno. Nesse cenário, também, Vieira et al. (2010) avaliaram o efeito do tempo de espera pré-abate no bem-estar e na mortalidade de frangos de corte transportados em diferentes distâncias granjas-abatedouro. Assim, Silva e Vieira (2010) explanaram sobre a ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate. Logo, Vieira et al. (2011) avaliaram o desempenho das redes neurais artificiais na predição de perdas pré-abate por mortalidade de frangos de corte.

Enquanto inúmeras pesquisas têm sido direcionadas para o segmento de “dentro da porteira e pós-porteira”, pouco é sabido sobre o que verdadeiramente ocorre na ambiência “pré-porteira”. Então, a ambiência pré-porteira é um termo novo que consiste no conjunto de todas as operações e transações envolvidas desde bisavozeiros, avozeiros, matrizeiros, transporte dos ovos férteis, incubatório (sala de ovos, incubadora e nascedouro), espera e transporte dos pintos de um dia, ou seja, todas as operações que antecedem a chegada do pinto de corte à granja.

Deste modo, para localizar com precisão os gargalos produtivos ao longo do processo, principalmente nas operações pré-porteira, Camargo (2011) avaliou as condições microclimáticas da sala de pintos de um incubatório comercial e suas interações com os diferentes tempos de espera e a influência da etapa pré-porteira sobre o desempenho inicial de frangos de corte. Também Vieira (2011) avaliou os efeitos das condições simuladas de transporte de pintos de um dia nas respostas produtivas e fisiológicas.

2.2 Caracterização do matrizeiro

A estrutura avícola brasileira está dividida em três tipos de atividade: importação de material genético das linhagens puras e bisavós, presença de empresas estrangeiras e empresas nacionais que trabalham sob regime de contrato de representação do produto.

No Brasil, a criação de matrizes ocorre em uma única fase, sendo as aves alojadas desde o primeiro dia de vida até aproximadamente 72 semanas de idade, num mesmo galpão dispostas em “cama”. Pouco antes do início da postura, entre a 18^a e 19^a semanas os ninhos são distribuídos no galpão de diversas formas, dependendo do sistema de ventilação existente, de comedouros, bebedouros, etc. A densidade de alojamento de matrizes pesadas é de 5,0 a 5,5 aves/m² de galpão, na proporção de 1 macho para cada 8 a 10 fêmeas (BORGES et al., 2006).

Os ninhos utilizados nos galpões podem ser convencionais ou mecânicos, sendo uma boca para cada quatro fêmeas (MURAROLI; MENDES, 2003). Os ovos são colhidos manualmente, em bandejas de plástico e identificados por galpão, sendo anotados ovos postos no chão, trincados e com defeitos. Em seguida, os ovos férteis serão conduzidos a “salas de ovos” onde são classificados, desinfetados e em seguida transportados aos incubatórios. Os cuidados tomados durante a estocagem dos ovos, no matrizeiro, devem ser estendidos ao transporte, para evitar que os ovos sejam danificados no trajeto do matrizeiro ao incubatório (MURAROLI; MENDES, 2003).

A finalidade de se ter uma sala de ovos no matrizeiro consiste em promover as melhores condições térmicas para os ovos fertilizados, diminuindo as chances de perda por mortalidade e malformação embrionária, além de prevenir a obtenção de pintos de corte de baixa qualidade, dentre outros. Isto pode ser explicado pela impossibilidade de transporte imediato, ou seja, a logística perfeita entre o matrizeiro e o incubatório. Alguns poucos matrizeiros ainda se preocupam com as condições microclimáticas dentro da sala de ovos. Então, a sala de ovos deve atender este objetivo perante as diferentes condições ambientais, horários do dia, da logística de transportes e do fluxo do incubatório.

2.3 Transporte de ovos férteis

O transporte de ovos férteis do matrizeiro para o incubatório pode influenciar o desenvolvimento do embrião. Estudos sugerem que a sobrevivência, produtividade e bem-estar dos pintos de um dia no transporte, estão relacionados em combinar as características térmicas do ambiente com as necessidades biológicas das aves (OVIEDO-RONDÓN et al., 2009).

Portanto, pode ser difícil atender a combinação do microclima dentro do caminhão baú e a fisiologia do ovo, devido a gama de condições climáticas encontradas em todo Brasil, onde se tem uma grande amplitude térmica.

Para o transporte dos ovos férteis recomenda-se que a temperatura ambiente do baú esteja abaixo do zero fisiológico, para evitar que o embrião comece a desenvolver fora da incubadora. Com isso, o transporte de ovos férteis deve ser realizado sob condições térmicas de 20 a 10 °C e umidade relativa de 55 a 75% para assegurar a qualidade do ovo (FASENKO et al., 1991; DECUYPERE; MICHELS, 1992; FASENKO; HARDIN; ROBINSON, 1992; SOUZA et al., 1994; ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; DECUYPERE et al., 2003; SAMLI et al., 2005; FIÚZA et al., 2006; ELIBOL; BRAKE, 2008a; ELIBOL; BRAKE, 2008b; ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009).

Ao determinar a relação entre a temperatura do ambiente de transporte e a temperatura interna dos ovos, a partir do matrizeiro de postura até o ponto de venda verificou-se que o verão era a pior estação do ano para o transporte dos ovos, devido ao aumento de temperatura do baú climatizado e da temperatura interna dos ovos (ANDERSON et al., 2008; KOELKEBECK et al., 2008; PATTERSON et al., 2008).

Na avaliação da distribuição térmica ao longo do caminhão de transporte de ovos comerciais, os autores Damron et al. (1994) e Gast et al. (2000) observaram que os maiores desvios de temperatura estavam perto das portas e próximo ao climatizador. Ao avaliar o transporte de frangos de corte adultos, os autores Barbosa Filho et al. (2009) observaram que as partes traseira e central da carga são inadequadas sob o ponto de vista de conforto térmico.

A casca do ovo é um material natural de embalagem para o conteúdo do ovo, é importante que a casca tenha um alto poder de resistir a todos os impactos que este sofre durante o transporte (MERTENS et al., 2006). O estudo do nível de vibração durante o transporte dos ovos férteis pode amenizar as perdas pré-porteira que ultrapassam 1%, atribuídas às trincas e rachaduras dos mesmos.

A vibração pode ser definida como um movimento de oscilações de um corpo em torno de sua posição de equilíbrio (LIDA, 2005). Esta é definida por três variáveis que são: a frequência, que é uma grandeza física ondulatória que indica o número de ocorrências de um evento (ciclos, voltas, oscilações, etc) em um determinado intervalo de tempo; a intensidade do deslocamento (cm ou mm) ou aceleração

máxima sofrida no corpo, medido em gramas ($1g = 9,81 \text{ m/s}^2$) e a direção do movimento, definida por três eixos triorthogonal: X sentido vertical “do piso à parte superior”, Y sentido lateral “lado esquerdo para o direito” e Z sentido horizontal “da frente para a traseira” (LIDA, 2005; WALBER; TAMAGNA, 2010).

As estradas podem exercer sérios impactos na carga, isso deve ser considerado no planejamento de um transporte de ovos férteis. No caso de estradas de terra, a irregularidade das pistas oferece outra influência nos ovos pouco conhecida, que é a vibração da carga. Dependendo das condições das vias de transporte, a qualidade dos ovos férteis pode ser comprometida. A proporção de choques e vibrações a que a carga estará sendo submetida poderá afetar a qualidade do produto final (ovo fértil) e favorecer o aumento das perdas atribuídas às trincas e rachaduras (KETELAERE et al., 2004; MERTENS et al., 2006). Então, quanto pior a condição da estrada maior será o tempo gasto na viagem, logo, maior será o também o tempo em que os ovos férteis ficarão expostos às condições ambientais.

Alguns autores discutiram os efeitos da vibração em ovos. Lida (2005) comenta que a vibração é um fator que influencia o transporte de ovos, pois, dependendo da estrada e do caminhão, irá ter movimentos que podem ser regulares ou irregulares, levando o caminhão a tremer. Portanto, essa trepidação pode agredir a casca do ovo, provocando danos mecânicos como trincas na casca, agitação do material interno do ovo, danificação do albúmen e da qualidade da gema, causando, assim, perdas dos ovos férteis (PAINE, 1962; THOMPSON et al., 1986; ALTUNTAŞ; ŞEKEROĞLU, 2008).

Vale salientar que, os níveis vibratórios de um veículo de transporte (caminhão e/ou ônibus) podem variar com o tipo de suspensão, números de eixos, calibragem de pneus, tipo de amortecedores, velocidade (constante, aceleração ou frenagem), tipo e peso da carga, qualidade das estradas e rodovias, etc (SINGH, 1991; PIERCE et al., 1992; WALBER; TAMAGNA, 2010).

Os efeitos da vibração no transporte de ovos também foram estudados por Berardinelli et al. (2003a, 2003b), que simularam e avaliaram os efeitos das vibrações de caminhões de ovos sobre os parâmetros que descrevem a qualidade dos ovos: unidade Haugh, força da membrana vitelínica e altura da camada de ar. Estes observaram que as maiores acelerações ocorreram na faixa de frequência de 5-20 Hz, condicionando, assim, uma diminuição de 28% na unidade Haugh,

demonstrando que esses ovos podem parecer cerca de 10 dias mais velhos em relação aos ovos que não sofreram nenhum nível de vibração; houve uma redução de 18% da força da membrana vitelínica e aumento na altura da camada de ar do ovo.

O motorista pode ser a pessoa mais ligada ao controle da operação de transporte dos ovos férteis, pelo fato de que ele é responsável pela condução dos ovos ao longo do trajeto do matrizeiro até o incubatório. Situações importantes podem ser observadas pelo motorista do caminhão, como a verificação das condições das vias por onde deverá trafegar, com objetivo de antecipar algum problema que possa vir a ocorrer, e as condições climáticas da região, etc.

2.4 Caracterização do incubatório

A grande demanda por produtos de origem avícola, a ampliação desse mercado, mais a cobrança de que as aves tenham o máximo de desempenho e rendimento, a produção industrial de pintos de um dia, apresenta uma grande importância para o desenvolvimento da moderna indústria avícola.

Segundo a Associação Brasileira de Frangos de Corte (APINCO), em 2011 o Brasil produziu 6,220 bilhões de pintos de corte. Sem a técnica da incubação artificial seria impossível obter essa quantidade de pintos para atender essa demanda de mercado.

Com isso, o incubatório tem a responsabilidade de disponibilizar para o mercado pintos que apresentem um excelente desempenho zootécnico. Porém, existem múltiplos fatores inerentes às atividades do incubatório como: manejo e estocagem dos ovos, manejo de incubadora, nascedouros e condições de manejo do nascimento até a entrega dos pintos na granja. Isso requer uma série de cuidados que precisam ser conhecidos para que se possa padronizá-los dentro do sistema de controle, que permita modificações quando for preciso, para manter a qualidade dos pintos de um dia.

Após a chegada dos ovos ao incubatório, esses são encaminhados para a sala de ovos climatizada, onde são classificados em relação ao tipo, idade da matriz e procedência. Em seguida, são colocados nas bandejas de incubação e transferidos para os carrinhos, permanecendo estocados na sala de ovos climatizada. As condições microclimáticas ideais para o armazenamento dos ovos

férteis são de 20 a 10 °C de temperatura e umidade relativa de 55 a 75% (FASENKO et al., 1991; DECUYPERE; MICHELS, 1992; FASENKO; HARDIN; ROBINSON, 1992; SOUZA et al., 1994; ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; DECUYPERE et al., 2003; SAMLI et al., 2005; FIÚZA et al., 2006; ELIBOL; BRAKE, 2008a; ELIBOL; BRAKE, 2008b, ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009). Essas faixas de temperatura e umidade relativa devem ser adotadas até os ovos serem transferidos para as máquinas de incubação.

A incubação artificial é uma prática antiga, há evidências de que no século IV a.c os egípcios incubavam ovos em larga escala. Tanto o Egito quanto a China foram sociedades que utilizavam a técnica de incubação de ovos (LAUVERS; FERREIRA, 2011).

No Brasil, as primeiras incubadoras utilizadas eram importadas, a fabricação nacional se iniciou na década de 60, quase todos os modelos eram baseados nos importados. Somente na década 80 uma empresa americana se estabeleceu no Brasil, fabricando incubadoras mais modernas, com tecnologia de fácil operação, atendendo as exigências do mercado (CAMPOS, 2000).

A incubação artificial é um sistema que tem como objetivo primordial prover artificialmente ao ovo um ambiente favorável para o desenvolvimento do embrião, buscando controlar a temperatura, umidade relativa, viragem do ovo, fluxo de ar, e higiene dentro da câmara em condições adequada (ELIBOL; BRAKE, 2008a, 2008b). Com isso Moraes et al. (2009) e Van Brecht et al. (2003) afirmam que as máquinas incubadoras foram desenvolvidas com o principal objetivo de maximizar a eclosão, sincronizar o tempo da incubação e reduzir ao máximo o tempo da janela de nascimentos.

As incubadoras podem ser de estágio único ou múltiplo de incubação. Nas máquinas de incubação de estágio único todos os ovos são inseridos ao mesmo tempo (carga única), ficando totalmente vazias no dia da transferência para os nascedouros. Esse processo permite um maior controle das condições ambientais no interior da incubadora, de maneira que todos os ovos apresentem perfis similares de produção de calor, por serem do mesmo estágio de desenvolvimento embrionário. Outras vantagens seriam de manter as condições precisas de temperatura, umidade relativa e ventilação requerida pelo embrião em cada fase do desenvolvimento, além de permitir um período vazio para limpeza, higiene, desinfecção da máquina e práticas de manutenção (LOURENS et al., 2005, 2006;

ELIBOL; BRAKE, 2008a). Além disso, a máquina pode ser fechada completamente para reter a umidade, possibilitando que o calor seja trocado entre o ambiente da máquina e os ovos.

As incubadoras de estágio múltiplo são as mais comuns e empregadas nos incubatórios brasileiros. Nestas, o carregamento e transferência de ovos ocorrem em series, conforme a idade dos ovos, ocupando-se o espaço deixado pelos ovos transferidos aos nascedouros (carga escalonada). Esta incubadora consente alcançar as condições ótimas de temperatura e umidade relativa pouco tempo após serem inseridos os ovos na máquina, admitindo economizar mais energia elétrica que as de estágio único (LOURENS et al., 2005; ELIBOL; BRAKE, 2008a). É conhecido que diferentes estágios de incubação demandam condições ambientais específicas para se alcançar o melhor procedimento de incubação. Estas máquinas não irão esvaziar, existindo nelas embriões em diferentes fases de desenvolvimento e tendo uma temperatura constante de 37,5 °C.

Nas incubadoras há um ambiente condicionado por uma série de variáveis físicas, químicas e biológicas que afetam o desenvolvimento do embrião, sendo decisivas na vida e desempenho do pinto pós-eclosão (VAN BRECHT et al., 2005). Nas regiões próximas do ovo há um microambiente caracterizado por fatores físicos, que se modificam em tempo e espaço, sendo eles: temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, concentração de oxigênio e dióxido de carbono, posição e frequência de giro. Qualquer alteração dos valores ideais de um ou vários destes fatores, cria variações de temperatura do embrião e a perda de água do ovo, modificando primordialmente a troca de gases, a adequada formação de órgãos vitais e a janela de nascimento (LOURENS et al., 2005; ELIBOL; BRAKE, 2008a).

A variável temperatura é um importante e crítico fator no desenvolvimento do embrião, na eclosão do ovo e no posterior desenvolvimento do pinto. A temperatura do ovo depende da linhagem, do período de incubação e do seu tamanho (JOSEPH et al., 2006). Para o desenvolvimento do embrião a temperatura ótima está na faixa de 37,5°C a 37,8°C (ROBERTSON, 1961; ALLCROFT, 1964; COLEMAN, 1982; NORTH, 1990; VICK, 1993; MARQUES, 1994; FRENCH, 1997; BRUZUAL, 2000; CARTWRIGHT, 2001; WILSON, 2002; BOLELI, 2003; LOURENS et al., 2005; HODGETTS, 2006; JOSEPH et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; ELIBOL; BRAKE, 2008a; TANURE et al., 2009). Desvios dessa faixa de temperatura podem aumentar

a taxa de mortalidade e malformações embrionárias a valores extremamente altos ou até resultar em perda total.

Os autores Van Brecht et al. (2005) mostram que baixos desvios desta faixa causam variações na duração da incubação, devido à taxa metabólica do embrião estar diretamente relacionada com essa temperatura. Para Visschedijk (1991), altos desvios dessa faixa ocasionam variações da temperatura no microambiente ao redor do ovo que comprometem também a porcentagem de eclosão. Quando a temperatura está acima da ideal, o desenvolvimento embrionário é acelerado, impedindo a posição correta dos embriões, aumentando a mortalidade destes nos últimos dias de incubação (LOURENS et al., 2005, 2006). Porém, temperaturas menores das que as normais retardam o desenvolvimento e aumentam a mortalidade nos primeiros dias.

Observando um melhor rendimento de incubação, Tullet et al. (1982) recomendaram o controle da umidade relativa em 50%. Porém, umidade relativa menor que 63% tende a reduzir o peso de pintos e aumentar o período de incubação (MURAROLI; MENDES 2003) e pode ocasionar mortalidade embrionária tardia (DECUYPERE et al., 2003). Durante a incubação, o ovo perde de 11 a 13% de água, com isso percebe-se a importância do controle da umidade relativa, pois perda excessiva de água poderá atrasar a eclosão de muitos embriões (PEEBLES et al., 2001).

Quando a umidade relativa do ar na incubadora for muito baixa, haverá perda excessiva de umidade dos embriões, prejudicando a eclosão e procedendo em pintos pequenos e desidratados. Porém, se a umidade relativa do ar na incubadora for muito alta, os embriões tendem a eclodir precocemente e frequentemente apresentam-se molhados, podendo também ocorrer albúmen residual (SALAZAR, 2000; DECUYPERE et al., 2003).

Ao avaliar o efeito da umidade relativa no período final da incubação sobre o desempenho dos pintos, os autores Bruzual et al. (2000) concluíram que a eclodibilidade foi aumentada utilizando-se a UR a 53%, encontrando o valor máximo de 89,2% para esse grupo. Os demais grupos tiveram valores de eclodibilidade de 87,2 % e 87,5 % para UR de 43 % e 63 %, respectivamente.

Após os ovos permanecerem incubados por um período de 18,4 dias (441 horas), esses são transferidos para o nascedouro onde permanecerão 2,6 dias (63,5 horas), ou seja, até o nascimento dos pintos. As condições microclimáticas de

temperatura e umidade relativa dos nascedouros estão entre 37,8 a 37,5 °C e 50 a 65%, conforme os autores (BAROTT, 1937; ROBERTSON, 1961, ALLCROFT, 1964; COLEMAN, 1982; TULLET, 1982; NORTH, 1990; VICK, 1993; MARQUES, 1994; FRENCH, 1997; BRUZUAL, 2000; CARTWRIGHT, 2001; WILSON, 2002; BOLELI, 2003; PEDROSO et al., 2006b).

Depois do nascimento dos pintos, que ocorre aos 21 dias, os pintos de um dia são encaminhados para a sala de pintos, onde ocorre o saque, vacinação e a espera dos pintos para o transporte. Para que a sala de espera do incubatório promova conforto térmico aos pintos, ela deve estar com a temperatura entre 22°C e 28°C e umidade relativa entre 50% e 60% (MARQUES, 1994; MURAROLI; MENDES, 2003; SCHMIDT, 2009; CAMARGO, 2011).

2.5 Estocagem dos ovos férteis

O armazenamento dos ovos férteis apresenta grande importância para os incubatórios, pois existe a necessidade de formação de lotes para a incubação. Com isso, têm-se a falta de condições térmicas adequadas e de espaço de armazenagem na granja de matrizes, etc (MURAROLI; MENDES, 2003; FIÚZA et al., 2006). É sabido que as condições microclimáticas da sala de ovos e o período de estocagem influenciam na mortalidade embrionária e a eclodibilidade, porque os ovos férteis necessitam ser estocados sob condições microclimáticas a baixo do zero fisiológico que varia 20 a 10°C de temperatura e umidade relativa de 55 a 75% para haver uma paralisação do desenvolvimento embrionário antes dos ovos férteis serem incubados (FASENKO et al., 1991; DECUYPERE; MICHELS, 1992; FASENKO; HARDIN; ROBINSON, 1992; SOUZA et al., 1994; ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; DECUYPERE et al., 2003; SAMLI et al., 2005; FIÚZA et al., 2006; ELIBOL; BRAKE, 2008a, 2008b, ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009).

Na estocagem, os elementos dos ovos que podem ser degradados são: a viscosidade e o pH do albúmen, que conseqüentemente influenciará a perda de água, a qual está relacionada à temperatura, à umidade relativa e aos gases do ar no ambiente da sala de ovos, esses elementos interagem em seus efeitos sobre a eclodibilidade e qualidade de pinto (MEIJERHOF, 1992).

Diversas pesquisas têm demonstrado que o período de estocagem prolongado de ovos férteis é negativamente associado com a eclodibilidade (KOSIN,

1964; LANDAUER, 1967; MAYES 1967; MEIJERHOF, 1992; BRAKE et al., 1997; FASENKO, 2007).

O processo de armazenamento de ovos férteis diminui a sobrevivência embrionária em valores proporcionais à duração do estoque (FASENKO, 1996). Quando o período de armazenagem de ovos férteis excede três dias, a eclodibilidade pode declinar independentemente da temperatura do ambiente da sala de ovos, em que as condições de estocagem e pré-incubação podem estar correlacionadas com o tempo de incubação (SKLAN et al., 2000; LEANDRO et al., 2000).

Para o período de estoque menor que 7 dias a temperatura recomendada está entre 16 e 18 °C, porém se o período de estocagem for maior, a temperatura varia de 10 a 12 °C (ARAÚJO et al., 2009). Na tabela1, aparecem diversos tempos de estocagens e suas respectivas temperaturas de armazenamento, em resposta à sua eclodibilidade.

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico de diferentes tempos de estocagem com suas respectivas temperatura e eclodibilidade

Autores	Ano	Tempo de estocagem (dias)	Temperatura (°C)	Eclodibilidade (%)
North et al.	1990	01	18	88
		04		87
		07		79
		10		68
		13		56
		16		44
		19		30
		22		26
		25		00
Fasenkon et al.	1992	> 5	12-13	...
Araújo et al.	2009	< 7	16 a 18	...
Reijrink et al.	2010	4	17	...
		14		...

Nota: Sinal convencional utilizado:

... Dado numérico não disponível.

A qualidade do pinto e a eclodibilidade pode diminuir quando o período de estocagem dos ovos excede três dias, independente da temperatura, devido às mudanças que ocorrem em certos aspectos físicos do ovo, que induzem uma diminuição da qualidade de albúmen (TONA et al., 2004, 2005). É importante saber que, em tempo de estoques maiores, as chances de desidratação no nascedouro

crecem, pois a janela de nascimento aumentará, resultando em um número maior de pintos com baixa qualidade.

A viabilidade embrionária diminui à medida que o período de estocagem aumenta, e quando os ovos são oriundos de matrizes velhas (LAPÃO et al., 1999). Os efeitos negativos do armazenamento prolongado dos ovos sobre a eclodibilidade e qualidade de pinto varia com a idade da matriz. Yassin et al. (2008) mostraram que o armazenamento prolongado de ovo 8-14 dia diminuiu a eclodibilidade de ovos provenientes de matrizes jovens (25 a 30 semanas), e matrizes de idade (51-60 semanas) (0,8 ovos 0,4% dia de armazenamento). No entanto, Meijerhof et al. (1994), Elibol et al. (2002), e Tona et al. (2004) mostraram que a diminuição da eclodibilidade foi maior para matrizes de idades de (59, 52-53, e 45 semanas) do que para matrizes jovens (37, 31-30 e 35 semanas, respectivamente).

Os ovos estocados podem apresentar maior período de incubação e retardamento do desenvolvimento embrionário (REIS et al., 1997). Porém, esses autores observaram que os ovos incubados no dia da postura tendem a eclodir, em média, mais tarde do que os ovos submetidos a apenas um dia de estoque, no entanto, esses ovos produziram pintos mais pesados.

O armazenamento prolongado dos ovos férteis ocasiona aumento nos períodos de incubação e compromete negativamente a qualidade dos pintos de um dia e o desempenho dos mesmos na primeira semana de criação (TONA et al., 2003, 2004). A cada um dia de estocagem dos ovos férteis pode reduzir em 1% a eclodibilidade e aumentar 1 hora no período de incubação (TANURE et al., 2009).

Tona et al. (2003) e Willemsen et al. (2008) determinaram os efeitos negativos do ovo devido ao armazenamento prolongado sobre a qualidade do pinto em termos de parâmetros físicos, como aparência, atividade e qualidade da região do umbigo. Concluíram que o armazenamento de 8 – 14 dias diminuiu a eclodibilidade e qualidade do pinto. Para evitar malformação embrionária, os ovos terão que ser armazenados abaixo do zero fisiológico (REIJRINK et al., 2008, 2009). Avaliando os efeitos do período de estocagem de ovos férteis de codornas, Pedroso et al. (2006a) encontraram que os ovos estocados durante 144 horas (6 dias) tiveram maior mortalidade embrionária que os estocados por até 72 horas (3 dias).

2.6 Idades das matrizes e o peso do ovo fértil

Com o avanço da idade ou envelhecimento da matriz tem-se uma redução na taxa de postura. Independente da idade da matriz, a quantidade de gema produzida por síntese hepática mantém-se a mesma (ROSA et al., 2002; DALANEZI et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; ROCHA et al., 2008a, 2008b). No entanto, à medida que a ave envelhece, há um menor número de folículos sendo depositado. Isso explica a tendência do aumento da gema concomitante à redução do tamanho de encadeamento dos folículos ovulados; ALMEIDA et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; ROCHA et al., 2008a, 2008b; ZACARIAS et al., 2009).

O tamanho e o peso do ovo aumentam com a idade das aves, porém o peso da casca não aumenta na mesma magnitude. Em decorrência disso, à medida que a ave envelhece, a espessura da casca e sua porcentagem em relação ao peso do ovo diminuem. A redução da espessura da casca com o aumento da idade da ave é devido à maior área de superfície destes ovos, com uma menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área (BRAKE, 1996; ALMEIDA et al., 2006).

Os ovos sofrem alterações na espessura da casca, no número e diâmetro dos poros, devido à idade da matriz, tendo como consequência uma diminuição da condutância de gases e perda para o metabolismo embrionário, afetando a atividade de enzimas envolvidas na gliconeogênese, interferindo na concentração de glicose sanguínea do embrião, no tipo e na qualidade de nutrientes disponíveis para seu desenvolvimento (SANTOS et al., 2007; CORRÊA et al., 2011) .

Ao analisar o efeito da idade das matrizes pesadas (29, 41 e 52 semanas de idade) sobre os componentes dos ovos, Suarez et al. (1997) ressaltaram que, com o aumento da idade da matriz, houve um aumento no peso do ovo e na porcentagem de gema, ocorreu um decréscimo na porcentagem de albúmen e a porcentagem de casca não foi influenciada pelas diferentes idades.

Porém Vieira et al. (1998) ao analisar os componentes dos ovos de matrizes Ross 208 com 27 e 62 semanas de idade, observaram que as matrizes com 27 semanas apresentaram peso de ovo e proporção de gema menores que as matrizes com 62 semanas. Todavia as dimensões de albúmen e casca foram inferiores para os ovos das aves mais velhas quando comparadas às aves novas.

Ao analisar semanalmente o peso dos ovos das matrizes AgRoss da 27^a a 40^a semana de idade, Ribeiro et al. (2007) quantificou as proporções da gema,

albúmen e casca em relação ao peso do ovo quando as matrizes completaram 28, 30, 32, 36, 38 e 40 semanas de idade. O peso do ovo e a porcentagem de gema aumentaram com o aumento da idade da matriz. A porcentagem de albúmen reduziu a partir da trigésima sexta semana de idade das matrizes. O efeito da idade das matrizes sobre a porcentagem de casca não foi consistente, sendo similares entre todas as idades, exceto na vigésima nona semanas quando os ovos apresentaram menor porcentagem de casca.

Os autores Ferreira et al. (2005), estudando as diferenças existentes na qualidade dos ovos de matrizes novas (28 semanas) e velhas (57 semanas), observaram que o peso do ovo e o peso e a porcentagem de gema das matrizes com 57 semanas de idade foram superiores às matrizes mais novas. Os ovos das matrizes mais novas apresentaram maiores porcentagens de albúmen e casca do que os ovos das aves mais velhas.

Na Tabela 2, tem-se um levantamento bibliográfico descritivo das diferentes idades de matriz.

Tabela 2 – Estudo de diferentes idades das matrizes e seus respectivos autores

Autores	Ano	Idade da matriz		
		Nova	Intermediária	Velha
Pinchasov	1991	52, 55 e 57
Suarez et al.	1997	29	41	52
Reis et al.	1997	32, 33 e 34	...	48, 49 e 50
Vieira et al.	1998	27	...	62
Peebles et al.	2000	26, 31, 35	41 e 47	...
Bruzual et al.	2000	26, 28 e 30
Tona et al.	2001	27	...	60
Elibol et al.	2002	31	...	52
Sklan et al.	2003	26	...	69
Pedroso et al.	2005	32 e 37
Joseph et al.	2005	32	41	...
Ferreira et al.	2005	28	...	57
Dalanezi et al.	2005	29	...	58
Joseph et al.	2006	32	41	...
Ferreira et al.	2006	33	...	58
Elibol et al.	2006	34 e 37	...	59 e 61
Almeida et al.	2006	32	43	60
Ribeiro et al.	2007	28, 30, 32, 36 e 38	40	...
Muerer et al.	2008	30	48	60
Tanuer et al.	2009	32	...	57

Nota: Sinal convencional utilizado:

... Dado numérico não disponível.

2.7 Influência das idades das matrizes no pinto de corte

A diferença entre o peso dos ovos e dos pintos geralmente ocorrem em razão da diferença na idade das matrizes das quais são provenientes (TANURE et al., 2009). As diferenças relacionadas à idade da matriz podem explicar por que pintos provenientes de matrizes jovens têm mortalidade aumentada e desempenho

reduzido (SCHMIDT et al., 2009). Matrizes jovens produzem ovos menores com baixo rendimento de incubação e pintos de pior qualidade com menor peso à eclosão (SUAREZ et al., 1997).

As matrizes velhas produzem folículos maiores, que resultariam em ovos com maior percentagem de gema, maior concentração de proteínas e fosfolípidios (CARDOSO, et al., 2002). No momento final da incubação esta diferença na composição dos ovos é importante, pois é quando ocorrerá a transferência de nutrientes do saco vitelínico para o embrião, sendo um fator que pode estar relacionado ao melhor desenvolvimento destas aves (APPLEGATE et al., 1996; ZAKARIA et al., 2009).

A correlação entre peso do ovo e peso corporal das cinco às oito semanas de idade foi significativo em muitas linhagens de frangos de corte, valor estimado de 0,3 a 0,5 (PROUDFOOT et al., 1982). Ao comparar o desempenho de frangos de corte oriundos de dois grupos de ovos com 47,2 e 56,1g e peso do pintinho de 30,8 e 37,2g, verificaram aumento no peso dos frangos de 2369 para 2448g nos machos e de 2043 para 2111g nas fêmeas às sete semanas de idade (TONA et al., 2004, 2005).

Com relação as características de desempenho, rendimento de carcaça e partes de frangos de corte criados até 49 dias de idade, verificou-se que a idade da matriz influenciou o desempenho das aves na fase inicial de criação (1 a 21 dias). Também verificou-se que os frangos oriundos de matrizes com 29 semanas de idade apresentaram menor rendimento. A idade da matriz não afetou o rendimento de carcaça nas idades avaliadas (DALANEZI et al., 2004, 2005).

O peso do pinto, ao nascer, representa cerca de 70% do peso do ovo (FIÚZA et al., 2006). De acordo com os autores North et al. (1990) e Lara et al. (2005), cada grama a mais no peso do pinto representa 13 gramas no peso do frango abate.

Confrontando o desempenho entre matrizes Ross com 32 e 41 semanas de idade, Joseph et al. (2006) verificaram que os pesos corporais dos pintos à eclosão eram diferentes e que, após os oito dias de idade, esta diferença desapareceu. Com seis semanas de idade, os frangos descendentes das duas idades das matrizes depararam com o peso corporal semelhante. Entre as progênes não houve diferença na taxa de mortalidade, porém a conversão alimentar dos frangos oriundos das matrizes com 32 semanas foi melhor do que a dos frangos descendentes das

matrizes com 41 semanas Gomes et al. (2008), Hulet et al. (2007) encontraram resultados semelhantes.

Os pintos demonstram regulação fisiológica corporal ao frio e calor, todavia de forma menos eficiente que as aves adultas, devido à alta relação área corporal superficial e potencial de dissipação do calor metabólico, o que os torna mais sensíveis, dependentes e reflexivos ao calor metabólico para regulação térmica corporal em detrimento do desempenho corporal.

A zona de termoneutralidade dos pintos de corte varia com a idade (Tabela 3). A umidade relativa do ar ideal para pintos e frango de corte é de 60% (FURLAN et al., 2001).

Tabela 3 - Temperatura ambiente em função das idades dos frangos de corte

Idade (dias)	Temperatura ambiente (°C)		
	Crítica inferior	Termoneutra	Crítica superior
1-4	34	35	36
5-7	25	32	35
8-14	21	30	34
15-16	19	28	34
17-21	17	26	33
22-42	15	24	33

Fonte: citada por Furlan et al. (2001).

2.8 Aplicação da geoestatística na ambiência animal

A geoestatística é uma ferramenta bastante utilizada na agricultura de precisão para detalhar a variabilidade espacial dos atributos da fertilidade do solo, meio físico de um sistema, dentre outros (LAMPARELLI et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2008). O conhecimento da variabilidade espacial de atributos climáticos e a construção de mapas de krigagem podem auxiliar no manejo adequado de animais confinados em galpões.

Deste modo, a ambiência animal e zootecnia de precisão têm lançado mão dessa ferramenta para estudo de variabilidade espacial. Barbosa Filho et al. (2009) caracterizaram o perfil microclimático da carga de caminhões de transporte de frangos de corte sob condições comerciais durante o inverno, e concluíram que o turno da tarde foi o mais crítico do ponto de vista ambiental, e as partes central e traseira da carga do caminhão foram as mais problemáticas para as aves, do ponto de vista microclimático.

Miragliotta et al. (2006) também analisaram a distribuição espacial das condições de estresse em galpão de frango de corte, usando ventilação tipo túnel e concluíram que as zonas de estresse estão localizadas nos extremos do galpão e o maior índice de mortalidade foi encontrado no setor oeste, onde estavam os exaustores.

Ao caracterizar a variabilidade espacial do microclima de um galpão do tipo free-stall utilizado para confinamento de bovinos leiteiros, empregando a técnica de geoestatística e verificou-se que as variáveis climáticas se encontram dentro dos limites de conforto dos animais (FARIAS et al., 2008). Os autores verificaram que o uso da geoestatística possibilitou definir áreas com diferentes variabilidades espaciais para os atributos microclimáticos, definindo áreas específicas no galpão onde a umidade relativa, a temperatura, a velocidade do vento e a luminosidade estão acima do recomendado para o conforto térmico animal. Borges et al. (2010) utilizaram a geoestatística para avaliar a captação automática dos níveis de pressão sonora em instalações de creche para suínos. Esses verificaram a homogeneidade de propagação dos níveis de pressão sonora no interior da instalação.

Referências

- ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 45-49, 2006.
- ALTUNTAŞ, E.; ŞEKEROĞLU, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. **Journal of Food Engineering**, London, v. 85, p. 606–612, 2008.
- ALLCROFT, W.M. **Incubation and hatchery practice**. 4th ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1964. 71 p.
- AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R.; TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.3, 2011.
- ANDERSON, K.E.; PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Transportation—Part 3. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p. 1195–1201, 2008.

APPLEGATE, T.; LILBURN M.S. Characteristics of changes in yolk sac and liver lipids during embryonic and early posthatch development of turkey poults. **Poultry Science**, Savoy, v. 75, p. 478-483, 1996.

ARAÚJO, W.A.G.; ALEBRANTE, L.; CASTRO, A.D. Fatores capazes de afetar os índices de eclosão. **Revista Eletrônica Nutritime**, Campinas, v. 6, n. 5, p. 1072-1087, 2009.

AVIGUIA 2012. **Avisite**. São Paulo: Mundo agro, n.57, 82p. 2012.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N.; FONSECA, B.H.F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.

BAROTT, H.G. Effects of temperature, humidity and other factors on hatch of hen's eggs and on energy metabolism of chick embryos. **USDA Technical Bulletin**, Washington, n. 553, p. 13-45, 1937.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495–502, 2003a.

_____. Effects of sinusoidal vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v.86, n. 3, p. 347–353, 2003b.

BOLELI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da incubação**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 394-434.

BORGES, C.A.Q.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; TORRES, C.A.A.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1978-1984, 2006.

BORGES, G.; SILVA-MIRANDA, K.O.; VALÉRIA C. RODRIGUES, V.C.; RISI, N. Uso da geoestatística para avaliar a captação automática dos Níveis de pressão sonora em instalações de creche para suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 377-385, 2010.

BRAKE, J.T. Optimization of egg handling and storage. **World Poultry Science**, Amsterdam, v. 12, p. 6-9, 1996.

BRAKE, J.; WALSH, T.J.; JR. BENTON, C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R.; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 144-151, 1997.

BROOM, D.M. Welfare assessment and welfare problem areas. In: GRANDIN, T. (Ed.). **Livestock handling and transport**. Wallingford: CAB International, 1983.

BRUZUAL, J.J.; PEAK, S. D.; BRAKE, J. Effects of relative humidity during the last five days of incubation and brooding temperature on performance of broiler chicks from young broiler breeders. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1385-1391, 2000.

CAMARGO, J.R. **Ambiência pré-porteira: o tempo de espera no incubatório e sua influência sobre o desempenho inicial de frangos de corte**. 2011. 189 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CAMPOS, J.E. **Avicultura razões, fatos e divergências**, Incubação Industrial. FEP-MVZ, Belo Horizonte, cap.7, p. 203-303. 2000.

CARDOSO, J.P.; NAKAGE, E.S.; PEREIRA, G.T.; BOLELI, E.I. Efeito da idade da matriz e peso do ovo sobre os componentes do ovo em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 4, p. 16, 2002.

CARTWRIGHT, A.L.; POWERS, T.G. **Hatching eggs in the classroom: a teacher's guide**. Department of Poultry Science. College Station: Texas Agricultural Extension Service, the Texas A&M University System, 2001. 10p.

COLEMAN, M.A. **Atualização em incubação**. Piracicaba: ESALQ, 1982. 120 p.

CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A.; CORRÊA, G.S.S.; SANTOS, G.G.; FELIPE, V.P.S.; WENCESLAU, R.R.; SOUZA, G.H.; CAMPOS, N.C.F.L. Efeito da interação idade da matriz x peso do ovo sobre o desempenho de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte v.63, n.2, p.433-440, 2011.

DALANEZI, J.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; PAZ, I.C.L.A. Efeito da idade da matriz sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 250-260, 2005.

DALANEZI, J.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; TAKITA, T.S.; PAZ, I.C.L.A. Efeito da idade da matriz sobre o rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 685-690, 2004.

DAMRON, B.L.; DOUGLAS, C.R.; JACOBS, R.D. Temperature patterns in commercial egg transport vehicles. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 193–198, 1994.

DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da Incubação**. Jaboticabal: FACTA, 2003.

DECUYPERE, K.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 48, p. 27-38, 1992.

ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of egg turning angle and frequency during incubation on hatchability and incidence of unhatched broiler embryos with head in the small end of the egg. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, p. 1433–1437, 2006.

_____. Effect of egg weight and position relative to incubator fan on broiler hatchability and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p. 1913–1918, 2008a.

_____. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry science**, Savoy, v. 87, n. 6, p. 1237-1241, 2008b.

ELIBOL, O.; PEAK, S.D.; BRAKE, J. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 945-950, 2002.

FARIA, F.F.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M.; MATARAZZO, S.V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2498-2505, 2008.

FASENKO, G.M. **Factors influencing embryos and poult viability and growth in stored turkey eggs**. 114 p. Thesis (Ph.D. in Agricultural, Food and Nutritional Science) – North Caroline State University, Reileigh, 1996.

_____. Egg storage and the embryo. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1020–1024, 2007.

FASENKO, G.M.; HARDIN, R.T.; ROBINSON, F.E. Relationship of hen age and egg sequence position with fertility, hatchability, viability, and preincubation embryonic development in broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, v.71, p.1374–1383, 1992.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G. Variability in preincubation embryo development in domestic fowl: Effects of nest holding time and method of egg storage. **Poultry Science**, Savoy, v. 70, p. 1876–1881, 1991.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; CORRÊA, G.S.S. Influência da idade da matriz sobre a qualidade do ovo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 7, p. 16, 2005.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA A.M.Q.; LÓPEZ, C.A.A.; MORAES, D.T. Influência da idade da matriz e do período de armazenamento dos ovos sobre a uniformidade dos pintos aos 11 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 8, p. 17, 2006

FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L.; RIBEIRO, B.R.C.; BAIÃO, N.C. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.408-413, 2006.

FURLAN, R.L.; CARVALHO, N.C.; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 4, 2001.

FRENCH, N.A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 124-133, 1997.

GAST, R. K., HOLT, P.S. Influence of the level and location of contamination on the multiplication of *Salmonella enteritidis* at different storage temperatures in experimentally inoculated eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 79, p. 559–563, 2000.

GOMES, G.A.; ARAÚJO, L.F.; PREZZI, J.A.; SAVIETTO, D.; SIMIONI JÚNIOR, J.R.; VALÉRIO, J.R. Tempo de fornecimento da dieta pré-inicial para frangos de corte com diferentes pesos ao alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1802-1807, 2008.

HODGETTS, B. Successfully closing the hatch window. **International Hatchery Practice**, Driffield, v. 20, n. 5, 23 p., 2006.

HULET, R.; GLADYS, G.; HILL, D; MEIJERHOF, R.; EL-SHIEKH, T. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, p. 408–412, 2007.

JOSEPH, N.S.; MORAN JR., E.T. Characteristics of eggs, embryos, and chicks from broiler breeder hens selected for growth or meat yield. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 275-280, 2005.

JOSEPH, N.S.; LOURENS, A.; MORAN Jr., E.T. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. **Poultry Science Association**, Basilea, v. 85, p. 932–938, 2006.

KOELKEBECK, K.W.; PATTERSON, P.H.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Processing—Part 2. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 1187–1194, 2008.

KOSIN, I.L. Recent research trends in hatchability-related problems of the domestic fowl. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 20, p. 254–268, 1964.

LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BHORGUI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2001. v. 1, 118 p.

LANDAUER, W. **The hatchability of chicken eggs as influenced by environmental and heredity**. Storrs: University of Connecticut, 1967. 315 p. (Storrs Agricultural Experiment Station Monograph 1. Revised).

LAPAO, C.; GAMA, L.T.; SOARES, M.C. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v. 78, p. 640–645. 1999.

LARA, L.J.C.; BAIÃO N.C.; CANÇADO, S.V.; TEIXEIRA, J.L.; LÓPEZ, C.A.A.; DUARTE, F.D.; MICHALSKY, V.B. Influência do peso inicial sobre o desempenho e o rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 6, p. 799-804, 2005.

LAUVERS, G.; FERREIRA, V.P.A. Fatores que afetam a qualidade dos pintos de um dia, desde a incubação até recebimento na granja. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 9, n. 16, p. 1-19, 2011.

LEANDRO, N.S.M.; GONZALES, E.; VAROLI JR. J.C.V.; LODDI, M.M.; TAKITA, T.S. Incubabilidade e qualidade de pintos de ovos matrizes de frangos de corte submetidos a estresse de temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, Campinas, v. 2, n. 1, 2000.

LIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of Egg shell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. **Poultry Science Association**, Amsterdam, v. 84, p. 914-920, 2005.

LOURENS, S., MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. **Poultry Science**, Savoy, 85:770-776, 2006.

MARQUES, D. **Fundamentos básicos de incubação industrial**. 2. ed. São Paulo: CASP, 1994. 143 p.

MAYES, F.J.; TAKEBALLI, M.A. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 40, p. 131–140, 1984.

MEIJERHOF, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 48, n. 1, p. 57–68, 1992.

MEIJERHOF, R.; NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; LEENSTRA, F.R. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v.35, p.249–257, 1994.

MERTENS, K.; BAMELIS, F.; KEMPS, B.; KAMERS, B.; VERHOELST, E.; DE KETELAERE, B.; BAIN, M.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 1670–1677, 2006.

MIRAGLIOTTA, M.Y.; NÄÄS, I.A.; MANZIONE, R.L.; NASCIMENTO, F.F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 5, p. 426-432, 2006.

MORAES, T.G.V.; ROMÃO, J.M.; CARDOSO, W.M. Parâmetros da incubação e componentes dos ovos de codornas japonesas para corte (*Coturnix japonica*) submetidos à estocagem em baixas temperaturas ($7,5 \pm 1$ °C). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 233-242, 2009.

MUERER, R.F.P.; VALLE, F.L.P.; SANTOS, S.A.; ZANATTA, C.P.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, E.G. Interação entre idade da matriz e peso do ovo no desempenho de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 197-203, 2008.

MURAROLI, A.; MENDES, A.A. Manejo da incubação, transferência e nascimento do pinto. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da incubação**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 180-198.

NÃÃS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M.S.; MOURA, D.J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 326-335, 2007.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 802-808, 2009.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial chicken production**. 4th ed. New York: Chapman and Hall, 1990.

OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S.; XAVIER, A.C.; PASSOS, R.R.; SILVA, S.A.; SILVA, A.F. Comparação entre métodos de amostragem do solo para recomendação de calagem e adubação do cafeeiro conilon. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 176-186, 2008.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; WINELAND, M. J.; SMALL, J.; CUTCHIN, H.; MCELROY, A.; BARRI, A.; MARTIN, S. Effect of incubation temperatures and chick transportation conditions on bone development and leg health. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 18, p. 671–678, 2009.

PAINE, F.A. **Fundamentals of packaging**. London: Blackie and Sons, 1962.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência e qualidade de carne. In: CONGRESSO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5 p. 2002, Uberaba.

PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Production—Part 1. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 1182–1186, 2008.

PEDROSO, A.A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, J.H.; CHAVES, L.S. Desenvolvimento embrionário e eclodibilidade de ovos de codornas armazenados por diferentes períodos e incubados em umidades e temperaturas distintas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2344-2349, 2006a.

PEDROSO, A.A.; BARBOSA, C.E.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; BARBOSA, V.T. Intervalo entre a retirada do nascedouro e o alojamento de pintos de diferentes pesos oriundos de matrizes jovens. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 3, p. 249-256, 2006b.

PEDROSO, A.A.; ANDRADE, M.A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; MENTEN, J.F.M.; STRINGHINI, J.H. Fertility and hatchability of eggs laid in the pullet-tobreeder transition period and in the initial production period. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 90, p. 355-364, 2005.

PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M.; GERARD P.D.; LATOUR, M.A.; BOYLE, C.R.; SMITH, T.W. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler breeder performance. **Poultry Science**, Savoy, v. 79, p. 629-639, 2000.

PEEBLES, E.D.; BURNHAM, M.R.; GARDNER, C.W.; BRAKE, J.; BRUZUAL, J.J.; GERARD, P.D. Effects of incubational humidity and hen age on embryo composition in broiler hatching eggs from young breeders. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 1299-1304, 2001.

PIERCE, C.D.; SINGH, S.P.; BURGESS, G. A comparison of leafspring with air-cushion trailer suspension in the transport environment. **Packaging Technology and Science**, London, v. 5, p. 11–15, 1992.

PINCHASOV, Y. Relationship between the weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, Savoy, v. 32, p. 109-115, 1991.

PROUDFOOT, F.G.; HULAN, H.W.; MCRAE, K.B. Effect old hatching egg size from semi-dwarf and normal maternal meat parent genotypes on the performance of broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, p. 655-660, 1982.

REIJRINK, I.A.M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 64, p. 581–598, 2008.

REIJRINK, I. A.M.; MEIJERHOF R.; KEMP, B.; GRAAT, E.A.M.; VAN DEN BRAND, H. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.88, p. 2649–2660, 2009.

REIJRINK, I.A.M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v. 89, p. 1225–1238, 2010.

REIS, L.H.; GAMA, L.T.; CHAVEIRO- SOARES, M. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1459-1466, 1997.

RIBEIRO, B.R.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C., LOPEZ, C.A.A.; FIUZA, M.A.; CANÇADO, S.V.; SILVA, G.M.M. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 3, p. 789-796, 2007.

ROBERTSON, I.S. Studies on the effect of humidity on the hatchability of hen's eggs I. The determination of optimum humidity for incubation. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 57, p. 185-194, 1961.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, L.E.C.; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 979-986, 2008a.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TRIGINELLI, M.V.; LEITE, J.F.C. Efeito da classificação dos ovos sobre uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 979-986, 2008b.

ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, I.L.; BERSCH, F.X.R. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1011-1016, 2002. Suplemento.

SALAZAR, A.I. El proceso de incubación. **Avicultura Profesional**, Santiago, v. 18, p. 26-30, 2000.

SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 548–553, 2005.

SANTOS, J.R.G.D.L.; FORNARI, C.M.; TÉO, M.A. Influência da qualidade da casca do ovo sobre índices de produtividade de um incubatório industrial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 524-527, 2007.

SARTOR, V.; BAÊTA, F.C.; LUZ, M.L.; ORLANDO, R.C. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 17-20, 2001.

SCHIMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; SAATKAMP, M.G.; BOOM, E.R. Effect of storage period and egg weight on embryo development and incubation results. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2009.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, p. 113-131, 2010.

SINGH, S.P. **Vibration levels in commercial truck shipments**. St. Joseph: ASAE, 1991. (ASAE Paper, 91).

SKLAN, D.; NOY, Y.; HOYZNAN, A. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chicks and poults in hatching trays. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 9, n. 1, p. 142-148, 2000.

SKLAN, D.; GEYRA, A.; TAKO, E.; GAL-GERBER, O.; UNI, Z. Ontogeny of brush border carbohydrate digestion and uptake in the chick. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 89, n. 6, p.747-753, 2003.

SOUZA, H.B.A.; LIMA, T.M.A. Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 5, p. 27-36, 1994.

SUAREZ, M.E.; WILSON, H.R.; MATHER, F.B.; WILCOX, C.J.; MCPHERSON, B.N. Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1029-1036, 1997.

TANURE, C.B.G.S.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; BAIÃO, N.C.; STRINGHINI, J.H.; GOME, N.A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 6, p. 1391-1396, 2009.

THOMPSON, B.K.; HAMILTON, R.M.G. Relationship between laboratory measures of shell strength and breakage of eggs collected at a commercial grading station. **Poultry Science**, Savoy, v. 65, p.1877– 885, 1986.

TONA, K.; BAMELIS, F.; COUCKE, W.; BRUGGEMAN, V.; DECUYPERE, E. Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 10, p. 221-227, 2001.

TONA, K.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, V.; BRUGGEMAN, V.M.B.; MOREAS, J.; BUYSE, O.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**, Savoy, v. 82, p. 736–741, 2003.

TONA, K.; ONAGBESAN, O.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, p. 10-18, 2004.

TONA, K.; BRUGGEMAN, V.; ONAGBESAN, O.; BAMELIS, F.; GBEASSOR, M.; MERTENS, K.; DECUYPERE, E. Day-old chick quality: relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. **Avian and Poultry Biology Reviews**, Northwood, v. 16, n. 2, p. 109-119, 2005.

TULLETT, S.G.; BURTON, F.G. Factors affecting the weight and water status of chick at hatch. **British Poultry Science**, London, v. 23, p. 361-369, 1982.

VAN BRECHT, A.; AERTS, J.M.; DEGRAEVE, P.; BERCKMANS, D. Quantification and control of the spatiotemporal gradients of air speed and air temperature in an incubator. **Poultry Science Association**, Basilea, v. 82, p. 1677-1687, 2003.

VAN BRECHT, A.; HENS, H.; LEMAIRE, J.L.; AERTS, J. M.; DEGRAEVE, P.; BERCKMANS, D. Quantification of the heat exchange of chicken eggs. **Poultry Science Association**, Bélgica. v. 84, p. 353-361, 2005.

VICK, S.V.; BRAKE, J.; WALSH, T.J. Relationship of incubation humidity and flock age to hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 251-258, 1993.

VIEIRA, F.M.C. **Transporte animal: influência das condições bioclimáticas no desempenho produtivo e fisiológico de pintos de um dia**. 2011. 86 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, A.M.C. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 2471-2476, 2010.

VIEIRA, F.M.C.; RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; LOMBARDI, L. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Simulação da mortalidade pré-abate de frangos de corte por meio das redes neurais artificiais. **Thesis**, São Paulo, v.7, n. 16, p. 56-64, 2011.

VIEIRA, S.L.; MORAN JR., E.T. Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. **Journal of Applied Poultry Research**, London, v. 7, p. 372-376, 1998.

VISSCHEDIJK, A.H.J. Physics and physiology of incubation. **Poultry Science Association**, Champaign, v. 32, p. 3-20, 1991.

WALBER, M.; TAMAGNA, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 11, n. 15, p. 1-88, 2010.

WILLEMSEN, H.; EVERAERT, N.; WITTERS, A.; DE SMIT, L.; DEBONNE, M.; VERSCHUERE, F.; GARAIN, P.; BERCKMANS, D.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p. 2358–2366, 2008.

WILSON, J.L. Factors affecting chick quality. **The Poultry Informed Professional**, Athens, v. 58, p. 1-7, 2002.

YASSIN, H.; VELTHUIS, A.G.J.; BOERJAN, M.; VAN RIEL, J.; HUIRNE, R.B.M. Field study on broiler eggs hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p. 2408–2417, 2008.

ZAKARIA, A.H.; PLUMSTEAD, P.W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; LEKSRISOMPONG, N.; BRAKE, J. The effects of oviposition time on egg weight loss during storage and incubation, fertility, and hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, p. 2712–2717, 2009.

3 CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DA SALA DE OVOS DO MATRIZEIRO E AS RESPOSTAS PRODUTIVAS ÀS IDADES DE MATRIZES E TEMPOS DE ESTOCAGEM

Resumo

O objetivo principal deste capítulo foi avaliar as condições microclimáticas da sala de ovos e sua influência na perda de água dos ovos férteis em função das diferentes idades de matrizes de corte e tempos de estocagem. A pesquisa foi desenvolvida nas instalações do matrizeiro avícola de uma empresa integradora, no município de Amparo – SP. A caracterização tipológica da sala de ovos apresentava as seguintes dimensões: 15 m de comprimento por 9,90 m de largura, com pé-direito de 2,8 m, totalizando uma área de 148,5 m², e um volume de 415,8m³, com orientação leste-oeste. A cobertura era de telhas de fibro-cimento, com a presença de forro de isopor revestido de fórmica, sendo a instalação totalmente fechada com alvenaria, com piso de granito, climatizada por quatro aparelhos de ar condicionados. Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes (nova = 29-30 semanas, intermediária = 42-43 semanas e velha = 52-53 semanas), da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo. Também foram analisados três intervalos de tempos de estocagem (T1 = 50-52 h, T2 = 26-30 h e T3 = 3-6 h). Então, quando as aves atingiam as três idades, eram coletados 1440 ovos, que correspondiam às seis caixas. Foram identificados e pesados 140 ovos individualizados de cada tratamento (idades das matrizes e os tempos de estocagem), durante a entrada e saída dos mesmos da sala de ovo do matrizeiro, utilizando uma balança semi-analítica. A avaliação bioclimática da sala de ovos foi realizada em intervalos de 10 minutos por meio do registro das variáveis microclimáticas temperatura (T; °C), umidade relativa (UR; %) e entalpia específica (kJ.kg de ar seco⁻¹) no interior da sala e ambiente externo. Para aquisição dos dados, foram utilizados microprocessadores da marca Logen, no interior da sala climatizada foram locados 12 microprocessadores, também foram colocados seis microprocessadores dentro de cada caixa dos tratamentos e um microprocessador no ambiente externo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 3. Para comparação entre as médias, utilizou-se o teste de Tukey-Cramer. Com os resultados observou-se que as variações microclimáticas dentro sala foram pequenas. Entretanto, essas condições microclimáticas estavam acima das faixas ideais para o armazenamento de ovos, e que as piores condições térmicas foram encontradas durante o período de verão. Os ovos oriundos de matrizes velhas e intermediárias com o tempo de estocagem de 50-52 h apresentaram as maiores perdas de água. A oscilação da temperatura na sala de ovos pode aumentar a perda de água dos ovos, do que a elevação da temperatura. A umidade relativa e a variação dela apresentaram as mesmas proporções de perdas de água dos ovos férteis. Portanto, para cada variação de 1 °C na temperatura aumenta em 0,2% a perda de água e para cada 1% de aumento na umidade relativa aumenta 0,5% da perda de água em ovos.

Palavras-chave: Ambiência pré-porteira; Conforto térmico; Avicultura; Instalações; Perda de água dos ovos

Abstract

The principal aim of this chapter was to evaluate the microclimatic conditions of eggs room, and its influence in the loss of water of the fertile eggs as a function of the different broiler breeders age and storage times. The research was carried out in the installments of the hatchery from an integrated poultry company in the city of Amparo, São Paulo State, Brazil. Typological characterization of the eggs room presented the following admeasurements: 15 m length, 9,90 m width and 2,8 m height, totaling an area of 148,5 m², and a volume of 415,8m³, in the east-west direction. The roofing was composed by fiber-cement tiles, with the presence of a Styrofoam liner coated with formica, and the installation was totally closed with brickwork, granite flooring and four air conditioners. Three different breeders ages were selected (young, intermediate and old) of Cobb Fast strain, from the same group and analyzed over time. Three intervals of storage times were also evaluated (T1, T2 and T3). When breeders reached the three ages 1440 eggs were collected, which corresponded to the six boxes. One hundred and forty individualized eggs from each treatment were selected and weighed (breeders ages and storage times), during the entrance and departure of them of the eggs room from the hatchery, by the use of a semi-analytical weighing-machine. Bioclimatic evaluation of the eggs room was done in intervals of 10 minutes by the register of microclimatic variables temperature (T; °C), relative humidity (RH; %) and specific enthalpy (kJ.kg of dry air⁻¹) inside and outside the room. To data acquisition 12 microprocessors (Logen[®]) were installed inside the acclimatized room, and also six microprocessors were installed inside of each one of the boxes from the treatments and a microprocessor in the outside environment. A random design was adopted in a 3 x 3 factorial design. The Tukey-Cramer test was used to the comparison of means. It was inferred from the results that microclimatic variations inside the room were small. However, these microclimatic conditions were higher than the ideal bands to the storage of eggs, and the worst thermal conditions were observed during the summer season. The eggs from the older and intermediate breeders with a storage time of 50-52 h presented the higher losses of water. The oscillation in the temperature of the eggs room can increase more the loss of water of the eggs than an increase in temperature. The relative humidity and its variation showed the same proportions of water loss of the fertile eggs. Thus, to each variation of temperature of 1°C, there is an increase of 0,2% of water loss and to an increase of 1% in the relative humidity there is an increase of 0,5% of water loss of the eggs.

Keywords: Post-hatching ambience; Thermal comfort; Poultry; Installments; Water loss of eggs

3.1 Introdução

Existe uma variação na demanda do mercado de pintos de um dia, com isso é muito comum a estocagem de ovos férteis na sala de ovos do matrizeiro para serem transportados para o incubatório (MURAROLI; MENDES, 2003).

O sucesso econômico de uma boa eclodibilidade e qualidade de pintos de corte vai depender de como os ovos férteis foram estocados. Sabe-se que a sala de ovos é um ambiente climatizado onde a faixa ideal de temperatura recomendada varia de 10 a 20 °C, conforme os autores Fasenko et al. (1991); Decuypere; Michels (1992); Fasenko; Hardin; Robinson (1992), Souza et al. (1994); Decuypere et al. (2003); Araújo et al. (2009), e umidade relativa de 55 a 75% Elibol; Peak; Brake (2002), Decuypere et al. (2003), Samli et al. (2005), Fiúza et al., (2006), Elibol; Brake (2008a, 2008b), Araújo; Alebrante; Castro (2009). Essa exigência térmica pode ser explicada, porque o ovo fertilizado deve ser mantido abaixo do ponto zero fisiológico para garantir a paralisação do desenvolvimento embrionário.

Durante o período de estocagem e aumento das idades das matrizes, têm-se algumas mudanças na estrutura do ovo que influenciam o rendimento de incubação¹. Ovos oriundos de matrizes velhas frequentemente são maiores e têm a casca mais fina e com maior número de poros. O inverso acontece com os ovos produzidos por matrizes jovens, que são menores, com casca de maior espessura e menor quantidade de poros (WILSON, 1991; RIBEIRO et al., 2007).

A água atravessa os poros da casca saindo sempre do ponto mais úmido, que geralmente é o interior do ovo, para o ponto mais seco, o ambiente, que por consequência, reduzirá o peso dos ovos. Por isso é importante que a umidade e a temperatura em volta dos ovos férteis sejam controladas para assegurar a paralisação do desenvolvimento dos embriões, antes da incubação (DECUYPERE, 2001, FIÚZA et al., 2006).

Com o envelhecimento da matriz, aumenta a capacidade da casca do ovo em permitir as trocas de gases e vapor de água entre o embrião e o meio ambiente. Essa habilidade está relacionada com o número, as dimensões dos poros e com a espessura e resistência da casca, além de se relacionar também com as condições ambientais da sala de ovos (BRAKE, 1996; BARBOSA et al., 2008b).

A qualidade do pinto e a eclodibilidade podem diminuir quando o período de estocagem dos ovos excede três dias, independente da temperatura, devido às mudanças que ocorrem nos aspectos físicos do ovo, que induzem uma diminuição da qualidade de albúmen (TONA et al., 2004, 2005).

¹ O rendimento da incubação está estreitamente relacionado com a mortalidade embrionária, a qual sofre influência da gravidade específica e da capacidade do ovo em perder umidade.

Os efeitos negativos do armazenamento prolongado dos ovos sobre a eclodibilidade e qualidade de pinto varia com a idade da matriz. Yassin et al. (2008) mostraram que o armazenamento prolongado de 8 a 14 dias diminuiu a eclodibilidade de ovos, provenientes de matrizes jovens (25 a 30 semanas) em 0,8% e matrizes velhas (51-60 semanas) em 0,4%. Da mesma forma, Meijerhof et al. (1994), Elibol, Peak e Brake (2002) e Tona et al. (2004) verificaram que as maiores eclodibilidades ocorreram para matrizes de idades de 59, 52-53, e 45 semanas e as menores para matrizes de idades de 37, 31-30 e 35 semanas.

Nesta etapa pré-porteira é importante verificar os principais pontos críticos relacionados ao controle do ambiente da sala de ovos do matrizeiro, os quais devem ser considerados como essenciais para produção de ovos férteis com alta qualidade.

O objetivo principal deste capítulo da pesquisa foi avaliar as condições microclimáticas da sala de ovos, e sua influência na perda de água dos ovos férteis em função das diferentes idades de matrizes de corte e tempos de estocagem.

3.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida nas instalações do matrizeiro avícola de uma empresa integradora, localizado no município de Amparo no Estado de São Paulo, apresentando latitude de 22° 42' 04" S, longitude de 46° 45' 52" W e altitude de 759,81 m, o período experimental foi de novembro a dezembro de 2010 e de fevereiro a abril de 2011, durante a primavera, verão e outono. O clima da região é caracterizado como mesotérmico Cwa (tropical de altitude), com temperatura do mês mais frio menor que 18 °C, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22 °C, segundo classificação Köppen (PEREIRA et al., 2002).

3.2.1 Tipologia da sala de ovos do matrizeiro avícola

A sala de ovos onde se realizou a pesquisa é caracterizada tipologicamente por 15 m de comprimento por 9,90 m de largura, com pé-direito de 2,8 m, totalizando uma área de 148,5 m², e um volume de 415,8m³, com orientação leste-oeste. A cobertura é de telhas de fibro-cimento, com a presença de forro de isopor revestido de fórmica, sendo a instalação totalmente fechada com alvenaria, com piso de granito, sendo climatizada com ar condicionado (Figura 1).

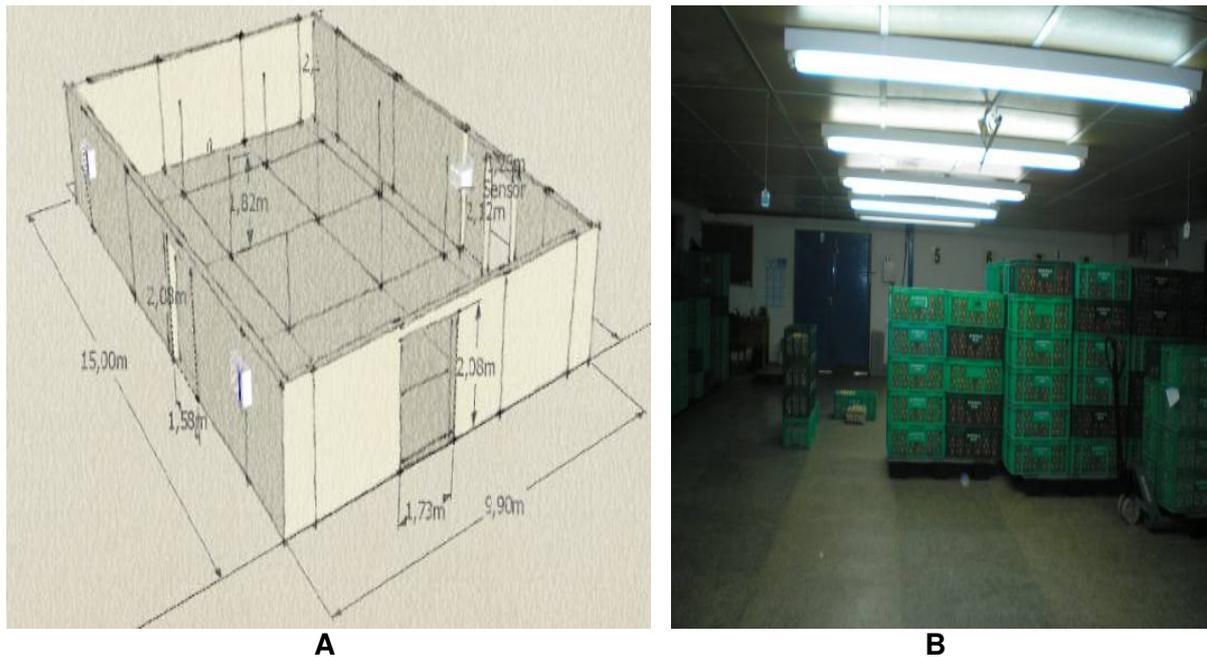


Figura 1 – Croqui (A) e imagem (B) da sala de ovos férteis do matrizeiro

O sistema de climatização é composto por quatro aparelhos de ar condicionado da marca Trineva, com as dimensões 0,96 x 0,32m, instalados a uma altura de 2,12m do piso. O condicionamento térmico da sala foi realizado pelo acionamento desses equipamentos, sendo controlado por um termostato, com regulagem para 24 °C, ou seja, o sistema era acionado quando a temperatura atingia esse valor limite.

3.2.2 Idade das matrizes e tempos de estocagem

Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes, da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo, para avaliar a influência das condições microclimáticas da sala de ovos sobre as idades das matrizes, tempos de estocagem, na perda de água dos ovos férteis. As idades analisadas foram classificadas da seguinte forma:

- Idade nova → 29-30 semanas;
- Idade intermediária → 42-43 semanas;
- Idade velha → 52-53 semanas.

A coleta dos dados foi realizada separadamente para cada idade das matrizes do mesmo lote ao longo do tempo, ou seja, quando as matrizes atingiam as três

idades (nova, intermediária e velha) era coletados 1440 ovos, que correspondiam a seis caixas de ovos férteis.

Todo o planejamento da pesquisa foi realizado para que os tempos de estocagem encerrassem no mesmo período para a realização do transporte. Ou seja, houve uma organização prévia para a armazenagem: três dias antes do transporte foram armazenados 480 ovos, no segundo dia, mais 480 ovos e no dia do transporte 480 ovos foram selecionados para a pesquisa. Esses intervalos de tempo de estocagem foram representados por: T1 = 50-52 h, T2 = 26-30 h e T3 = 3-6 h, respectivamente.

A escolha da localização das caixas de ovos na sala de ovos do matrizeiro se deu a partir de uma prévia, com intuito de localizar os pontos que apresentavam as condições microclimáticas mais próximas da ideal, conforme Fassenko et al. (1991); Decuypere e Michels (1992); Fassenko, Hardin e Robinson (1992); Souza et al. (1994); Decuypere et al. (2003); Elibol, Peak e Brake (2002); Samli et al. (2005); Fiúza et al. (2006); Elibol e Brake (2008a, 2008b); Araújo, Alebrante e Castro (2009), com finalidade de promover uma homogeneidade do microclima nos diferentes tratamentos. A localização das caixas na sala de ovos foi baseada no mapeamento térmico do ambiente, no qual se utilizou uma rede de amostragem de pontos, e, por meio da geoestatística, determinou-se a melhor localização. Em função de não ter dado uma dependência espacial, optou-se por localizar as caixas num ponto central da sala.

No fluxograma abaixo é apresentado o esquema do delineamento experimental da pesquisa (Figura 2).

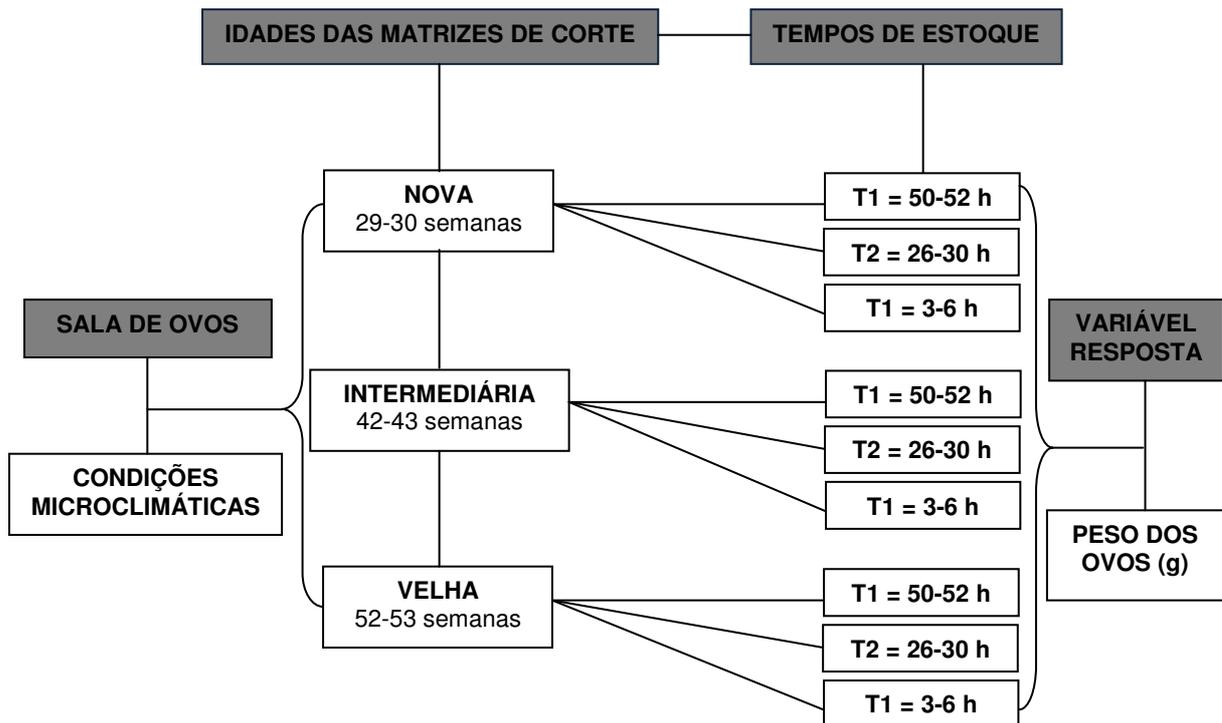


Figura 2 – Fluxograma das idades das matrizes e dos tempos de estocagem que foram estudados

3.2.3 Variável resposta: peso dos ovos

Adotou-se o parâmetro peso do ovo como variável resposta, pois o mesmo é um fator de seleção no processo, considerado pela indústria avícola. Foram avaliados os pesos de 140 ovos individualizados de cada tratamento (idade de matrizes e os tempos de estocagem), durante a entrada e saída dos mesmos da sala de ovos no matrizeiro. O equipamento utilizado para aferir o peso dos ovos foi uma balança semi-analítica, com precisão de 0,1 g.

Com essa avaliação foi possível contabilizar a perda d'água dos ovos, para cada tratamento estudado e a influência das condições microclimáticas, sobre os mesmo.

O percentual de perda de água dos ovos foi calculado pela eq. (1) descrita abaixo.

$$P = \left(\frac{v_i - v_f}{v_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

P = perda de água dos ovos férteis (%)

v_i = peso do ovo na entrada da sala de ovos do matrizeiro (g)

vf = peso do ovo na saída da sala de ovos do matrizeiro (g)

3.2.4 Avaliação bioclimática

A análise bioclimática das condições de estocagem na sala de ovos do matrizeiro foi realizada por meio de registros das variáveis microclimáticas. Foram registradas em intervalos de 10 minutos, a temperatura (T; °C) e umidade relativa do ar (UR; %) no interior da sala e ambiente externo. A aquisição desses dados foi por meio de 12 microprocessadores da marca Logen, colocados no interior da sala de ovos, 6 microprocessadores dentro de cada uma das 6 caixas de ovos (Figura 3). O microprocessador no ambiente externo foi colocado a uma altura de 1,8 m do piso.

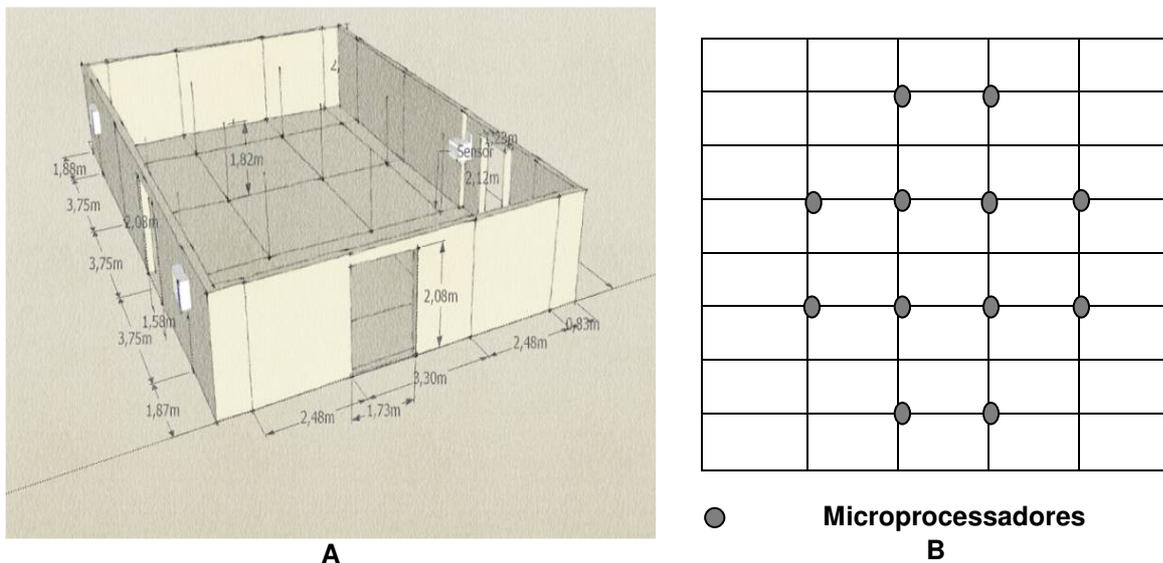


Figura 3 – Esquema da sala de ovos (A), a disposição dos pontos de registro de dados, onde foram instalados os microprocessadores na sala de ovos (B)

Para caracterização da quantidade de calor existente no ambiente interno da instalação, foi utilizada a grandeza psicrométrica entalpia específica (h; kJ.kg de ar seco⁻¹).

A eq. (2) para o cálculo da entalpia específica foi proposta por Rodrigues et al. (2011):

$$h = 1,006t + \frac{UR}{P_a} 10^{\frac{7,5t}{237,3+t}} (71,28 + 0,052t) \quad (2)$$

em que:

h = entalpia específica (kJ.kg de ar seco⁻¹);

t = temperatura (°C);

p_a = pressão atmosférica (mmHg);

UR = umidade relativa (%).

Sendo assim, nesse capítulo, a avaliação bioclimática do ambiente foi realizada pelas variáveis temperatura, umidade relativa e entalpia específica.

3.3 Delineamento experimental

Na avaliação peso dos ovos férteis, foi considerado que o microclima da sala de ovos do incubatório era homogêneo, em função dos resultados prévios da geoestatística, e pelo fato de não ter apresentado dependência espacial. Então, o delineamento experimental desta pesquisa consistiu em uma estrutura de parcelas do tipo inteiramente aleatorizada e como estrutura de tratamento com esquema fatorial de 3 x 3 com 140 repetições.

Os dados de perda de água dos ovos foram transformados utilizando a logit da perda de água. Essa transformação de dados foi necessária para atender os pressupostos de uso do modelo de regressão, ele traz a perda (que varia de 0 a 100%) para escala de $-\infty$ a $+\infty$. A logit da perda de água dos ovos foi calculada pela eq. (3) descrita abaixo:

$$\text{LOGIT_PERDA} = \text{Log}\left(\frac{P}{1 - P}\right) \quad (3)$$

Em que:

LOGIT_PERDA = logit da perda de água dos ovos férteis;

P = perda de água dos ovos (%).

O inverso da logit da perda de água dos ovos foi utilizado para calcular o valor da perda de água em percentual, descrita na eq. (4) a seguir:

$$P = \frac{e^{\text{LOGIT_PERDA}}}{(1 + e^{\text{LOGIT_PERDA}})} \quad (4)$$

Para avaliação da influência da idade das matrizes e os tempos de estocagem na perda de água dos ovos férteis em relação às condições ambientais, foi utilizada a análise estatística da classe de modelos lineares mistos (VERBEKE, 2000; VIEIRA, 2008).

Assumindo que as variáveis aleatórias peso do ovo e ambientais possam ser modeladas pela distribuição, o modelo estatístico pode ser descrito pela form. (1).

$$\begin{aligned} \mathbf{Y}_i &= \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_i\mathbf{b}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \\ \mathbf{b}_i &\sim N(\mathbf{0}, \mathbf{D}) \\ \boldsymbol{\varepsilon}_i &\sim N(\mathbf{0}, \Sigma_i) \end{aligned} \tag{1}$$

Sendo \mathbf{X}_i e \mathbf{Z}_i as matrizes de delineamento (contendo fatores e/ou covariáveis bioclimáticas) para o vetor p -dimensional $\boldsymbol{\beta}$ que contém os efeitos fixos e o vetor q -dimensional \mathbf{b}_i dos efeitos aleatórios para modelar o efeito das aves, que possui distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariâncias \mathbf{D} , $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ é o vetor de erros aleatórios com distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariância Σ_i . Assume-se que os efeitos aleatórios associados às aves são independentes dos erros $\boldsymbol{\varepsilon}_i$. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

Na análise estatística do microclima da sala de ovos do matizeiro, foi utilizado o modelo linear misto assumindo uma estrutura de covariância autoregressiva de primeira ordem. Onde as variáveis respostas foram temperatura, umidade relativa e entalpia específica em função do fator estação (primavera, verão e outono). Vale ressaltar que cada estação representou uma idade de matriz (primavera = nova, verão = intermediária e outono = velha). Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software estatístico SAS (SAS, 2010).

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Avaliação bioclimática

Avaliando-se as condições da sala de ovos pela Tabela 4, verifica-se que houve diferença estatística entre as estações, para a variável microclimática temperatura referente ao ambiente interno. Vale ressaltar que cada estação do ano correspondia uma idade de matriz (primavera = nova, verão = intermediária e outono = velha).

Tabela 4 - Valores médios do microclima da sala de ovos no matrizeiro em diferentes estações do ano

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	22,3 C	74,4 A	57,0 A
Verão	24,0 A	80,0 A	61,0 A
Outono	23,4 B	78,4 A	58,3 A
Teste F	122,2 *	0,53 NS	3,24 NS

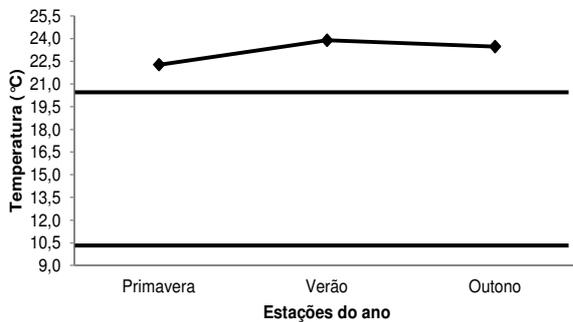
Médias com letras diferentes maiúsculas nas colunas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% (P < 0,05)

De modo geral, as fases de verão e do outono podem ser consideradas os períodos mais quentes do ano, oferecendo as piores condições térmicas de armazenagem de ovos férteis. Sabe-se que as temperaturas médias do ambiente externo para primavera, verão e outono foram de 22,2; 25 e 24 °C. É importante enfatizar que nestes períodos os cuidados com relação ao controle de climatização do ambiente devem ser dobrados, para evitar perdas produtivas devido ao aumento de temperatura.

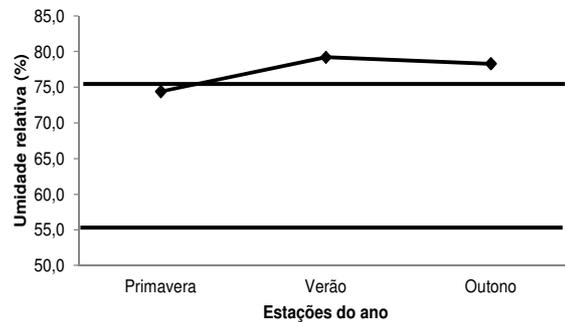
Com relação às variáveis microclimáticas umidade relativa e entalpia específica da sala de ovos, verifica-se que não houve diferença estatística entre as estações do ano. As condições microclimáticas no período de estocagem dos ovos, como temperatura, umidade relativa, ventilação e tempo de estocagem, assim como a condutância da casca, influenciada pela idade da matriz, são fatores decisivos nas variações da taxa de eclosão dos incubatórios (DIAS et al., 2011).

Ao observar a Figura 4, pode-se considerar que as condições microclimáticas médias (temperatura, umidade relativa e entalpia específica) da sala de ovos do matrizeiro estão acima das faixas ideais, para todas as estações do ano (primavera, verão e outono). Quando a condição microclimática da sala de ovos está acima do

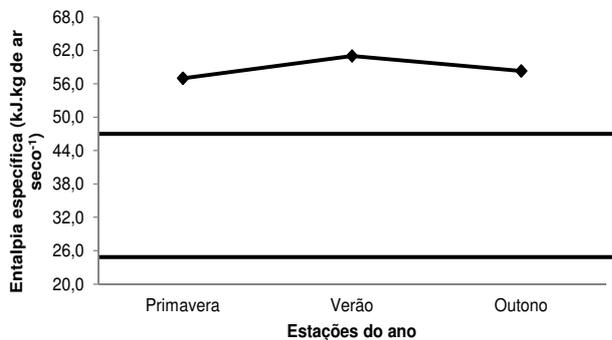
recomendado, pode se ter o início das perdas produtivas, que podem ser minimizadas com o controle de temperatura, umidade relativa e entalpia específica.



(a) Faixa ideal de T (10 a 20 °C)



(b) Faixa ideal de UR (55 a 75%)



(c) Faixa ideal de h (25 a 44,7 kJ.kg de ar seco⁻¹)

Figura 4 – Valores médios de temperatura (a), umidade relativa (b) e entalpia específica (c) referentes aos microclimas da sala de ovos do matrizeiro, nas diferentes estações do ano, com suas faixas ideais

Ao observar a temperatura média do ambiente da sala de ovos do matrizeiro, nota-se que a mesma está acima da faixa ideal para todas as estações do ano, conforme as condições indicadas de Fassenko et al. (1991); decuypere e michels (1992); Fassenko, Hardin e Robinson (1992); Souza et al. (1994); Decuypere et al. (2003); Araújo, Alebrante e Castro (2009).

É possível verificar que o valor médio de temperatura da sala de ovos mais próximo do ideal ocorreu na primavera com 22,3 °C. Isso demonstra que durante as estações de verão e outono são requeridos maiores cuidados no controle do sistema de climatização da sala. Entretanto, deve-se ressaltar que, apesar da diferença estatística apresentada na Tabela 4, verifica-se que, durante o período experimental, a temperatura interna da sala de ovos apresentou pouca variação, ou seja, 23 ± 1 °C, o que confirma que é um bom controle da estrutura, porém, fora da zona ideal indicada para a sala de ovos.

A preocupação com o controle do sistema de climatização da sala é de grande relevância, tendo em vista que os ovos de maneira geral são perecíveis, e começam a perder sua qualidade interna imediatamente após a postura. Para retardar a velocidade do processo de perda da qualidade dos ovos, devem ser utilizadas baixas temperaturas de armazenamento após a coleta (SOUZA et al., 1994).

O Com a elevação da temperatura durante o período de armazenamento de ovos, a qualidade do albúmen é prejudicada. Em decorrência disso, tem-se um aumento do pH do albúmen do ovo, o que, por consequência, aumentará a perda de dióxido de carbono (LINDEN; LORIENT, 1996; BERARDINELLI et al., 2003a; TONA et al., 2003, 2004, 2005; YASSIN et al., 2008). Então, quando se tem um aumento do pH do albúmen de forma inadequada durante o armazenamento dos ovos, a propriedade antimicrobiana das proteínas fica limitada, podendo tornar um ambiente propício para o desenvolvimento de microorganismo (FERNANDES et al., 1993; BRAKE et al., 1997; ALLEONI; ANTUNES, 2001; SILVERSIDES; SCOTT, 2001; PLETI et al., 2009).

Ao verificar a umidade relativa média da sala de ovos do matrizeiro, nota-se que a primavera foi a única estação que esteve dentro das faixas ideais com 74,3%, de acordo com os autores Elibol, Peak e Brake (2002); Samli et al. (2005); Fiúza et al. (2006); Elibol e Brake (2008a, 2008b); Araújo, Alebrante e Castro (2009). Porém, o verão e outono obtiveram os maiores valores médios com 79,2 e 78,4%. Observa-se também que essas ficaram próximas das condições ideais. Isso demonstra que a umidade relativa média da sala de ovos não apresentou uma condição climática crítica para o armazenamento dos ovos férteis, ou seja, a umidade relativa da sala apresentou um ambiente adequado para a armazenagem dos ovos férteis.

O maior valor médio de entalpia específica foi verificado no verão com 61 kJ.kg de ar seco⁻¹ e a menor média foi na primavera com 57 kJ.kg de ar seco⁻¹ provocado pela elevação da temperatura e umidade relativa da sala. Tendo em vista que os valores médios de temperatura e umidade relativa dentro da sala de ovos estiveram acima do recomendado, essas faixas ideais de entalpia específica foram estabelecidas a partir da equação proposta por Rodrigues et al. (2011). Sendo assim, pode-se dizer também que a quantidade de calor existente dentro da sala de ovos esteve acima da recomendada. Isso pode ser observado pelos valores da entalpia específica que não estavam dentro das condições de conforto térmico ideais preconizados para o armazenamento dos ovos férteis.

De uma maneira geral, o microclima da sala de ovos apresentou pequenas variações, destacando-se os valores da temperatura média acima da recomendada. É importante salientar que podem existir dois microclimas dentro da sala de ovos matrizeiro, que seria o ambiente dentro das caixas de ovos e a sala de ovo, esses nem sempre apresentam as mesmas condições climáticas conforme a Tabela 5. Para melhorar a eficiência do sistema de climatização, é necessário considerar os dois microclimas, para que se possam obter as condições ideais de conforto térmico para o estoque de ovos fertilizados. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, praticamente as variações foram mínimas.

Tabela 5 – Temperatura média referente ao microclima de dentro das caixas de ovos e na sala climatizada, com suas diferenças para as três estações do ano

Estações do ano	Temperatura das caixas (°C)	Temperatura da sala de ovos (°C)	Varição da temperatura (°C)
Primavera	23,0 A	22,3 C	0,7
Verão	24,4 A	24,0 A	0,4
Outono	23,6 B	23,4 B	0,2
Teste F	6,96*	122,2*	

Médias com letras diferentes maiúsculas nas colunas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

Então, para minimizar as perdas pré-porteira, os ovos devem ser estocados e submetidos à temperatura abaixo do zero fisiológico, para evitar início do desenvolvimento embrionário antes dos ovos serem incubados. Na ocorrência deste episódio, ocorrem a degradação dos elementos dos ovos (viscosidade e pH do albúmen), perda de água excessiva dos ovos, malformação embrionária, baixa eclodibilidade e qualidade do pinto (MEIJERHOF, 1992; REIJRINK et al., 2008, 2009, 2010).

Com relação às variáveis microclimáticas umidade relativa e entalpia específica de dentro das caixas de ovos, não houve diferença estatística entre as idades de matrizes em que cada idade de matriz corresponde a uma estação do ano.

É consenso que o tempo de estoque de ovos fertilizados diminui a sobrevivência embrionária proporcionalmente à duração da armazenagem. Sabe-se que a eclodibilidade, pode declinar quando o tempo de armazenamento dos ovos excede três dias, independentemente da temperatura (MEIJERHOF et al., 1994). Contudo, para minimizar essa perda da eclodibilidade devido ao tempo de

estocagem, é necessário que os ovos férteis fiquem estocados a uma temperatura abaixo do zero fisiológico, conforme o apresentado nas faixas ideais.

Então, Freitas et al. (2011) explicaram a importância de manter a temperatura do ambiente da sala de estocagem dos ovos dentro das faixas ideais, pois quando a temperatura se encontra acima do recomendado, tem-se uma redução na qualidade da albumina, além de ocasionar perda excessiva de água e dióxido de carbono. Se durante a estocagem dos ovos a temperatura estiver acima do recomendado, ocorrerá a aceleração das reações físico-químicas levando à degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações a água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose. O excesso de água na gema ocasiona um aumento, levando a um enfraquecimento da membrana vitelínica tornando-se maior Gonzales e De Blas (1991), o que possivelmente ocasionará perda na eclodibilidade do ovo.

De maneira geral, a umidade relativa média de dentro das caixas de ovos esteve acima do recomendado, porém, apenas na primavera e verão com o tempo de estocagem 03-06 h apresentaram valores médios dentro das faixas ideais, com 71 e 72,4%. Essa tendência pode ser explicada pelo menor tempo de estoque dos ovos na sala climatizada, os quais ainda estavam dentro do período entre 5 - 10 horas até estabilizar com o ambiente da sala (FIÚZA et al., 2006).

É importante que a umidade relativa dentro das caixas esteja na faixa ideal, pois, com a elevação dessa grandeza psicrométrica pode-se gerar um ambiente propício para proliferação de microorganismo (fungos e bactérias), devido à condensação sobre os ovos, que por consequência prejudicará a eclodibilidade e qualidade dos pintos (LOURENS et al., 2006; MOURA et al., 2008; BARACHO et al., 2010).

O maior valor médio de umidade relativa dentro das caixas de ovos foi encontrado no outono com tempo de estocagem de 50-52 h, com média de 88,2%. Isso pode ser justificado em função de que as matrizes eram mais velhas (ovos oriundos dessas tendem a perder mais água para o ambiente, o que pode ter tornado o ambiente das caixas mais úmido), devido aos ovos terem permanecido um maior tempo estocados.

Os ovos oriundos de matrizes velhas frequentemente são maiores e têm a casca mais fina e com maior número de poros, os quais permitem uma maior capacidade de trocas de gases e vapor de água entre o embrião e o ambiente da

caixa de ovos (WILSON, 1991; MCLOUGHLIN; GOUS, 2000; RIBEIRO et al., 2007). Então, essa capacidade de perda de água dos ovos está diretamente relacionada com a espessura ou resistência da casca, com o número e as dimensões dos poros, e também com as condições microclimáticas de dentro da caixa (TULLETT, 1990; CAMPO; RUANO, 1995; BRAKE, 1996; SANTOS, 2003). O tempo de estocagem também influencia a perda de água dos ovos, pois quanto maior for o tempo de armazenamento, maior será a perda de água, que, por consequência, poderá modificar a umidade relativa dentro da caixa (FIÚZA et al., 2006; BARBOSA et al., 2008a).

Também observa-se que as maiores umidades relativas médias ocorreram nos tempos de estocagem de 50-52 h para todas as idades de matrizes. Esse fato pode ter ocorrido devido aos ovos terem permanecido um maior tempo estocado, de maneira a liberar mais água para o microambiente das caixas. Os autores Freitas et al. (2011) relacionam o aumento da umidade relativa dentro do ambiente de estocagem com o período de armazenagem dos ovos, ou seja, quanto mais tempo os ovos permanecerem estocados mais água poderão perder para o ambiente da caixa.

A variação entálpica média esteve acima da faixa ideal para todas as idades de matrizes e tempos de estocagem. A maior média de entalpia específica dentro das caixas de ovos ocorreu no outono e tempo de estocagem de 50-52 h, com valor médio de $62,8 \text{ kJ. kg de ar seco}^{-1}$, gerado pela elevação da temperatura e umidade relativa. Então, quanto maior o valor de entalpia específica, maior a quantidade de energia térmica existente no ar seco (dentro da caixa de ovos).

Deste modo, pode-se dizer que a qualidade dos ovos férteis pode ficar comprometida, quando estes são estocados em condições adversas (temperatura e umidade relativa). Foi observado por alguns autores, que os ovos recém coletados e que são estocados sob condições de temperatura e umidade relativa inadequada, podem apresentar características e aparência de mais velhos Proffoot (1961); Barbosa et al. (2008a), além de prejudicar a eclosão dos ovos.

O sucesso da incubação requer condições ótimas de armazenamento na sala de ovos do matrizeiro, considerando que as condições impostas pelo ambiente sejam um somatório dos fatores biológicos (isenção ou controle da proliferação de microorganismos) e fatores físicos (tempo e clima). As necessidades microclimáticas são primordiais para paralisar o desenvolvimento embrionário antes da incubação,

minimizando as perdas produtivas (BOLELI, 2003; MURAROLI; MENDES, 2003; SANTOS et al., 2007; REIJRINK et al., 2008).

3.4.2 Avaliação da perda de água dos ovos férteis

Com o desdobramento da interação da idade das matrizes e os tempos de estocagem, foi possível detectar a diferença estatística na perda de água dos ovos férteis, durante a permanência desses na sala de ovos do matrizeiro (Tabela 6). À medida que aumentou a idade da matriz e o tempo de estocagem, houve também aumento na perda de água dos ovos férteis.

Tabela 6 – Perda de água dos ovos férteis em função da idade de matrizes e tempos de estocagem

Idade das matrizes de corte	Perda de água dos ovos férteis (%)		
	Tempos de estocagem (h)		
	03-06	26-30	50-52
Nova	0,08 Cc	0,21 Cb	0,31 Ba
Intermediária	0,15 Ac	0,29 Bb	0,39 Aa
Velha	0,13 Bc	0,32 Ab	0,42 Aa
Teste F	14,31*		

Médias com letras diferentes (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% (P < 0,05)

Os autores Tanure et al. (2009) verificaram que a idade da matriz influencia a perda de peso dos ovos férteis durante o armazenamento, e que os maiores valores médios de perda de água foram encontrados em ovos oriundos de matrizes mais velhas e com maior período de armazenagem. Resultados semelhantes a este foram verificados por Almeida et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Barbosa et al. (2008b); Moraes et al. (2009); Dias et al. (2011).

A maior perda de água dos ovos durante o armazenamento foi verificada em ovos oriundos de matrizes velhas, conforme os autores Roque e Soares (1994); Almeida et al. (2006); Tanure et al. (2009); Corrêa et al. (2011); Dias et al. (2011). Isso ocorre porque os ovos oriundos de matrizes velhas apresentam maior porosidade e menor espessura da casca, os quais tendem a perder mais água em relação aos ovos oriundos de matrizes jovens.

Observa-se também que, quanto maior é o período de estocagem dos ovos, maior será a perda de água dos ovos. Resultados semelhantes a este foram

encontrados por Ferreira et al. (2005, 2006) que, em estudos realizados com matrizes pesadas da linhagem Cobb (33 e 58 semanas de idade), concluíram que a maior perda de peso foi verificado em ovos produzidos pelas aves mais velhas com oito dias de armazenamento.

Os maiores valores médios de perda de água dos ovos férteis foram verificados na idade de matriz velha com o tempo de estocagem de 50-52 h, obtendo 0,42% de perda de água. Este não diferiu estatisticamente da idade de matriz intermediária no mesmo período de estocagem, apresentando valor médio de 0,39% de perda de água. Porém essas obtiveram as maiores médias, diferindo estatisticamente das demais idades de matrizes de corte e dos tempos de estocagem.

O que pode justificar ausência de diferença estatística na perda de água dos ovos férteis para as idades de matrizes velhas e intermediária com os tempos de estocagem de 50-52 h, seria porque a idade de matriz intermediária foi estudada durante o verão. Neste período as condições microclimáticas dentro das caixas e da sala de ovos encontravam-se com a temperatura média de 23,9 °C e 24,3 °C e a umidade relativa baixa, 78% e 79,2%, sendo que neste período houve uma tendência de alta amplitude térmica em relação à idade de matriz velha.

Sabe-se que a evaporação da água do ovo é um processo contínuo, tendo início no momento da postura e não cessando até que esteja completamente desidratado. A velocidade de perda de água dos ovos é acelerada em altas temperaturas e retardada por alta umidade relativa (STADELMAN; COTTERILL, 1977). Então, quanto menor a temperatura do ambiente de estocagem, menor será a velocidade de declínio da qualidade dos ovos (DOGAN et al., 1996; OLIVEIRA, 2006; TANURE et al., 2009).

Ao avaliar o efeito da temperatura e período de estocagem de ovos de poedeiras comerciais, Santos et al. (2009) concluíram que os ovos mantidos em temperatura de refrigeração (abaixo de 19 °C) apresentaram menor perda de peso e melhores índices de percentagem da clara, gravidade específica, unidades Haugh e coloração da gema crua, quando comparados aos ovos conservados em temperatura ambiente. O aumento do período de estocagem dos ovos, independente da temperatura de conservação, ocasionou perda de peso dos ovos e reduções na gravidade específica e unidades Haugh.

A Figura 5 apresenta os valores médios de perda de água dos ovos férteis para as três idades de matrizes (nova, intermediária e velha) e com os tempos de estocagem de ovos (3-6, 26-30 e 50-52 h), durante a permanência desses na sala de ovos do matrizeiro.

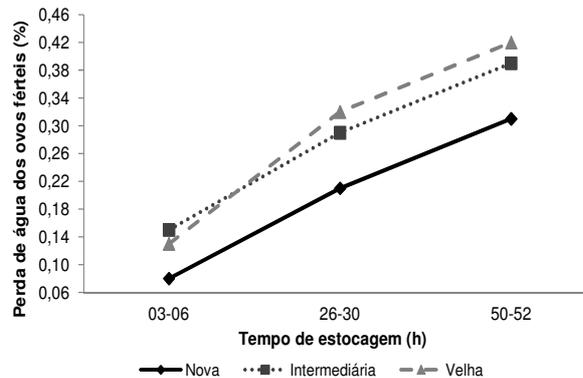


Figura 5 – Valores médios das perdas de água dos ovos férteis referentes às idades das matrizes de corte (nova, 29-30 semanas; intermediária, 42-43 semanas e velha, 52-53 semanas) e seus respectivos tempos de estocagem (03-06, 26-30 e 50-52 h), na sala de ovos do matrizeiro

Com relação aos tratamentos, foi possível observar que quanto mais nova for a matriz de corte e menor for o tempo de estocagem, menor será a perda de água dos ovos férteis. Segundo os autores Dalanezi et al. (2004, 2005), isso ocorre porque as matrizes novas produzem folículos menores, o que resulta na produção de ovos menores, com casca mais grossa, um menor número e diâmetro de poros, o que ocasiona as menores perdas de água dos ovos.

Então, com a redução do tempo de estocagem poderá evitar perda de água excessiva, a qual é uma das responsáveis pelo decréscimo no índice de eclosão e aparecimento de pintos de má qualidade, (perda de umidade inadequada, má cicatrização dos umbigos, penugem com aspecto pegajoso, maior janela de nascimento). Alguns autores recomendam que, quando o tempo de estocagem for prolongado, é importante que se faça a viragem dos ovos na sala de ovos, para facilitar a difusão dos gases pelo albume e as trocas gasosas entre o embrião e o meio externo (PEEBLES; MARKS, 1991; MEIJERHOF, 1992; ELIBOL; BRAKE, 2008b; MORAES et al., 2009), além do controle das condições microclimáticas da sala de ovos durante o período de armazenagem dos ovos férteis.

Houve diferença estatística para o efeito das variáveis microclimáticas temperatura média, desvio padrão da temperatura, umidade relativa média e o desvio padrão da umidade relativa no modelo da logit da perda de água dos ovos férteis, apresentado pela metodologia.

Observou-se que ao aumentar 1 °C de temperatura no logit da perda de água dos ovos houve uma diminuição de -1,14 unidades no logit. Isso representa 0,2% de perda de água dos ovos. A variabilidade da temperatura (desvio padrão da temperatura) apresentou uma maior influência no logit da perda de água dos ovos com 3,10 unidades, o que equivale a uma perda de água dos ovos de 0,9%. Então, a oscilação da temperatura (ΔT) da sala de ovos pode ser mais prejudicial à perda de água dos ovos férteis, do que a uma temperatura elevada, porém sem a variação, ou seja, altas temperaturas constantes.

Ao aumentar 1% de umidade relativa no logit da perda de água dos ovos, houve uma diminuição de 0,033 unidades no logit, o que equivale 0,5% de perda de água dos ovos. A variabilidade da umidade relativa (desvio padrão da umidade relativa) apresentou o mesmo comportamento do logit da perda de água da umidade relativa. Portanto, pode-se dizer que a umidade relativa e a amplitude dela, apresentaram o mesmo percentual na perda de água dos ovos.

Em função dos resultados, pode-se dizer que, por meio do modelo logit_perda, as variações de temperatura e umidade relativa podem ocasionar as seguintes perdas de água de acordo com as simulações (Tabela 7).

Deste modo, a importância do controle das condições microclimáticas dentro da sala de ovos do matrizeiro se resume em oferecer, durante o tempo de estocagem dos ovos, as condições adequadas para a perda de água dos mesmos, de maneira a satisfazer as exigências térmicas do embrião.

Tabela 7 – Simulação das variações de temperatura e umidade relativa no modelo Logit_perda em função da perda de água dos ovos férteis

Temperatura °C	Umidade relativa %	Perda de água dos ovos %
+0,5	-	0,36
+1,0	-	0,20
+1,5	-	0,15
+2,0	-	0,09
ΔT	-	0,90
-	+0,5	0,50
-	+1,0	0,50
-	+1,5	0,51
-	+2,0	0,52
-	ΔUR	0,50

3.5 Conclusões parciais

- Conforme os resultados obtidos pode-se dizer que as condições microclimáticas da sala de ovos do matrizeiro estiveram acima das faixas ideais, para as idades de matrizes e os tempos de estocagem. As piores condições térmicas foram encontradas na idade de matriz intermediária durante o período de verão.

- Os ovos oriundos de idade de matriz velha e intermediária com o tempo de estocagem de 50-52 h, apresentaram as maiores perdas de água. Também se verificou que as menores perdas de água dos ovos ocorrerão sempre no menor tempo de estocagem para todas as idades de matrizes.

- A oscilação da temperatura na sala de ovos pode aumentar mais a perda de água dos ovos férteis, do que a elevação da temperatura. A umidade relativa e a variação dela apresentaram as mesmas proporções de perdas de água dos ovos férteis.

- De acordo com o modelo pressuposto, para cada variação de 1 °C na temperatura aumenta em 0,2% a perda de água e para cada 1% de aumento na umidade relativa aumenta 0,5% da perda de água em ovos.

Referências

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.4, p. 681-685, 2001.

ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 45-49, 2006.

ARAÚJO, W.A.G.; ALEBRANTE, L.; CASTRO, A.D. Fatores capazes de afetar os indicies de eclosão. **Revista Eletrônica Nutritime**, Campinas, v.6, n.5, p.1072-1087, 2009.

BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; GIGLI, A.C.S. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, p.563-577, 2010.

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; MENDONÇA, M. O.; FREITAS, E. R.; FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v.24, n.2, p.127-133, 2008a.

BARBOSA, V.M.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R. Efeitos da umidade relativa do ar na incubadora e da idade da matriz leve sobre o rendimento da incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.3, p.741-748, 2008b.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of Transport Vibrations on Quality Indices of Shell Eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495–502, 2003a.

BOLELI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZÁLES, E. **Manejo da incubação**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p.472-498.

BRAKE, J.T. Optimization of egg handling and storage. **World Poultry Science**, Amsterdam, v.12, p.6-9, 1996.

BRAKE, J.; WALSH, T.J.; JR. BENTON, C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R.; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 144-151, 1997.

CAMPO, J.L.; RUANO, R.G. Differences between hatched and non-hatched eggs for weight loss during incubation, shell color, and shape index. **Archiv für Geflügelkunde**. Stuttgart, v. 59, p. 310- 313, 1995.

CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A.; CORRÊA, G.S.S.; SANTOS, G.G.; FELIPE, V.P.S.; WENCESLAU, R.R.; SOUZA, G.H.; CAMPOS, N.C.F.L. Efeito da interação idade da matriz x peso do ovo sobre o desempenho de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte v.63, n.2, p.433-440, 2011.

DALANEZI, J.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; TAKITA, T. S.; PAZ, I. C. L. A. Efeito da idade da matriz sobre o rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p. 685-690, 2004.

DALANEZI, J.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; PAZ, I.C.L.A. Efeito da idade da matriz sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.2, p. 250-260, 2005.

DECUYPERE, K.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 48, p. 27-38, 1992.

DECUYPERE, E.; TONA, K.; BRUGGEMAN, V.; BAMELIS, F. The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 57, 2001.

DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da Incubação**. Jaboticabal: FACTA, 2003. 537 p.

DIAS, B.H.R.; TAVARES, T.M.; GOMES, F.R.; CALDEIRA, L.G.M.; MACHADO, A.L.C.; LARA, L.J.C.; ABREU, J.T. A influência da idade da matriz pesada e do tempo de armazenamento sobre a eclodibilidade dos ovos férteis. **Produção Animal-Avicultura**, Campinas, n. 48, p. 42-50, 2011.

DOGAN, H.K.; BAYINDIRLI, L. Mechanism of egg deterioration induced by exposure to high temperatures. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 66, n.10, p. 1060-1063, 1996.

ELIBOL, O.; PEAK, S.D.; BRAKE, J. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 945-950, 2002.

ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry science**, Savoy, v. 87, n. 6, p. 1237-1241, 2008.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G.; CHURCH, J.S.; HARDIN, R.T.; PETITTE, J.N. Variability in pre-incubation embryo development in domestic fowl: effects of nest holding time and method of egg storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p.1876–1881, 1991.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; HARDER, R.T. Variability in pre-incubation embryonic development in domestic fowl. 2. Effects of duration of egg storage period. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 2129–2132, 1992.

FERNANDES, E.A.; GUARATO, F.L.; MURAKAMI, A.F. Efeito da temperatura do período de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos para consumo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, p.107, 1993.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; CORRÊA, G.S.S. Influência da idade da matriz sobre a qualidade do ovo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 7, p. 16, 2005.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA A.M.Q.; LÓPEZ, C.A.A.; MORAES, D.T. Influência da idade da matriz e do período de armazenamento dos ovos sobre a uniformidade dos pintos aos 11 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 8, p. 17, 2006

FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L.; RIBEIRO, B.R.C.; BAIÃO, N.C. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 3, p. 408-413, 2006.

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; SENO, L. O.; FELIX, G. A.; LIMA, N. D. S.; FERREIRA, V. M. O. S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, p.66-72, 2011.

GONZALES MATEOS, BLAS BEORLEGUI, C. **Nutricion y alimentacion de gallinas ponedoras**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. 263p.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica agroindustrial. Revalorización alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza: Acribia, 1996. 428p.

LOURENS, S., MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of Egg Size on Heat Production and the Transition of Energy from Egg to Hatchling. **Poultry Science**, Savoy, 85:770-776, 2006.

MCLOUGHLIN, L.; GOUS, R.M. Efecto del tamaño del huevo en el crecimiento pre y post natal de pollitos de engorde. **Avicultura Profesional**, Santiago, v. 18, p. 24-29, 2000.

MEIJERHOF, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 48, n.1, p. 57–68, 1992.

MEIJERHOF, R.; NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; LEENSTRA, F.R. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v.35, p.249–257, 1994.

MORAES, T.G.V.; ROMAO, J.M.; CARDOSO, W.M.C. Parâmetros da incubação e componentes dos ovos de codornas japonesas para corte (*Coturnix japonica*) submetidos à estocagem em baixas temperaturas ($7,5 \pm 1$ °C). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 233-242, 2009.

MOURA, A. M. A.; OLIVEIRA, N. T. E.; THIEBAUT, J. T. L.; MELO, T. V. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.578-583, 2008.

MURAROLI, A.; MENDES, A. A. Manejo da incubação, transferência e nascimento do pinto. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Eds.) **Manejo da incubação**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2.ed., p. 180-198, 2003.

OLIVEIRA, G.E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 2006. 79p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PEEBLES, E. D.; MARKS, H. L. Effects of selection for growth and selection diet on egg shell quality and embryonic development in Japanese quail. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n.7, p. 1471-1480, 1991.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PLETI, A.K.; LIMA, J.J.; CANDIDO, L.M.B. Qualidade interna do ovo de avestruz após estocagem em temperatura ambiente e refrigerada. **Ciência Rural**, Santa Maria v.39 n.6, 2009.

PROUDFOOT, F. G. The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. **Poultry Science**, Champaign, v. 40, n.1, p. 99-102, 1961.

REIJRINK, I. A. M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.64, p. 581–598, 2008.

REIJRINK, I. A.M.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; GRAAT, E.A.M.; VAN DEN BRAND, H. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.88, p. 2649–2660, 2009.

REIJRINK, I. A.M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.89, p.1225–1238, 2010.

RIBEIRO, B.R.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LOPEZ, C.A.A.; FIUZA, M.A.; CANÇADO, S.V.; SILVA, G.M.M. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.789-796, 2007.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, ed. 3: Springer Berlin, Heidelberg, p. 455-459, 2011.

ROQUE, L.; SOARES, M.C. Effects of eggshell and broiler breeder age on hatchability. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1838-1845, 1994.

SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 548–553, 2005.

SANTOS, G.C.F. **Efeito de linhagem e idade de reprodutoras pesadas e leves sobre a perda de umidade de ovos incubáveis aos 18 dias de incubação, submetidos a diferentes percentuais de umidade relativa**. 2003. 17 p. Monografia (Pós-graduação *lato-sensu* em Ciências Aviárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SANTOS, J.R.G.D.L; FORNARI, C.M.; TÊO, M.A. Influência da qualidade da casca do ovo sobre índices de produtividade de um incubatório industrial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.524-527, 2007.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A.B.E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.3, p.513-517, 2009.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620 p.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 1240-1245, 2001.

SOUZA, H.B.A.; LIMA, T.M.A.. Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.5, p.27-36, 1994.

SUAREZ, M.E.; WILSON, H.R.; MATHER, F.B.; WILCOX, C.J.; MCPHERSON, B.N. Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1029-1036, 1997.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. 2 ed. Westport: Avi Publishing Company, 1977. 323 p.

TANURE, C.B.G.S.; CAFÉ, M.B. ; LEANDRO, N.S.M. ; BAIÃO, N.C.; STRINGHINI, J.H.; GOME, N.A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.6, p.1391-1396, 2009.

TONA, K., F.; BAMELIS, B.; DE KETELAERE, V.; BRUGGEMAN, V. M. B.; MOREAS, J.; BUYSE, O.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p.736–741, 2003.

TONA, K.; ONAGBESAN, O.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, p. 10-18, 2004.

TONA, K.; BRUGGEMAN, V.; ONAGBESAN, O.; BAMELIS, F.; GBEASSOR, M.; MERTENS, K.; DECUYPERE, E. Day-old chick quality: relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. **Avian and Poultry Biology Reviews**, Northwood, v. 16, n. 2, p. 109-119, 2005.

TULLETT, S.G. Science and art of incubation. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 1- 15, 1990.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data**. New York: Springer Science + Business Media, 2000.

VIEIRA, A.M.C. **Modelagem simultânea de média e dispersão e aplicações na pesquisa agrônoma**. 2008. 176 p. Tese (Doutor em Estatística e Experimentação Agrônoma) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

WILSON, H.R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.47, p.5-20, 1991.

YASSIN, H.; VELTHUIS, A.G.J.; BOERJAN, M.; VAN RIEL, J.; HUIRNE, R.B.M. Field study on broiler eggs hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v.87, p.2408–2417, 2008.

4 AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL TÉRMICO E DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO EM DIFERENTES RODOVIAS NO TRANSPORTE DE OVOS FÉRTEIS

Resumo

O objetivo foi avaliar as condições microclimáticas em caminhões baú de transporte de ovos, em diferentes estações do ano e a relação entre os níveis de vibração, sobre a qualidade dos ovos férteis. A pesquisa foi conduzida na empresa integradora avícola em Mogi-Mirim – SP, por meio do acompanhamento de três carregamentos em diferentes estações do ano (primavera, verão e outono). Foi utilizado um caminhão climatizado do tipo baú, com capacidade para 592 caixas de ovos. Foram transportados 4320 ovos, totalizando 18 caixas referentes às idades das matrizes (nova, intermediária e velha), da linhagem Cobb Fast. Também foram analisados três intervalos de tempos de estocagem. Os ovos foram transportados em três viagens, sendo 1440 ovos transportados por viagem. A avaliação bioclimática do baú foi realizada em intervalos de 1 minuto por meio do registro temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) e entalpia específica ($\text{kJ.kg de ar seco}^{-1}$). Foram avaliados dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superior e inferior) de 9 pilhas. Foi instalado um microprocessador da marca Logen[®] dentro das caixas de ovos estudadas, totalizando 18 microprocessadores. As avaliações dos níveis de vibração (m.s^{-2}) e choques nas estradas de terra e asfalto foram registradas por meio de quatro acelerômetros da marca Hobo. O número de ovos trincados e quebrados foi obtido através da contabilização de toda a carga transportada, pelo método visual. A avaliação da perda de água dos ovos foi realizada através da pesagem de 140 ovos individualizados de cada tratamento, utilizando uma balança semi-analítica. Para avaliação e caracterização bioclimática, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3×2 , bem como realizada a análise da geoestatística (krigagem). Para o nível de vibração o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial $3 \times 2 \times 4$. Para o número de choques o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3×2 . Para o número de ovos trincados e perda de água dos ovos, o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3×3 . As condições bioclimáticas das cargas transportadas estiveram acima das faixas ideais. O nível de posicionamento das caixas de ovos superiores oferece as piores condições térmicas para as três estações. O verão foi a pior estação para o transporte de ovos. As regiões de piores condições microclimáticas nos dois níveis de posicionamento das caixas situaram-se próximo ao climatizador e parte central da carroceria. Os piores níveis de vibração e choques da carga ocorreram no sentido vertical. A estrada de asfalto ofereceu as piores condições para o transporte de ovos. O maior número de ovos trincados e quebrados ocorreu na viagem 1. As perdas no transporte ultrapassaram 1%, as quais são atribuídas às trincas e quebras dos ovos. As matrizes velhas e intermediárias foram as que apresentaram maior número de ovos trincados e quebrados. Os ovos oriundos de matrizes intermediárias e com maior tempo de estocagem perdem mais água no transporte. A variação da temperatura e umidade relativa pode aumentar a perda de água dos ovos.

Palavras-chave: Ambiente, Operação pré-porteira; Avicultura; Vibrações; Estradas

Abstract

The aim was to evaluate the microclimatic conditions of egg's transportation box trucks, in different seasons of the year and the relation among vibration levels on the quality of fertile eggs. The research was carried out in an integrated poultry company in the city of Mogi Mirim – São Paulo state, Brazil, through the accompaniment of three loadings in different seasons of the year (spring, summer and autumn). An acclimatized box truck was used, with a capacity to 592 boxes of eggs. Four thousand and three hundred and twenty eggs were transported, totaling 18 boxes referred to the breeders ages (young, intermediate and old) of Cobb Fast strain. Three intervals of storage times were also evaluated. Eggs were transported in three trips, which consisted of 1440 eggs transported per trip. The bioclimatic evaluation of the box truck was done in intervals of 1 minute by the register of temperature ($^{\circ}\text{C}$), relative humidity (%) and specific enthalpy (kJ.kg of dry air $^{-1}$). Two levels of positioning of the eggs boxes were evaluated (upper and lower) from 9 stacks. A microprocessor (Logen[®]) was installed inside the studied boxes of eggs, totaling 18 microprocessors. The evaluation of vibration levels (m.s^{-2}) and impacts in the dirt and asphalt roads were registered by four accelerometers (Hobo[®]). The number of cracked and broken eggs was obtained through the counting of all transported load, by the visual method. The evaluation of water loss of the eggs was done through the individualized weighing of 140 eggs from each treatment, using a semi-analytical weighing-machine. To the evaluation and bioclimatic characterization a random design was adopted in a 3 x 2 factorial design, and also a geostatistics analysis was done (kriging). To the vibration level a random design was adopted in a 3 x 2 x 4 factorial design. To the number of shocks a random design was adopted in a 3 x 2 factorial design. To the number of cracked eggs and the water loss of the eggs a random design was adopted in a 3 x 3 factorial design. Bioclimatic conditions of the transported loads were higher than the ideal bands. The upper level of positioning of the egg boxes had the worst thermal conditions to the three studied seasons. The summer was the worst season to the transportation of the eggs. The truck's regions with the worst microclimatic conditions in the two positioning levels were those close to the air conditioner and in the middle part of the truck. The worst vibration levels and shocks of the load occurred in the vertical. The worst conditions to the transportation of eggs were provided by the asphalt highways. The largest number of cracked and broken eggs was observed in the first trip. The losses during transportation were higher than 1%, which are attributed to the cracks and broken of eggs. Older and intermediate breeders presented a higher number of cracked and broken eggs. Eggs from intermediate breeders and with higher storage time loss a higher quantity of water during the transportation. A variation in temperature and relative humidity can increase the water loss of the eggs.

Keywords: Ambience; Post-hatching phase; Poultry; Vibrations; Highways

4.1 Introdução

Os componentes dos ovos férteis juntamente com o embrião podem ser prejudicados quando as condições de transporte, incluindo o microclima, o nível de

vibração e a qualidade das rodovias de acesso são combinadas inadequadamente (LOURENS et al., 2006; OVIEDO-RONDÓN et al., 2009).

É difícil atender a combinação do microclima dentro do caminhão baú e a fisiologia do ovo, devido a gama de condições climáticas encontradas em todo Brasil, onde se tem uma grande variabilidade térmica. Com isso, a produção de pintos pode ser afetada durante o condicionamento no transporte, devido às necessidades de se manter o controle das condições térmicas abaixo de 20°C e umidade relativa de 75% para evitar a condensação na casca dos ovos (FASENKO et al., 1991; DECUYPERE; MICHELS, 1992; FASENKO; HARDIN; ROBINSON, 1992; SOUZA et al., 1994; ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; DECUYPERE et al., 2003; SAMLI et al., 2005; FIÚZA et al., 2006; ELIBOL; BRAKE, 2008a, 2008b; ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009). Durante o transporte dos ovos férteis pode ocorrer uma perda de peso por causa da perda de água e do dióxido de carbono (CO₂). À medida que isso acontece, o espaço da câmara de ar aumenta de tamanho, enquanto as propriedades físico-químicas do albúmen mudam, tornando-o mais claro, menos viscoso e com um pH mais elevado (GAST; HOLT, 2000; ANDERSON et al., 2008). Esta perda de água pode ser reduzida, quando as condições microclimáticas do caminhão baú se encontram dentro das faixas ideais (DAMRON et al. 1994).

Outras condições de estresse, tais como vibrações e impactos, devido ao transporte, também podem afetar a qualidade dos ovos férteis. Pesquisas realizadas por Adão e Skinner (1963) verificaram a influência do transporte de ovos nas medições da unidade haugh, quando os ovos eram submetidos a diferentes temperaturas, circulação de ar e níveis de vibração. A vibração, o impacto e a queda danificam significativamente o albúmen e a qualidade da gema dos ovos durante o trajeto percorrido (PAINE, 1962; PANDA et al., 1973).

O nível de vibração no transporte de ovos férteis vai depender da carga, do tipo de embalagem, da qualidade da estrada, velocidade (constante, aceleração ou frenagem), da distância, do tipo de suspensão e números de eixos do caminhão, da calibragem de pneus e do tipo de amortecedores (SINGH, 1991; PIERCE et al., 1992). De uma forma geral, os caminhões têm movimentos que podem ser regulares ou irregulares, levando-os a trepidar com maior intensidade LIDA (2005), agredindo a casca do ovo, e conseqüentemente provocando danos mecânicos tais como: trincas na casca, agitação do material interno do ovo, danificação do albúmen e

da qualidade da gema, provocando assim perdas dos ovos férteis (PAINE, 1962; THOMPSON et al., 1986).

Quando os níveis de vibrações são altos, os ovos recém coletados, ou seja, ovos novos que ainda não foram estocados sob condições microclimáticas adequadas, podem apresentar-se com características e aparência de mais velhos, ou seja, eles irão ser semelhantes aos ovos que permaneceram estocados por 10 dias. Pois o agitação dos mesmos danificará os elementos dos ovos férteis, tais como: albúmen, gema, casca, etc, o que, conseqüentemente, provocará aborto e malformação embrionária, além de reduzir qualidade dos pintos de corte. Os autores Berardinelli et al. (2003a, 2003b) simularam e avaliaram os efeitos das vibrações de caminhões de ovos sob os parâmetros que descrevem a qualidade dos mesmos, como: unidade Haugh, força da membrana vitelínica e altura da camada de ar, e observaram que as maiores acelerações ocorreram na faixa de frequência de 5-20 Hz, condicionando assim uma diminuição de 28% na unidade Haugh, demonstrando que esses ovos podem parecer cerca de 10 dias mais velhos em relação aos ovos que não sofreram nenhum nível de vibração. Houve uma redução de 18% da força da membrana vitelínica e aumento na altura da camada de ar do ovo.

As perdas contabilizadas no transporte de ovos decorrentes da operação pré-porteira são chamadas de “ovos trincados e rachados”, e representam um grande desafio para as empresas integradoras, uma vez que, além de resultar em prejuízo, ainda apresentam dificuldades de se descobrir qual a fonte de perda, bem como uma maneira de reduzi-las.

O impacto econômico das perdas decorrentes das operações pré-porteira, em 2011, pode ser avaliado na seguinte condição: o Brasil produziu 31,5 bilhões ovos que correspondem aos ovos férteis, incubados e consumo humano Turra (2012), atualmente o custo médio de produção por ovo é em torno de R\$ 0,60 ovo entre os dez maiores estados produtores do Brasil. Conforme esses dados, se se considerar que, durante o transporte, ocorrem perdas de 1% atribuídas a trincas e rachaduras, que foram provocadas por transportes inadequados e/ou operações executadas de maneira errada nesta etapa pré-porteira podem ter gerado um prejuízo anual na indústria avícola nacional, na ordem de R\$ 18,9 milhões.

Partindo do princípio de que nossa avicultura precisa rever alguns de seus processos de manejo, especialmente com relação às etapas pré-porteira, devido à elevada quantidade de perdas, bem como adequar este manejo às nossas

condições ambientais, este trabalho teve como objetivo principal avaliar as condições bioclimáticas em caminhões baú de transporte de ovos, em diferentes estações do ano e a relação entre os níveis de vibração, sobre a qualidade dos ovos férteis, bem como:

- caracterizar e avaliar o perfil térmico da carroceria do transporte de ovos férteis em diferentes níveis de caixas de ovos (superior e inferior) e estações do ano;
- caracterizar e avaliar a relação entre diferentes níveis de vibração e no total de ovos trincados;
- caracterizar e avaliar a influência das estradas sobre os níveis de vibração do caminhão;
- avaliar a perda de água dos ovos oriundos de diferentes idades de matrizes de corte e tempo de estocagem durante o transporte, até a chegada do incubatório.

4.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida nas instalações do matrizeiro e do incubatório avícola de uma empresa integradora, localizado no município de Mogi Mirim no Estado de São Paulo, apresentando latitude de 22°25'55" S, longitude de 46°57'28" W e altitude de 632 m. Os períodos experimentais foram de novembro a dezembro de 2010 e de fevereiro a abril de 2011, durante a primavera, verão e outono, acompanhando três carregamentos. O clima da região é caracterizado como mesotérmico Cwa (tropical de altitude), com temperatura do mês mais frio menor que 18°C, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C, segundo classificação Köppen (Pereira et al., 2002).

4.2.1 Caracterização do caminhão

Foi realizado um perfil térmico do caminhão de transporte do tipo baú, modelo Constellation 26-370 6x4 tractor da Volkswagen, apresentando as seguintes dimensões 7,5 x 2,6 x 2,536 m, com três eixos. A calibragem dos pneus era feita com 100 libras, o tipo de suspensão era com molas parabólicas e amortecedores

hidráulicos de dupla ação. O caminhão era climatizado com as condições de temperatura de 23 °C e umidade relativa de 80%, com uma capacidade de aproximadamente 592 caixas de ovos empilhadas e distribuídas na área da carroceria (Figura 6). Porém os carregamentos estudados apresentaram: quatro fileiras eixo x e seis pilhas no eixo y, com um lastro de 21 caixas por três fileiras mais 11 caixas, totalizando 74 caixas no lastro.

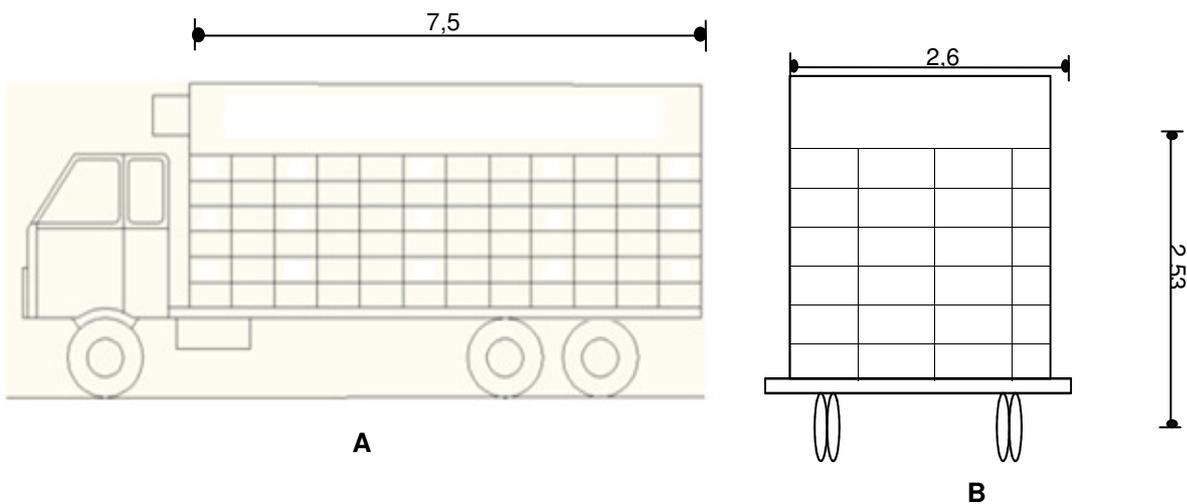


Figura 6 – Dimensões da carroceria do caminhão: comprimento em metros (A), largura e altura em metros (B)

Na Figura 7 são apresentadas a imagem lateral do caminhão baú e a distribuição e locação da carga do transporte de ovos férteis.



Figura 7 – Tipo do caminhão baú (A) utilizado na pesquisa, distribuição e locação da carga do transporte de ovos férteis (B)

As caixas de transporte de ovos possuem dimensões externas de 63 x 32,5 x 30 cm e espessura 3 mm, com aberturas nas laterais de 3,2 x 1,1 cm e no fundo de 2 x 2 cm. Elas suportam 240 ovos que equivalem a 8 bandejas de plástico com as dimensões de 30 x 30 cm com capacidade para 30 ovos (Figura 8).



Figura 8 – Caixa de transporte de ovos férteis (A) e bandeja (B)

4.2.2 Capacidade de carregamento do caminhão

A carga total média dos carregamentos foi de 90.480 ovos. Para a aquisição de dados desta pesquisa foram transportados 4320 ovos referentes às idades das matrizes e seus respectivos tempos de estocagem. Esses ovos foram alocados separadamente em caixas de transporte identificadas com etiquetas, totalizando 18 caixas de ovos. Estes ovos foram transportados em três viagens, sendo 1440 ovos transportados por viagem.

Na Tabela 8 é apresentada a relação das três cargas do caminhão nas suas respectivas idades de matrizes durante a pesquisa. Os carregamentos foram determinados em função das idades das matrizes, ou seja, cada carregamento foi realizado com ovos oriundos de uma idade específica de matriz.

Tabela 8 – Relação total dos três carregamentos do caminhão referentes às idades de matrizes de corte e suas respectivas estações do ano

Idades das Matrizes	Época do ano	Carga total do caminhão (caixas de ovos)	Total de ovos
Nova	Primavera	302	72480
Intermediária	Verão	467	112080
Velha	Outono	362	86880
Média		377	90480

4.2.3 Caracterização bioclimática da carga do caminhão

Na caracterização do ambiente térmico foram registradas as variáveis: temperatura ambiente (T; °C) e umidade relativa (UR; %), por meio de microprocessadores da marca Logen®, em intervalos de 1 minuto.

Os dados foram registrados em dois níveis de carga (caixa no nível superior e inferior) de 9 pilhas de seis caixas de ovos férteis identificadas com etiquetas e distribuídas ao longo do perfil da carroceria do caminhão. Para obtenção do perfil das variáveis ambientais ao longo da carga do caminhão, foram instalados 9 microprocessadores em toda a extensão do caminhão nas caixas superiores e inferiores das pilhas identificadas, totalizando 18 microprocessadores, o que permitiu caracterizar o microclima onde os ovos férteis foram transportados (Figura 9).

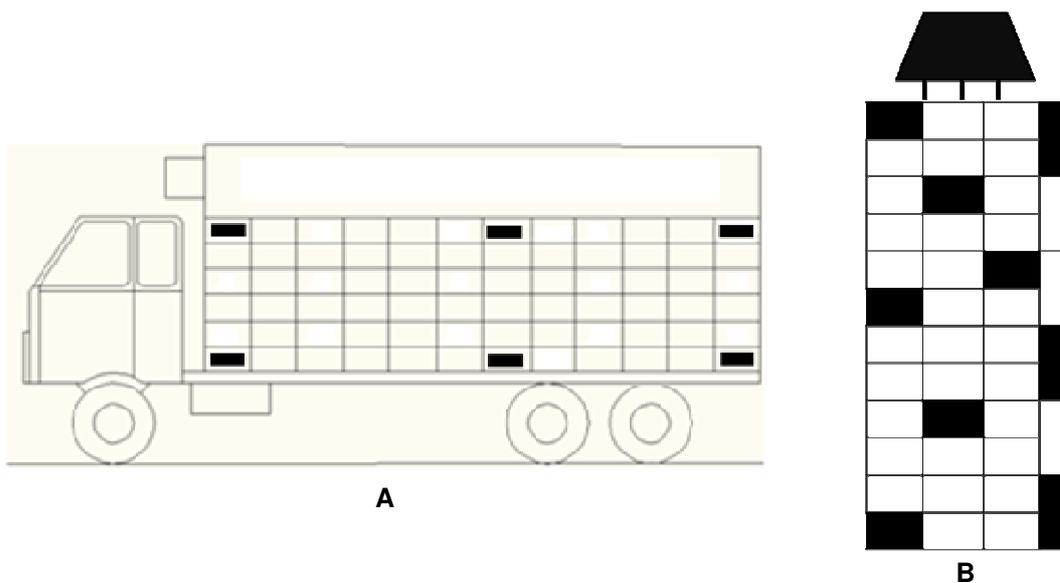


Figura 9 – Distribuição dos microprocessadores “loggers”, representados pelas caixas pretas ao longo da carga (A) vista lateral e (B) vista superior

Para caracterização da quantidade de calor existente no ambiente interno do baú do caminhão, foi utilizada também a grandeza psicrométrica entalpia específica (h; kJ.kg de ar seco⁻¹).

A eq. (2) para o cálculo da entalpia específica foi proposta por Rodrigues et al. (2011):

$$h = 1,006t + \frac{UR}{P_a} 10^{\frac{7,5t}{237,3+t}} (71,28 + 0,052t) \quad (2)$$

em que:

h = entalpia específica (kJ.kg de ar seco⁻¹);

t = temperatura (°C);

p_a = pressão atmosférica (mmHg);

UR = umidade relativa (%).

As caixas de ovos de estudo, as quais referem às idades de matrizes de corte foram distribuídas no centro geométrico da carroceria do caminhão, totalizando três pilhas de caixas de ovos e seus respectivos tempos de estocagem do matrizeiro. É importante enfatizar que essas caixas de estudos foram transportadas em épocas do ano diferentes, sendo (nova = primavera, intermediária = verão e velha = outono).

4.2.4 Nível de vibração da carga do caminhão

Durante o transporte foi avaliado o nível de vibração ($m.s^{-2}$) das quatro pilhas de caixas de ovos, que estavam localizadas nas quatro extremidades (frente direita e esquerda, traseira direita e esquerda) da carroceria do caminhão. Sendo registrado por meio de quatro acelerômetros triaxiais e *data loggers* da marca (Hobo Pendant G Acceleration data logger), com faixa de medição de $\pm 3g$ ou $29,4m.s^{-2}$, parafusado na parte interna da primeira caixa da pilha e no interior das mesmas, segundo os autores Berardinelli et al. (2003a, 2003b), conforme apresentado na Figura 10.

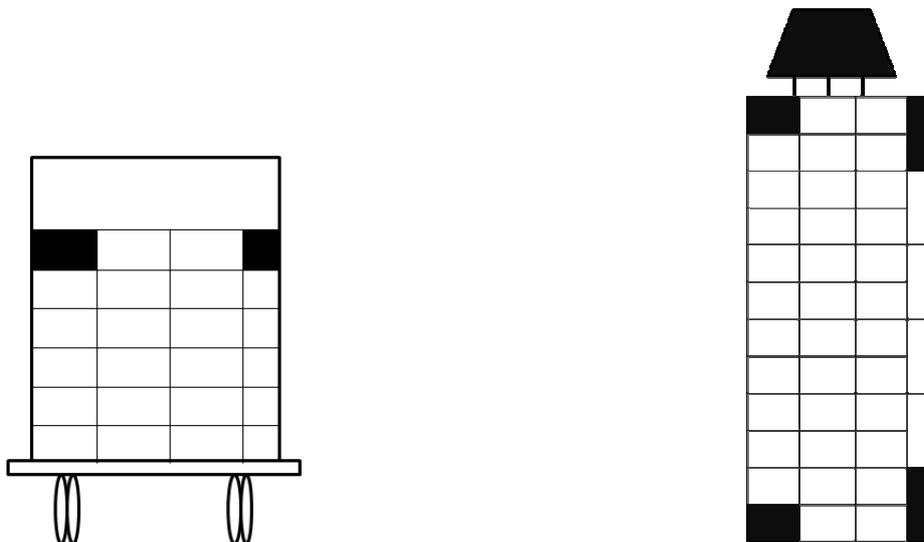


Figura 10 – Distribuição fixa dos acelerômetros (caixas pretas) ao longo da carga

A medição foi registrada através da aceleração do caminhão em intervalos de um segundo com a frequência de 1 Hz constante. Durante a viagem, o acelerômetro estabelece uma frequência fixa entre 1-100 Hz, conforme o intervalo de medição requisitado. O registro de dados iniciava a partir do fechamento das portas do caminhão, onde foi quantificado o tempo de permanência do mesmo nas diferentes estradas. Este viajou 6 km de estrada de terra e 54 km de estrada asfaltada. Diante disso, foi possível analisar a totalidade do trecho da estrada de terra e asfalto, obtendo resultados expressivos nos gráficos em termos de presença de choques mecânicos nas caixas analisadas.

Com os dados coletados, da aceleração média (RMS) para cada um dos três eixos, pode ser estimada, aceleração geral (RSS) conforme as eq. (5 e 6) sugeridas por Randall et al. (1993, 1997).

$$RMS_{xy\ ou\ z} = (\sum a^{xy\ ou\ z^2})^{1/2} \quad (5)$$

$$RSS = (RMS_x^2 + RMS_y^2 + RMS_z^2)^{1/2} \quad (6)$$

Em que:

x = vibração vertical do piso à parte superior

y = vibração lateral da direita à esquerda

z = vibração horizontal da frente ao fundo

A localização dos acelerômetros na carga do caminhão foi realizada de acordo com a metodologia dos autores Berardinelli et al. (2003a, 2003b).

4.2.5 Variáveis respostas: ovos trincados e peso dos ovos durante o transporte

Para a avaliação das perdas quanti-qualitativas durante o transporte de ovos férteis, foi contabilizado o número de ovos trincados e rachados de toda a carga do caminhão. Posteriormente, avaliaram-se as caixas isoladas da pesquisa.

O parâmetro ovos trincados foi considerado como fator de seleção ao processo, adotou-se o mesmo como variável resposta. A contabilização foi realizada conforme a rotina da empresa, onde os funcionários selecionaram cada ovo

individualmente, pelo método visual. São critérios de seleção os ovos com trincas e rachaduras na casca, etc.

Para a variável resposta peso dos ovos, avaliou-se o peso individualizado de 140 ovos distribuídos em seis caixas pesados no matrizeiro, de acordo com os seus respectivos tempos de estocagem e idades de matrizes, na entrada e saída da carroceria do caminhão, totalizando 420 ovos. Utilizou-se uma balança semi-analítica da Marca BEL equipamentos Ltda, modelo THB 600 com escala com precisão de 0,1g.

4.2.6 Delineamento experimental

Para avaliação dos dados, adotaram-se diferentes delineamentos, em função das variáveis respostas.

A. Análise bioclimática da carga

Na avaliação das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa e entalpia específica) do baú climatizado, adotou-se o delineamento experimental com estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e como estrutura de tratamento o esquema fatorial de 3 x 2, em que representavam as três estações do ano (primavera, verão e outono) e níveis de posicionamento de caixas (superior e inferior). A análise estatística utilizada foi o modelo linear misto. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

B. Análise bioclimática da dependência espacial da carga

Com finalidade de caracterizar a dependência espacial das variáveis ambientais temperatura, umidade relativa e entalpia específica, utilizou-se a geoestatística (krigagem ordinária) para a obtenção dos demais pontos da carroceria do caminhão e avaliação da dependência espacial das variáveis ambientais, considerando como área de estudo o interior da carroceria do caminhão. Em cada conjunto de dados, as amostras foram divididas em dois níveis de posicionamento de caixas de ovos superiores e inferiores em diferentes estações do ano (primavera, verão e outono), com o auxílio do programa GS⁺ 7.0 (ROBERTSON, 2000).

Para análise da geoestatística, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e exploratória, conforme proposto por Libardi et al. (1996) e

Gonçalves et al. (2001), para a verificação da presença de pontos discrepantes (outliers). Na análise geoestatística, esses valores provocam forte impacto, principalmente na parte inicial do semivariograma. Esse fato pode conduzir a conclusões erradas sobre a variância do ruído (efeito pepita) e/ou existência de correlação espacial.

O ajuste de modelos teóricos (esférico, exponencial e gaussiano) se deu por meio do cálculo do semivariograma, conforme a eq. (7) proposta por Vieira (2000):

$$\gamma^{\wedge}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (7)$$

Em que:

$N(h)$ é o número de pares experimentais de observações $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$ separados por uma distância h . O semivariograma é representado pelo gráfico $\gamma(h)$ versus h . Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $\gamma(h)$ são estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, C_0 ; patamar, $C_0 + C_1$; e o alcance, a).

Foram estimados os seguintes coeficientes: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C_1$), componente estrutural (C_1) e alcance de dependência espacial (a) para os semivariogramas. A escolha do melhor modelo baseou-se na menor soma do quadrado dos resíduos (SQR) e no coeficiente de determinação múltipla (R^2). Na sequência, também foi utilizado o R^2 da validação cruzada (R^2 -VC) (valores observados versus valores estimados). Para a análise do índice de dependência espacial (IDE) dos atributos, foi utilizada a relação definida no programa GS+ ($C_1/C_0 + C_1$) e os intervalos propostos por Zimback (2001), que considera a dependência espacial fraca ($IDE \leq 25\%$); moderada ($25\% < IDE < 75\%$) e forte ($IDE \geq 75\%$).

Com o ajuste dos modelos teóricos e a definição dos coeficientes para os semivariogramas, utilizou-se o método de estimativa de valores de atributos distribuídos no espaço a partir de valores adjacentes, conhecido como krigagem ordinária, que se trata de método de estimativa por médias móveis (LANDIM, 1998). A krigagem é o método de interpolação da geoestatística que usa a dependência espacial expressa no semivariograma entre pontos amostrais vizinhos para estimar valores em qualquer posição dentro do campo, sem tendência e com variância mínima (TRANGMAR et al., 1985).

C. Análise do nível de vibração durante o transporte de ovos

Na avaliação do nível de vibração da carroceria do caminhão, adotou-se o delineamento experimental com estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 3 x 2 x 4, que representavam as três viagens, dois tipos de estradas (terra e asfalto) e quatro acelerômetros. A análise estatística utilizada foi o modelo linear normal, assumindo com variáveis respostas as RMS X, RMS Y, RMS Z e RSS.

D. Análise do número de choques durante o transporte de ovos

De acordo com as pesquisas de Randall et al. (1993, 1997), o número de choques de uma carga é representado pelos maiores valores das vibrações ($m.s^{-2}$) e/ou picos da vibrações ocorridos durante a viagem, seguidos de uma redução (frenagem) brusca na aceleração. Neste trabalho, a proposta para avaliação do número de choques foi contabilizado através da utilização do blox plot, que utiliza como referência o valor 1,5 de distância interquartilica, que seria a diferença entre o terceiro e primeiro quartil. O delineamento experimental utilizado foi a estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 3 x 2, que representavam as três viagens e dois tipos de estradas (terra e asfalto). A análise estatística utilizada foi o modelo linear generalizado com distribuição binomial negativa, e a função de ligação foi à logarítmica.

E. Análise do número de ovos trincados

Para avaliação dos ovos trincados para as cargas dos tratamentos, adotou-se o delineamento experimental com estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 3 x 3, em que representavam as três idades de matrizes de corte e três tempos de estocagem. A análise estatística utilizada para a variável ovos trincados foram os modelos lineares generalizados, os quais permitem modelar esta medida, assumindo a distribuição de Poisson, e a função de ligação utilizada foi logarítmica (MOLENBERGHS et al., 2005).

F. Análise das perdas de água dos ovos durante o transporte

Para a avaliação peso dos ovos férteis, foi considerado que o microclima do baú do caminhão era homogêneo, então o delineamento experimental desta pesquisa consiste em uma estrutura de parcelas do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento com esquema fatorial de 3 x 3, que representava as três idades de matrizes e os três tempos de estocagem, com 140 repetições.

Os dados de perda de água dos ovos foram transformados utilizando a logit da perda de água. Essa transformação de dados é necessária para atender os pressupostos de uso do modelo de regressão, ele traz a perda (que varia de 0 a 100%) para escala de $-\infty$ a $+\infty$. A logit da perda de água dos ovos foi calculada pela eq. (3) descrita abaixo:

$$\text{LOGIT_PERDA} = \text{Log}\left(\frac{P}{1 - P}\right) \quad (3)$$

Em que:

LOGIT_PERDA = logit da perda de água dos ovos férteis;

P = perda de água dos ovos (%).

O inverso da logit da perda de água dos ovos foi utilizado para calcular o valor da perda de água em percentual, descrita na eq. (4) a seguir:

$$P = \frac{e^{\text{LOGIT_PERDA}}}{(1 + e^{\text{LOGIT_PERDA}})} \quad (4)$$

Para avaliação da influência da idade das matrizes e os tempos de estocagem na perda de água dos ovos férteis em relação às condições ambientais, foi utilizada a análise estatística da classe de modelos lineares mistos (VERBEKE, 2000; VIEIRA, 2008).

Assumindo que as variáveis aleatórias peso do ovo e ambientais possam ser modeladas pela distribuição, o modelo estatístico pode ser descrito pela form. (1)

$$\begin{aligned}
\mathbf{Y}_i &= \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_i\mathbf{b}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \\
\mathbf{b}_i &\sim N(\mathbf{0}, \mathbf{D}) \\
\boldsymbol{\varepsilon}_i &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}_i)
\end{aligned}
\tag{1}$$

Sendo \mathbf{X}_i e \mathbf{Z}_i as matrizes de delineamento (contendo fatores e/ou covariáveis bioclimáticas) para o vetor p -dimensional $\boldsymbol{\beta}$ que contém os efeitos fixos e o vetor q -dimensional \mathbf{b}_i dos efeitos aleatórios para modelar o efeito das aves, que possui distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariâncias \mathbf{D} , $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ é o vetor de erros aleatórios com distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariância $\boldsymbol{\Sigma}_i$. Assume-se que os efeitos aleatórios associados às aves são independentes dos erros $\boldsymbol{\varepsilon}_i$. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software estatístico SAS (SAS, 2010).

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Avaliação bioclimática da carga de ovos férteis

Por meio do desdobramento da interação entre os tratamentos estações do ano (primavera, verão e outono) e níveis de posicionamento de caixas (superior e inferior), em relação à temperatura, foi possível constatar que houve diferença estatística, conforme a Tabela 9. As maiores médias de temperatura foram encontradas no nível de posicionamento das caixas superior para todas as estações do ano, com valores da ordem 26,2; 25 e 23 °C. As maiores temperaturas médias, como era esperado, foram verificadas no verão para os dois níveis de posicionamento de caixas, com valores de 26,2 e 25,8 °C.

Tabela 9 – Temperatura média nos diferentes níveis de posicionamento de caixas e estações do ano, durante o transporte de ovos férteis

Níveis de posicionamento de caixas	Estações do ano		
	Primavera	Verão	Outono
Superior	25,0 Ab	26,2 Aa	23,0 Ac
Inferior	23,5 Bb	25,8 Aa	22,3 Bb
Teste F	3,65*		

Médias com letras diferentes (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

O que pode evidenciar os maiores valores médios de temperatura no nível de posicionamento de caixas de ovos superiores, seria a aplicação do princípio da termodinâmica, em que o ar frio tende a se deslocar para baixo por ser mais denso (ÇENGEL; BOLES, 2001), tornando a temperatura do nível de posicionamento das caixas inferiores menores com os valores médios de 25,8, 23,5 e 22,3 °C. Em geral, os períodos de verão e primavera podem ser considerados como os períodos mais quentes do ano, oferecendo as piores condições térmicas para o transporte de ovos.

De acordo com os resultados, a temperatura média do baú do caminhão esteve acima da faixa ideal (20 a 10 °C), segundo os autores Fasenko et al. (1991); Decuypere; Michels, (1992), Fasenko; Hardin; Robinson (1992), Souza et al. (1994), Decuypere et al. (2003), Araújo; Alebrante; Castro (2009). A média mais próxima da faixa ideal foi verificada no outono para o nível de posicionamento de caixas inferiores, com 22,3 °C. Portanto, com a elevação da temperatura pode ocorrer a aceleração do desenvolvimento embrionário, antes dos ovos serem incubados, o que, conseqüentemente, resultará em perdas produtivas, tais como a mortalidade e malformação embrionária, diminuição da eclodibilidade e qualidade de pintos de corte (LOURENS et al., 2006; REIJRINK et al., 2008; YASSIN et al., 2008; ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009; REIJRINK et al., 2009). Essas perdas durante o transporte podem ser minimizadas, quando as condições microclimáticas do caminhão baú se encontram dentro das faixas ideais (DAMRON et al., 1994).

Com relação aos dois níveis de posicionamento de caixas de ovos (superior e inferior), não foi possível detectar diferença estatística para a variável microclimática umidade relativa. Possivelmente isto sugere a falta do componente espacial, isto é, a variação dos fatores ao longo do caminhão pode aumentar a diferença entre os tratamentos. Porém, verificou-se que houve diferença estatística para as estações (primavera, verão e outono), para umidade relativa (Tabela 10). O maior valor médio

de umidade relativa foi detectado no verão, com 91%. Entretanto, a primavera foi à única estação do ano que esteve dentro das faixas ideais com 71,5%, conforme os autores Elibol et al. (2003), Samli et al. (2005), Fiúza et al. (2006), Elibol e Brake (2008), Araújo; Alebrante e Castro (2009), que delimitaram os valores ideais de umidade relativa de 55 a 75%.

Tabela 10 – Umidade relativa média do transporte de ovos férteis para as diferentes estações do ano

Idade das matrizes de corte	Umidade relativa (%)
Primavera	71,5 B
Verão	91,0 A
Outono	81,5 C
Teste F	18,33*

Médias com letras diferentes maiúsculas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

Esses resultados demonstram que a umidade relativa média dentro do baú do caminhão merece uma atenção especial, pois, com aumento da umidade relativa tem-se o início da condensação sobre os ovos, que resultará em um ambiente mais propício para o crescimento de microorganismos (fungos e bactérias) nos ovos férteis (LOURENS et al., 2006; BARACHO et al., 2010).

Avaliando a entalpia específica, de acordo com a Tabela 11, verificou-se que houve diferença estatística para as estações do ano (primavera, verão e outono), quando se avaliou a entalpia específica. O maior valor médio de entalpia específica foi observado no verão, com 73,8 kJ.kg de ar seco⁻¹ e as menores médias foram detectadas no outono e primavera, com 57,4 e 58,3 kJ.kg de ar seco⁻¹.

Tabela 11 – Entalpia específica média do transporte de ovos férteis para as diferentes estações do ano

Estações do ano	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	58,3 B
Verão	73,8 A
Outono	57,4 B
Teste F	61,73*

Médias com letras diferentes maiúsculas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

Os valores médios de entalpia específica estiveram acima das faixas ideais que variam de 25 a 44,7 kJ.kg de ar seco⁻¹, estabelecidas a partir da equação proposta por Rodrigues et al. (2011). Portanto, quanto maior o valor da entalpia específica, maior será a quantidade de energia térmica existente no ar seco (baú do

caminhão). Para uma determinada temperatura, a elevação da umidade relativa resulta no aumento da entalpia específica.

4.3.2 Avaliação bioclimática da dependência espacial da carga

Por meio dos resultados da análise geoestatística, observou-se que todas as variáveis ambientais para os dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superior e inferior) apresentaram dependência espacial ao longo do perfil térmico do caminhão durante as estações da primavera, verão e outono (Tabela 12).

Em geral, foi possível verificar que os semivariogramas (Tabela 12) indicaram que o valor limite da distância no qual não haveria mais dependência espacial (alcance) para temperatura no nível de posicionamento das caixas de ovos superiores do caminhão, foi de 3,140; 3,440 e 4,300 m para os períodos da primavera, verão e outono. Entretanto, o alcance para temperatura no nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores do caminhão foi de 3,210; 4,400 e 4,290 m para as três estações do ano estudadas, respectivamente.

Com relação à umidade relativa, observou-se que os semivariogramas para o nível de posicionamento das caixas de ovos superiores do caminhão obtiveram um alcance de 4,500; 3,220 e 2,930 m nas estações da primavera, verão e outono. Porém, o alcance para umidade relativa no nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores do caminhão foi de 3,110; 4,290 e 3,330 m para as estações estudadas.

Ao verificar os semivariogramas da variável entalpia específica para o nível de posicionamento das caixas superiores do caminhão, observa-se um alcance de 4,060; 6,040 e 5,450 m nas estações da primavera, verão e outono. Todavia, a variação entálpica para o nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores apresentou um alcance de 3,400; 5,390 e 5,160 m para as três estações estudadas.

Os resultados da análise geoestatística mostraram que as variáveis temperatura, umidade relativa e entalpia específica apresentaram forte dependência espacial (IDE) nos diferentes níveis de posicionamento das caixas de ovos (superiores e inferiores), para as estações da primavera, verão e outono, conforme os limites estabelecidos por Zimback (2001), em que o (IDE) foi $\geq 75\%$.

Tabela 12 – Modelo e parâmetro estimados dos semivariogramas experimentais para os atributos microclimáticos temperatura (T1 e T2), umidade relativa (UR1 e UR2) e entalpia específica (h1 e h2) nos diferentes níveis de posicionamento das caixas (superiores e inferiores) no transporte de ovos férteis durante as estações da primavera, verão e outono

		Nível de posicionamento das caixas de ovos superiores			Nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores		
		T1 (°C)	UR1 (%)	h1 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)	T2 (°C)	UR2 (%)	h2 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	R ²	0,454	0,417	0,442	0,465	0,563	0,447
	Co	0,001	5,300	0,010	0,001	0,100	0,100
	(Co +C)	1,636	61,600	18,250	1,637	47,450	36,220
	C	1,635	56,300	18,240	1,636	47,350	36,120
	IDE (%)	99,9	91,4	99,9	99,9	99,8	99,7
	Alcance (m)	3,140	4,500	4,060	3,210	3,110	3,400
	Modelo	Gaussiano	Gaussiano	Esférico	Gaussiano	Gaussiano	Esférico
		Nível de posicionamento das caixas de ovos superiores			Nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores		
		T1 (°C)	UR1 (%)	h1 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)	T2 (°C)	UR2 (%)	h2 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Verão	R ²	0,860	0,947	0,965	0,305	0,997	0,555
	Co	0,031	0,100	0,586	0,054	7,600	1,050
	(Co +C)	0,325	81,200	21,010	0,521	106,200	13,690
	C	0,294	81,100	20,424	0,467	98,600	12,640
	IDE (%)	90,4	99,9	97,2	89,5	92,8	92,3
	Alcance (m)	3,440	3,220	6,040	4,400	4,290	5,390
	Modelo	Esférico	Gaussiano	Gaussiano	Esférico	Gaussiano	Exponencial
		Nível de posicionamento das caixas de ovos superiores			Nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores		
		T1 (°C)	UR1 (%)	h1 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)	T2 (°C)	UR2 (%)	h2 (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Outono	R ²	0,900	0,808	0,400	0,951	0,735	0,779
	Co	0,126	0,865	0,700	0,001	1,73	3,830
	(Co +C)	1,804	7,367	5,995	1,256	24,53	28,650
	C	1,678	6,502	5,295	1,255	22,800	24,820
	IDE (%)	96,60	88,30	88,30	99,90	92,90	86,60
	Alcance (m)	4,300	2,930	5,450	4,290	3,330	5,160
	Modelo	Gaussiano	Exponencial	Gaussiano	Gaussiano	Esférico	Exponencial

Co = efeito pepita, (Co+C) = patamar, C = componente estrutural, IDE = índice de dependência espacial, R² coeficiente de determinação

Na Figura 11, foi possível verificar as distribuições espaciais dos perfis térmicos, nos dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superiores e inferiores), com os suas respectivas variações de temperatura (ΔT), para as diferentes estações (primavera, verão e outono) do baú climatizado.

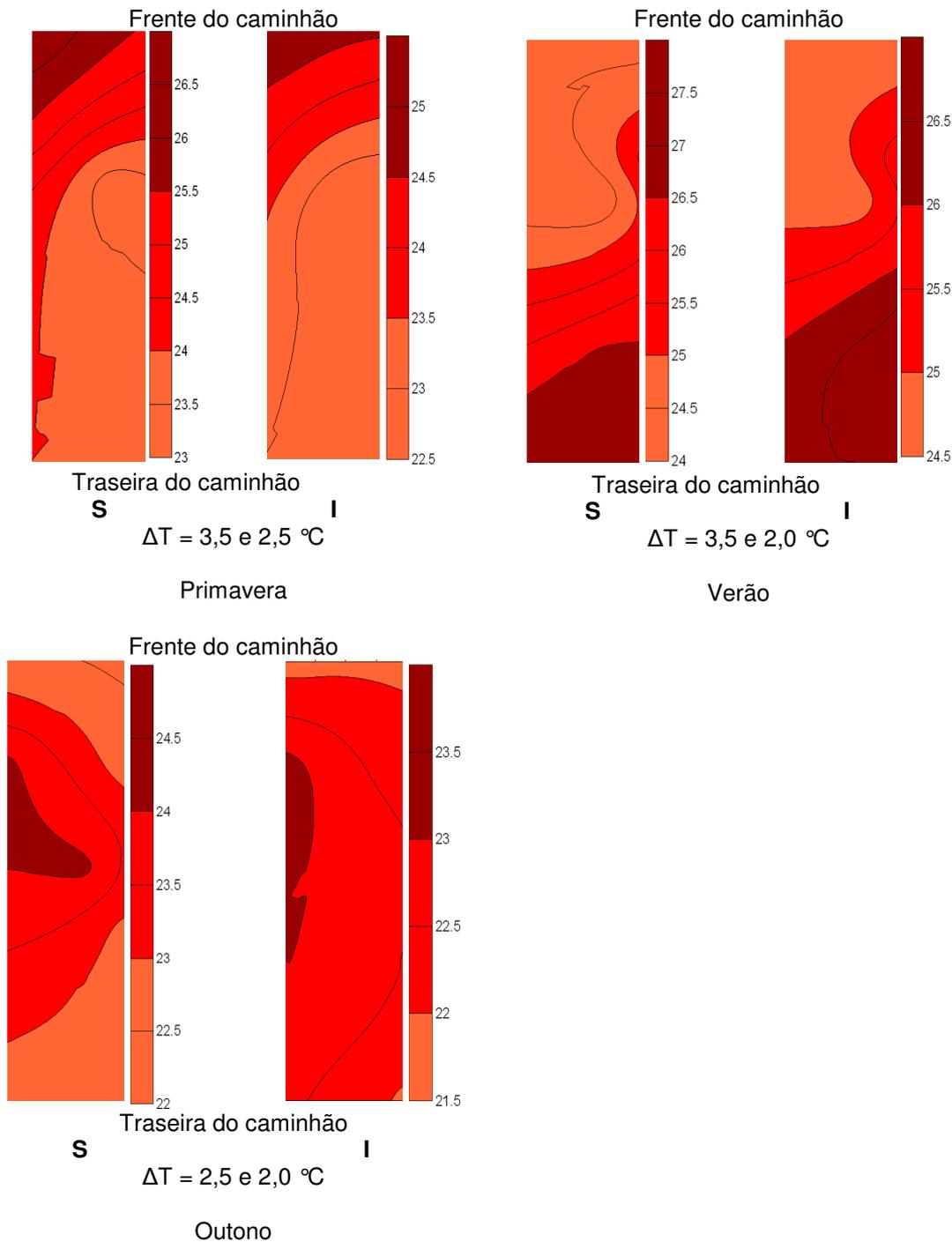


Figura 11 – Perfis térmicos do baú climatizado, referentes aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores (I), com as suas respectivas variações de temperatura (ΔT), durante a primavera, verão e outono

De forma geral, as temperaturas dos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores e inferiores do baú do caminhão estiveram acima da faixa ideal (20 a 10 °C), conforme os autores Fasenko et al. (1991); decuyper e michels (1992); Fasenko, Hardin e Robinson (1992); Souza et al. (1994); Decuyper et al. (2003); Araújo, Alebrante e Castro (2009) para todas as estações estudadas. Também

observa-se uma forte heterogeneidade de temperatura ao longo do perfil do caminhão, apresentando um ΔT que varia de 2,0 a 3,5 °C. As maiores temperaturas ocorreram no nível de posicionamento das caixas de ovos superiores, para todas as estações.

A justificativa dos maiores valores médios de temperatura encontrados no nível de posicionamento de caixas de ovos superiores, seria porque o ar frio tende a se deslocar para baixo por ser mais denso, de acordo com os autores Çengel e Boles (2001), fazendo com que a temperatura do nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores ficasse menor.

Observou-se que, para cada estação do ano, existe uma região crítica de temperatura no baú climatizado. Na primavera, essa região está localizada próxima do sistema de climatização. No verão, a região mais crítica localiza-se na traseira do baú. No outono, essa região está localizada na parte central do baú. Em função disso, essas regiões críticas podem ser caracterizadas como possíveis causadoras de perdas durante o transporte dos ovos férteis, conforme as suas respectivas estações do ano.

Portanto, foi possível observar que as estações do ano apresentam uma influência nas condições térmicas do baú climatizado, e que o verão pode ser caracterizado como a pior estação para o transporte dos ovos férteis. Resultados parecidos foram encontrados pelos autores Damron et al. (1994) ; Gast e Holt (2000) e Anderson et al. (2008), ao avaliarem o transporte de ovos comerciais. Esses também observaram que as estações do ano exercem forte influência sobre as condições térmicas do baú climatizado, sendo que o verão é a pior época para se transportar ovos e que as regiões próximas ao climatizador e traseira são as que oferecem as piores condições térmicas.

Em estudos realizados na Geórgia, em que foram registrados os dados de temperatura interna e da superfície dos ovos, juntamente com a temperatura do baú climatizado, durante o transporte dos ovos, até os pontos de venda e distribuição comercial nos períodos de verão e inverno, verificou-se que o pior período de transporte de ovos comerciais foi no verão, pois nesse período os ovos ficaram expostos a condições microclimáticas adversas, diminuindo, assim, a qualidade e a vida útil dos ovos (KOELKEBECK et al., 2008; PATTERSON et al., 2008).

Na Figura 12, foi possível observar as distribuições espaciais dos perfis da umidade relativa, nos dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superiores

e inferiores), com as respectivas variações de umidade relativa (ΔUR), para as diferentes estações (primavera, verão e outono) do baú climatizado.

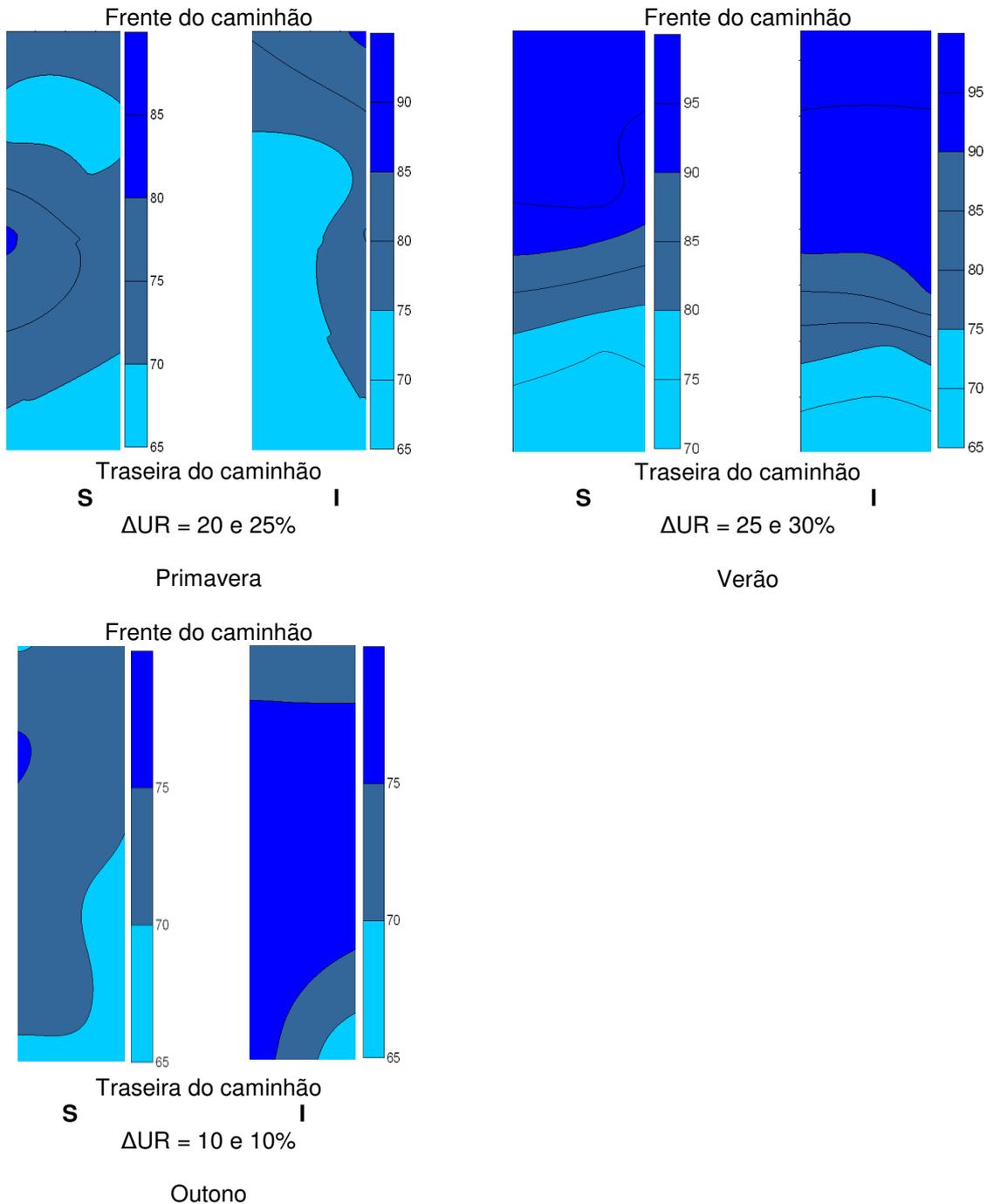


Figura 12 – Perfis da variável umidade relativa do baú climatizado, referentes aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores (I), com as suas respectivas variações de umidade relativa (ΔUR), durante a primavera, verão e outono

Em geral, a umidade relativa dos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores e inferiores do baú do caminhão estiveram dentro da faixa ideal (55

a 75%) na maioria dos perfis, conforme a recomendação dos autores Elibol, Peak e Brake (2002); Samli et al. (2005); Fiúza et al. (2006); Elibol e Brake (2008); Araújo; Alebrante; Castro (2009), para todas as estações do ano. Verifica-se uma forte heterogeneidade da umidade relativa ao longo dos perfis do baú climatizado, apresentando um ΔUR que varia de 10 a 30%. Os maiores valores médios de umidade relativa foram verificados no nível de posicionamento das caixas de ovos inferiores, para as três estações do ano. O excesso de umidade relativa pode estar relacionado com as perdas de água dos ovos, pois é o local onde se tem uma maior quantidade de ovos. Era esperado que os ovos começassem a perder água a partir da postura (STADELMAN; COTTERILL, 1977; FIÚZA et al., 2006; TANURE et al., 2009). Outro fator que pode está relacionado com esse excesso de umidade relativa nas caixas inferiores é a falta de ventilação, ou seja, a falta de circulação de ar.

Verifica-se que, para cada período do ano, existe uma região crítica de umidade relativa no baú climatizado. Na primavera, essas regiões estão localizadas próximas do sistema de climatização e parte central. No verão, as regiões mais críticas localizam-se, próximo ao sistema de climatização e parte central do baú. No outono, essa região esta localizada na parte central do baú. No entanto, pode-se afirmar que existem “bolsões de umidade relativa” ao longo da carga, que podem mudar de região conforme as estações da primavera, verão e outono.

Então, pode-se dizer que umidade relativa no outono não apresentou risco de perda para os dois níveis de posicionamento das caixas de ovos (superiores e inferiores), porque essa se manteve dentro das faixas ideais. Sabe-se que o outono é um dos períodos mais secos do ano e com menor incidência de precipitação em relação ao verão e primavera.

O verão foi a estação que apresentou as piores condições de umidade relativa, semelhante aos resultados encontrados pelos autores Damron et al. (1994), Gast e Holt (2000) ; Anderson et al. (2008); Koelkebeck et al. (2008); Patterson et al. (2008).

O controle da umidade relativa dentro do baú evitará que aconteça a condensação sobre os ovos, dessa forma dificultará o crescimento de fungos e bactérias (GAST; HOLT, 2000; LOURENS et al., 2006; BARACHO et al., 2010).

Na Figura 13, pode-se verificar as distribuições espaciais dos perfis da variável entalpia específica, nos dois níveis de posicionamento das caixas de ovos

(superiores e inferiores), com as respectivas variações de entalpia específica (Δh), para as diferentes estações (primavera, verão e outono) do baú climatizado.

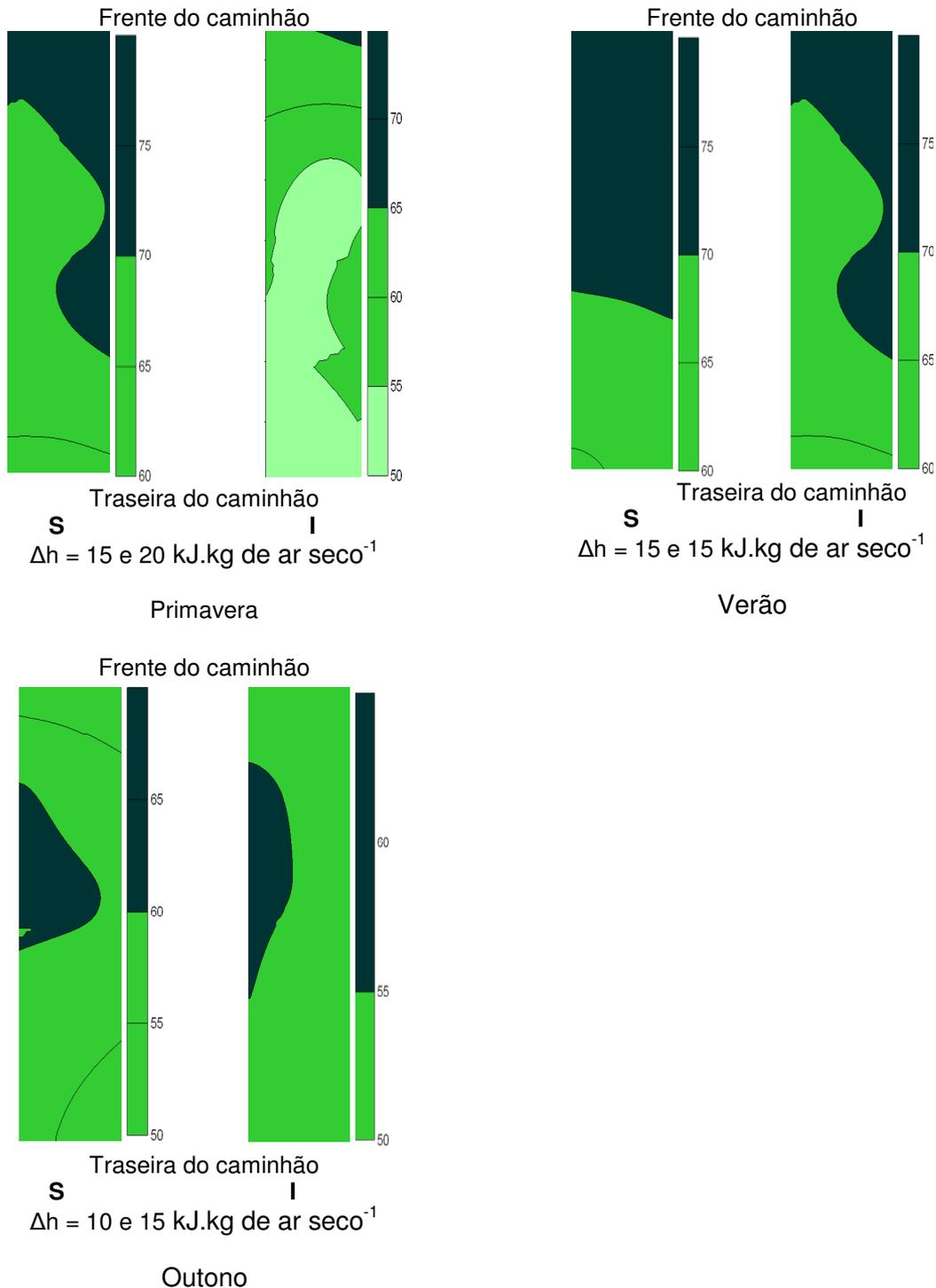


Figura 13 – Perfis da variável entalpia específica do baú climatizado, referentes aos níveis de posicionamento das caixas de ovos superiores (S) e inferiores (I), com as suas respectivas variações de entalpia específica (Δh), durante a primavera, verão e outono

De forma geral, a entalpia específica dos perfis dos níveis de posicionamento das caixas de ovos no baú do caminhão esteve fora da faixa ideal (25 a 44,7 kJ.kg de ar seco⁻¹), para todas as estações do ano. Verifica-se uma forte heterogeneidade da entalpia específica ao longo dos perfis do baú climatizado, apresentando um Δh que varia de 10 a 20. Os maiores valores médios de entalpia específica foram verificados no nível de posicionamento das caixas de ovos superiores, para as três estações do ano.

Os maiores valores médios de entalpia encontrados na parte das caixas de ovos superiores, podem ser atribuídos à elevação e variação da temperatura em conjunto com a umidade relativa.

Observou-se que, para cada estação, existe uma região crítica de entalpia específica no baú climatizado. Na primavera, essa região está localizada próxima do sistema de climatização. No verão, a região mais crítica localiza-se próximo ao climatizador e parte central do baú. No outono, essa região está localizada na parte central do baú. As regiões próximas ao sistema de climatização e parte central do baú foram as que apresentaram as piores condições de conforto para o transporte de ovos férteis para todas as estações estudadas. Essas também podem ser caracterizadas como possíveis causadoras de perdas pré-porteira nessa etapa.

Observou-se que a estação que proporcionou as piores condições de conforto térmico para o transporte dos ovos férteis foi o verão, concordando com os resultados dos autores Anderson et al. (2008), Koelkebeck et al. (2008) e Patterson et al. (2008).

De modo geral, o nível de posicionamento das caixas de ovos superiores apresentou um perfil inadequado ao conforto térmico para o transporte de ovos férteis, para todas as estações do ano (primavera, verão e outono). É observado que as regiões de piores condições microclimáticas nos dois níveis de posicionamento das caixas situam-se nas partes próxima ao climatizador e central, colocando-as como regiões da carga mais suscetíveis à ocorrência de perdas pré-porteira durante o transporte dos ovos férteis. As regiões críticas da carga de ovos podem ser alteradas de acordo com a estação do ano, e a pior época para o transporte dos ovos férteis foi detectada no verão.

A grande importância de manter as variáveis microclimáticas dentro das faixas ideais pode ser um dos caminhos de redução das perdas excessivas de água e dióxido de carbono. Outro manejo de operações pré-porteira na etapa de

transporte, para minimizar as perdas excessivas de água dos ovos, é a diminuição no número de caixas de ovos por pilhas, de acordo com a estação do ano. Com essa tomada de decisão, a indústria avícola terá melhores condições de microclimáticas dentro do baú de transporte, reduzindo assim a desuniformidade térmica na carroceria do caminhão. No entanto, a indústria avícola terá que aumentar o número de viagens para o transporte da carga.

Por meio da entalpia específica foi possível determinar as regiões onde se tem a maior quantidade de calor na carga. Basicamente as variações foram: na primavera, próximo ao climatizador, no verão, próximo ao sistema de climatização e parte central e no outono, parte central. A estação do verão foi a única que apresentou duas regiões críticas, sendo que essa obteve maior quantidade de calor, como era esperado. Baseando-se nesses dados, existe uma necessidade de melhorar o padrão de climatização de caminhões. Pois, por se tratar de um ambiente totalmente fechado, era esperado que existisse uma maior homogeneidade nas características climáticas do caminhão baú.

Baseando-se nesses resultados, verifica-se a importância de melhorar as condições de transporte de ovos férteis, não só pelas perdas físicas dos ovos, mas também pelas condições básicas de transporte.

Recomenda-se que, para o transporte de ovos férteis, se tenha as seguintes condições de forma a evitar o desenvolvimento embrionário precoce antes da incubação (Tabela 13).

Tabela 13 – Condições microclimáticas ideais para o transporte de ovos férteis

Temperatura	10 a 20 °C
Umidade relativa	55 a 75%
Entalpia específica	25 a 44,7 kJ.kg de ar seco ⁻¹

4.3.3 Avaliação do nível de vibração no transporte de ovos férteis

Nas análises dos níveis de vibração, observou-se que não existe diferença estatística entre as viagens, estradas e posição dos acelerômetros para a RMS X (vibração vertical) e RMS Y (vibração lateral da direita à esquerda). Porém, foi possível detectar que houve diferença estatística entre as estradas de terra e asfalto para a RMS Z (vibração da carga no sentido da frente ao fundo) e RSS (aceleração

geral). O maior valor médio do nível de vibração da RMS Z foi verificado na estrada de asfalto com $1,90 \text{ m.s}^{-2}$ e a menor média foi observada na estrada de terra com $1,2 \text{ m.s}^{-2}$. Com relação à RSS (aceleração geral), foi possível observar que a estrada de asfalto obteve o maior valor médio de $13,1 \text{ m.s}^{-2}$ e a menor média foi detectada na estrada de terra com $10,4 \text{ m.s}^{-2}$.

Ao contrário do que era esperado, a estrada de asfalto exerce uma maior vibração na carga de ovos do que a estrada de terra ($RSS_{\text{asfalto}} > RSS_{\text{terra}}$). Isso acontece, porque o motorista, em geral, dirige com maior cuidado na estrada de terra, tendo em vista que esta apresenta, em geral, grandes irregularidades na pista. Isso demonstra que, durante o percurso na estrada de asfalto, o caminhão estava na maior parte das vezes com velocidade superior em relação à estrada de terra, onde foi possível observar um maior número de frenagem, resultando no RMS Z maior. Essa ação fez com que a carroceria do caminhão trepidasse mais intensamente, causando maior vibração na horizontal, ou seja, deslocamento da carga no sentido da frente ao fundo e na aceleração geral.

Sabe-se que o nível de vibração no transporte de ovos vai depender da carga, do tipo de embalagem, da qualidade da estrada, velocidade (constante, aceleração ou frenagem), da distância, do tipo de suspensão e números de eixos do caminhão, da calibragem de pneus e do tipo de amortecedores (SINGH, 1991; PIERCE et al., 1992; BERARDINELLI et al., 2003a, 2003b).

Ao observar a Figura 14, verifica-se que os maiores valores médios de níveis de vibração ocorreram na estrada de asfalto, para todos os deslocamentos das cargas estudadas.

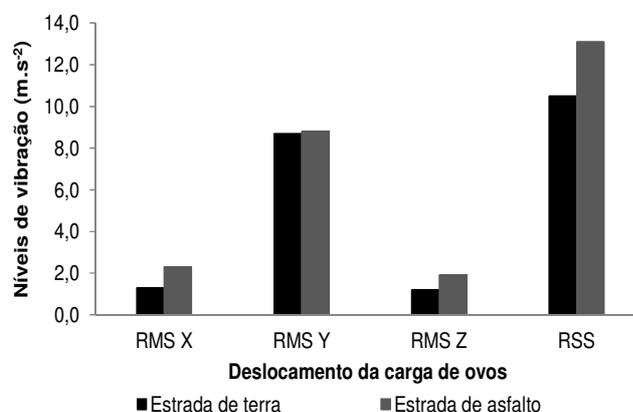


Figura 14 – Valores médios dos níveis de vibração (m.s^{-2}) para os diferentes tipos de estrada (terra e asfalto), com os seus respectivos deslocamento da carga de ovos férteis

O nível de vibração pode influenciar de maneira direta as perdas pré-porteira diretamente no transporte de ovos férteis. Muitas pesquisas foram realizadas ao longo dos últimos anos com o objetivo de conhecer o comportamento do corpo humano quando exposto à vibração mecânica, porém, existem poucas pesquisas relacionadas ao transporte de ovos. A Norma ISO 2631-1 (1997) e os autores Walber e Tamagna (2010) classifica como níveis de vibração de desconforto para humanos os valores maiores de $0,315 \text{ m.s}^{-2}$.

Portanto, ao comparar esse valor proposto pela ISO 2631-1 (1997) com os níveis de vibração no transporte de ovos, observa-se que as duas estradas apresentaram valores médios maiores do que o recomendado. A estrada de terra apresentou uma maior tendência de valores médios próximos do ideal conforme a ISO 2631-1 (1997); Walber e Tamagna (2010) para todos os deslocamentos das cargas de ovos.

Ao avaliar o efeito do tipo de caminhão e suspensão, sobre o nível de vibração em rodovias e estrada de terra, no transporte de frangos de corte, Randall et al. (1993) observaram que um caminhão de 14,8 toneladas, com suspensão a ar e nível de vibração de $0,18$ a $0,42 \text{ m.s}^{-2}$, apresentou pouco conforto para as aves.

Os altos níveis de vibração podem aumentar a chance do aparecimento de trincas e rachaduras, além de ocasionar o agitação dos elementos constituintes do ovo (KETELAERE et al., 2004; MERTENS et al., 2006). Durante o trajeto do caminhão, também existirá uma força que atuará nos ovos, fazendo com que esses se agitem dentro das bandejas de plástico de forma contínua, podendo causar danos na casca do ovo. Segundo Randall et al. (1993, 1997), ao avaliar o transporte de frangos de corte, observou-se que o animal dentro da caixa sente a vibração, devido aos efeitos da aceleração e frenagem do caminhão, a qual é inércia resultante que faz o animal mudar sua posição quando a aceleração é fraca ou forte, sendo a aceleração forte denominada de choque.

Ao simular e avaliar o transporte de ovos, os autores Berardinelli et al. (2003a, 2003b), observaram que, além das perdas devido às trincas e rachaduras nos ovos férteis durante o transporte, o outro fator de perda seria o agitação do material interno do ovo o qual pode danificar os elementos internos, tais como: albúmen, gema, casca, unidade haugh, força da membrana vitelínica, altura da camada de ar. Portanto, o agitação dos elementos internos do ovo pode ocasionar morte e malformação embrionária, além de interferir na eclodibilidade dos ovos férteis. Esses

autores também observaram que os altos níveis de vibração interferiram na qualidade dos ovos, de forma que esses apresentavam uma aparência de mais velhos.

4.3.4 Avaliação do número de choques no transporte de ovos férteis

Com relação à quantidade de choques aos quais a carga de ovos férteis estava sendo submetida, foi possível constatar que não houve diferença significativa para estradas (terra e asfalto) e viagens, para choques na vertical (piso à parte superior), ou seja, RMS X (Tabela 12). A respeito da RMS Y (vibração lateral da direita à esquerda), observou-se que o algoritmo de estimação dos parâmetros do modelo estatístico não convergiu para os valores confiáveis, e o resultado da análise foi inconclusivo.

Para variável RMS Z (choques na vertical), detectou-se diferença estatística para as viagens e os dois tipos de estradas (terra e asfalto), com $P=0,0019$. A viagem 1 e 2 não diferiram estatisticamente entre si, porém essas diferiram da viagem 3. O maior valor médio da quantidade de choques ocorreu na viagem 1 com 497,71 e a menor média ocorreu na viagem 3 com 126,80 choques (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios de choques na vertical representados pela variável RMS X e RMS Z em relação às viagens

Viagens	RMS X	RMS Z
1	272,50 A	497,71 A
2	415,70 A	365,55 A
3	1439,70 A	126,80 B
Teste Qui-quadrado	3,11NS	12,48*

Médias com letras diferentes minúsculas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

A quantidade de choques que uma carga recebe, está diretamente direcionada com o tipo de rodovia, veículo de transporte, número de ultrapassagens, frenagens e aumento da velocidade durante o percurso do caminhão, etc. Muitas vezes a pressa de atender a logística de transporte da empresa, pode levar a ter um aumento ou diminuição no número de choques que a carga de ovos venha sofrer.

Com relação ao número de choques da variável RMS Z (choques na vertical) e aos dois tipos de estradas, foi possível observar que houve diferença estatística (P

= 0,0019) entre a estrada de terra e asfalto. Verificou-se que a estrada de asfalto apresentou a maior média de choques com 433,92 e a menor média foi encontrada na estrada de terra com 186,76. O número de choques apresentou o mesmo comportamento do nível de vibração, em que a estrada de asfalto foi a que apresentou a pior condição de transporte de ovos.

Essa tendência pode ser atribuída ao maior cuidado que o motorista teve ao dirigir no percurso de estrada de terra, devido à grande presença de irregularidades e buracos na pista. Deve-se considerar que o tipo e a qualidade da estrada, a velocidade e tipo do caminhão, influencia de maneira direta (aumento ou diminuição) na quantidade de choques que a carga poderá sofrer (RANDALL et al., 1993, 1997; LIDA, 2005).

De acordo com a Figura 15, foi possível observar que os maiores números de choques sofridos pela carga de ovos foram verificados na estrada de asfalto, para todos os deslocamentos da carga. Na literatura não foi possível encontrar o valor ideal para o número de choques que uma carga pode sofrer durante o transporte. Porém, os autores Randall et al. (1993) comentaram que, quanto menor for o número de choques na carga transportada melhor será a condição de transporte.

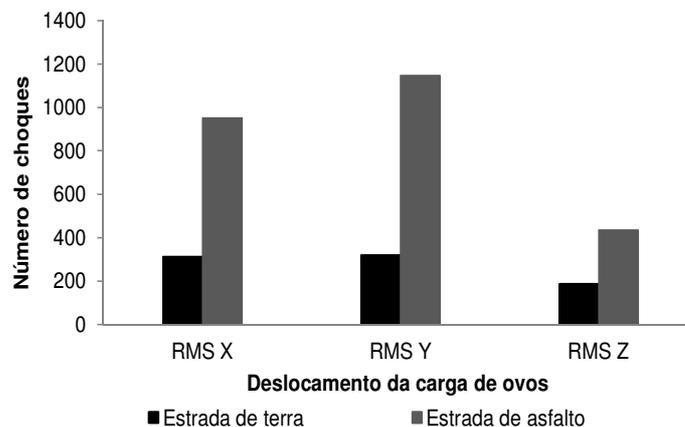


Figura 15 – Valores médios do número de choques para os diferentes tipos de estrada (terra e asfalto), com os seus respectivos deslocamento da carga de ovos férteis

Dessa forma, pode se dizer que o aparecimento das trincas e rachaduras nos ovos, durante o transporte da carga, pode ser atribuído ao maior número de choques e níveis de vibrações obtidos na estrada de asfalto, o que acarretou as piores condições de transporte. Isso pode ter contribuído para o aumento das perdas ao longo da etapa de transporte.

Em função dessa abordagem, foi possível observar que existe uma carência em pesquisas que enfoquem os efeitos das diferentes estradas nos níveis de vibração e choques, que ocorrem no transporte, e seus reflexos na qualidade final dos ovos.

4.3.5 Avaliação das trincas dos ovos durante o transporte

Na Tabela 15, parecem a carga total, número e porcentagem de ovos que foram danificados (trincados e quebrados) durante as três viagens. Com essas variáveis pode-se verificar a influência do nível de vibração e dos choques na qualidade final e integridade física dos ovos férteis.

Tabela 15 – Relação da carga total, número e porcentagem de ovos (trincados e quebrados) oriundos das três viagens, realizada pelo caminhão baú

Viagens	Carga total de ovos no caminhão	Número de ovos trincados	Ovos trincados (%)	Número de ovos quebrados	Ovos quebrados (%)
1	72.480	690	0,95	340	0,46
2	112.080	994	0,88	240	0,22
3	86.644	440	0,51	145	0,17
Média	90.401,33	708	0,78	241,67	0,27
Perda Total (%)	1,05				

Observa-se que a maior porcentagem de ovos férteis trincados ocorreu na viagem 1, com 0,95%. Com relação ao número e porcentagem de ovos quebrados, observa-se que os maiores valores ocorreram na viagem 1 (340 ovos e 0,46%). Esses resultados podem ser justificados, pelo fato de que durante a viagem 1 houve o maior nível de vibração e choque na RMS Z (Tabela 9), comparados com as demais viagens.

Então, fazendo um somatório das perdas de ovos durante o transporte, verifica-se que essas ultrapassam 1% da carga, as quais são atribuídas ao alto nível de vibração e choques, que, por consequência, causou um aumento no número de trincas e quebras. Sendo assim, foi possível detectar que para uma carga total de 271.204 ovos férteis, as perdas atribuídas ao transporte foram de 2.124 ovos trincados e 725 ovos quebrados. Isso representa uma perda de 1,05% durante as três viagens. Entretanto, foi possível verificar que, durante os três transportes de ovos férteis, a empresa deixou de ganhar R\$ 2279,2 com a incubação desses ovos, considerando o custo do ovo fértil de R\$ 0,80.

Além das perdas por trincas e quebra dos ovos, os altos níveis de vibração e choques podem diminuir a qualidade dos ovos férteis. Devido ao agitação do material interno do ovo, tem-se a danificação do albúmen e da qualidade da gema, que, conseqüentemente, provocará mortalidade e malformação embrionária, além de reduzir qualidade dos pintos de corte (PAINE, 1962; THOMPSON et al., 1986; ALTUNTAŞ; ŞEKEROĞLU, 2008). Devido ao alto nível de vibração e choques da carga, os ovos férteis recém-coletados (ovos novos) podem apresentar características e aparência de mais velhos, ou seja, eles poderão ter características semelhantes aos ovos que permaneceram estocados por 10 dias (BERARDINELLI et al., 2003a, 2003b).

Por meio do desdobramento da interação entre os tratamentos idade de matrizes (nova, intermediária e velha) e os tempos de estocagem (03-06, 26-30 e 50-52 h), em relação ao número de ovos trincados, foi possível constatar que não houve diferença significativa.

Houve diferença estatística para o número de ovos trincados nas diferentes idades de matrizes de corte. Verificou-se que as idades de matrizes velha e intermediária não diferiram significativamente entre si, porém, apresentaram diferença estatística significativa da idade de matriz nova. Os maiores valores médios de ovos trincados foram encontrados nas idades de matrizes velha e intermediária com 14,8 e 9,8 unidades e o menor na idade de matriz nova com 3,7 unidades (Tabela 16).

A maior média de ovos trincados nas idades velha e intermediária pode ser explicada pela menor fragilidade da casca dos ovos, devido à menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área e maior quantidade de material interno (BRAKE, 1996; ALMEIDA et al., 2006; COSTA et al., 2011).

Tabela 16 – Relação do número de ovos trincados para as diferentes idades de matrizes de corte

Idade das matrizes de corte	Números de ovos trincados
Nova	3,7 B
Intermediária	9,8 A
Velha	14,8 A
Teste Qui-quadrado	23,22*

Médias com letras diferentes maiúsculas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

A quantidade de cálcio depositada nos ovos permanece mais ou menos constante durante todo o ciclo de postura. Todavia, do início ao final do ciclo de postura, o ovo chega a aumentar em até 40% do seu tamanho e, por isso, haverá menos cálcio por área de superfície de casca, o que resulta na redução da resistência da casca. Assim, aves jovens têm uma taxa de retenção de aproximadamente 60%, enquanto as aves mais velhas retêm apenas 40% do cálcio absorvido (BRAKE, 1996; ALMEIDA et al., 2006; ROCHA et al. 2008b; COSTA et al., 2011).

Ao estudar a influência direta da idade da matriz sobre a qualidade, composição e tamanho do ovo, os autores Reis et al. (1997), Rocha et al. (2008a) e Tanure et al. (2009) verificaram que, com o avanço da idade de matriz, ocorre uma redução na taxa de postura, alteração nos constituintes do ovo, principalmente gema e albúmen, aumentando o tamanho e quantidade de poros dos ovos e reduzindo a espessura da casca do ovo.

É importante ressaltar que a quantidade de trincas e rachaduras dos ovos, durante o transporte, pode ser oriunda de diversos fatores como: idades das matrizes, condições e tipo de estradas (terra e asfalto), níveis de vibrações e choques, dentre outros.

4.3.6 Avaliação da perda de água dos ovos férteis durante o transporte

Com o desdobramento da interação das idades das matrizes e os tempos de estocagem, foi possível verificar a diferença estatística na perda de água dos ovos férteis, durante o transporte da carga (Tabela 17). No entanto, a diferença da perda de água dos ovos durante o transporte foi pequena para todas as idades de matrizes e os tempos de estocagem.

Houve diferença estatística entre as idades de matrizes, em que as maiores médias de perda de água dos ovos foram verificadas nas matrizes intermediárias, com valores de 0,19; 0,16 e 0,13% respectivamente. Isso pode estar relacionado com o período do ano (verão) em que os ovos foram transportados, com as idades das matrizes de corte e densidade da carga do caminhão.

Tabela 17 – Perda de água dos ovos férteis em função das idades de matrizes e tempos de estocagem, durante o transporte dos ovos férteis

Perda de água dos ovos férteis (%)			
Idade das matrizes de corte	Tempos de estocagem (h)		
	03-06	26-30	50-52
Nova	0,07 Ba	0,06 Ca	0,08 Ca
Intermediária	0,13 Ac	0,16 Ab	0,19 Aa
Velha	0,09 Bb	0,08 Bb	0,12 Ba
Teste F	16,41*		

Médias com letras diferentes (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * – significativo a 5% ($P < 0,05$)

Verificou-se diferença estatística entre os tempos de estocagem, em que as maiores médias de perdas de água dos ovos ocorreram em 50-52 h, para todas as idades de matrizes. Quanto maior o tempo de estocagem, maior será a perda de água dos ovos, independentemente do trajeto percorrido.

Em média, durante o transporte de ovos férteis, a perda de água é de 0,11%. De acordo com as idades das matrizes, essa perda de água pode variar: para os ovos oriundos de matrizes novas tem-se uma perda de 0,07%; matrizes intermediárias, a perda foi 0,16% e matrizes velhas, a perda foi de 0,10%.

Portanto, o maior valor médio de perda de água dos ovos férteis foi detectado na idade de matriz intermediária e no tempo de estocagem de 50-52 h, com 0,19%. Estudos realizados por Ferreira et al. (2005, 2006) com matrizes pesadas da linhagem Cobb (33 e 58 semanas de idade), mostraram que a maior perda de peso dos ovos foi verificado em aves mais velhas e com oito dias de armazenamento. Porém, quando esses ovos estão sob condições térmicas diferentes, essa perda de água pode ser influenciada, como foi o caso dos ovos oriundos de matrizes intermediárias.

Na Figura 16, verificam-se os valores médios de perda de água dos ovos férteis para as três idades de matrizes (nova, intermediária e velha) e com os tempos de estocagem de ovos (3-6, 26-30 e 50-52 h), durante o transporte dos ovos férteis.

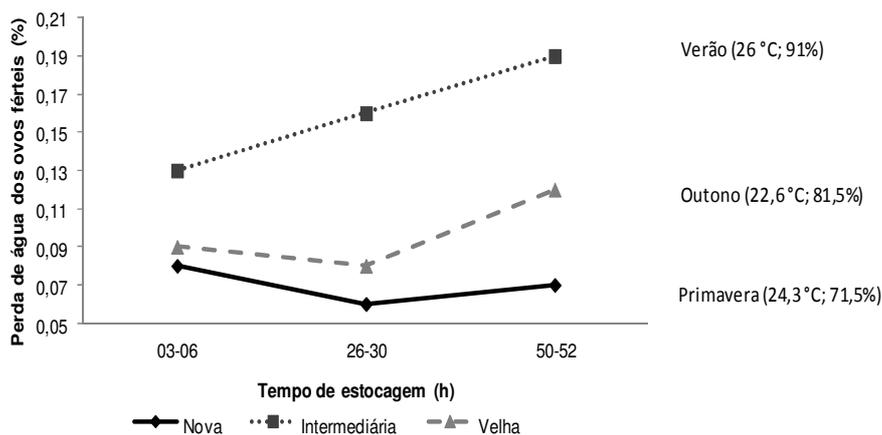


Figura 16 – Perda de água dos ovos férteis em função das idades das matrizes de corte e dos tempos de estocagem, com suas respectivas estações do ano e condições microclimáticas (T; UR), durante o transporte dos ovos férteis

As maiores médias de perda de água dos ovos foram observadas para a idade de matriz intermediária para todos os tempos de estocagem. Isso pode ser explicado pelo fato de que esses ovos foram transportados durante o verão, quando tiveram as piores condições térmicas no transporte, com a maior variação da temperatura e umidade relativa, e com o maior carregamento (112080 unidades de ovos), em relação aos demais carregamentos.

Outro fator que pode ter colaborado foi a idade das matrizes, pois os ovos oriundos de matrizes velhas tendem a perder mais água do que as matrizes jovens, conforme os autores Roque e Soares (1994); Almeida et al. (2006); Tanure et al. (2009) e Corrêa et al. (2011). Isso ocorre porque os ovos oriundos de matrizes velhas apresentam maior porosidade e menor espessura da casca, os quais tendem a perder mais água em relação aos ovos oriundos de matrizes jovens. Porém, quando os ovos oriundos dessas idades de matrizes estão submetidos às condições microclimáticas de transporte adversas e densidades de caixas de ovos diferentes, as perdas de água dos ovos podem aumentar.

Observou-se que as maiores médias de perda de água dos ovos ocorreram no tempo de estocagem de 50-52 h, para todas as idades de matrizes, conforme Santos et al. (2009) quanto maior o tempo de estocagem, maior será a perda de água dos ovos. Tendo em vista que as perdas de água dos ovos são contínuas, essas podem ser aceleradas ou retardadas de acordo com as condições térmicas nas quais ovos foram transportados. Então, pode-se dizer que, quanto maior for o tempo de armazenamento dos ovos no matizeiro, mais rápido tem que ser o

transporte desses ovos sob as condições adversas de temperatura e umidade relativa, para minimizar as perdas de água excessiva dos ovos.

Então, um dos grandes problemas na perda de água dos ovos férteis pode estar relacionado com a estação do ano durante a qual os ovos férteis estão sendo transportados, com a idade das matrizes, tempo de estocagem, densidade de caixas no baú e os níveis de posicionamento de caixas de ovos. Tendo em vista que, quanto maior for a carga de ovos transportada, mais obstáculos (caixas) terá para o ar frio climatizar todo baú, pois, sendo esse mais denso, tende a ficar no layout inferior das caixas de ovos, colaborando para desuniformização das condições térmicas do baú climatizado.

Diante disso, pode-se dizer que os fatores que influenciam a perda de água dos ovos durante o transporte da carga são: as condições microclimáticas (temperatura e umidade relativa), as estações do ano, a heterogeneidade e densidade da carga. Por isso, é muito importante que exista a uniformização da carga de ovos no baú durante as estações mais quentes (verão), ou seja, um manejo da carga para cada estação.

A avaliação da perda de água por meio do Logit_perda levou a concluir que houve diferença estatística para o efeito das variáveis microclimáticas, desvio padrão da temperatura, umidade relativa média e o desvio padrão da umidade relativa no logit da perda de água dos ovos férteis. Porém, não houve diferença estatística para a variável temperatura no logit da perda de água dos ovos.

Observou-se que a variabilidade da temperatura (desvio padrão da temperatura) apresentou uma grande influência no logit da perda de água dos ovos com 0,52 unidades, o que equivale a uma perda de água dos ovos de 0,6%. Então, a oscilação da temperatura no baú climatizado pode ser mais prejudicial à perda de água dos ovos férteis, do que a elevação da temperatura.

Ao aumentar 1% de umidade relativa no logit da perda de água dos ovos, houve uma diminuição de -0,009 unidades no logit, o que equivale 0,5% de perda de água dos ovos. A variabilidade da umidade relativa (desvio padrão da umidade relativa) apresentou o mesmo comportamento do logit da perda de água da umidade relativa. Portanto, pode-se dizer que a umidade relativa e a amplitude dela apresentaram o mesmo percentual na perda de água dos ovos.

Deste modo, é muito importante o controle das condições microclimáticas dentro do baú climatizado, durante o transporte dos ovos para evitar as perdas de água excessivas, sem causar danos ao embrião.

De acordo com os resultados, foi possível simular as condições de perda de água dos ovos em função das alterações nas condições microclimáticas de transporte. A Tabela 18 apresenta os resultados de simulação à variação de possíveis perdas de água dos ovos férteis durante o transporte.

Tabela 18 – Simulação das variações de temperatura e umidade relativa no modelo Logit_perda em função da perda de água dos ovos férteis

Variação da temperatura °C	Umidade relativa %	Perda de água dos ovos %
-	-	0,6
-	+0,5	0,50
-	+1,0	0,50
-	+1,5	0,51
-	+2,0	0,52
-	Δ UR	0,50

4.4 Conclusões parciais

Com relação às condições microclimáticas, durante as operações pré-
porteira, foi possível comprovar que:

A. Avaliação bioclimática no transporte de ovos férteis:

- as condições microclimáticas de temperatura, umidade relativa e entalpia específica no transporte de ovos férteis estiveram acima das faixas ideais. O nível de posicionamento das caixas de ovos superiores foi o que registrou os maiores valores médios de temperatura, umidade relativa e entalpia específica, para todas as estações do ano estudadas. O verão foi a pior estação do ano para o transporte dos ovos férteis.

B. Avaliação bioclimática da dependência espacial no transporte:

- as piores regiões com condições microclimáticas nos dois níveis de posicionamento das caixas de ovos foram localizadas próximo ao climatizador e parte central do baú, tornando essas regiões mais suscetíveis à ocorrência de perdas durante o transporte dos ovos férteis.

C. Avaliação dos níveis de vibração e choques nas perdas produtivas das operações pré-porteira:

- os piores níveis de vibração e choque da carga de ovos ocorreram no sentido vertical (deslocamento da carga da frente para o fundo), ocasionadas pelas ultrapassagens, frenagens bruscas e alta velocidade. As estradas de asfalto foram as que provocaram os maiores níveis de vibração e choques, quando comparados com a estrada de terra.

D. Avaliação do número de ovos trincados e quebrados:

- o maior número de ovos trincados e quebrados para a carga total das três viagens, foi detectado na viagem 1, atribuído ao maior nível de vibração e choque que a carga sofreu durante o percurso;

- as perdas pré-porteiras nas operações de transporte de ovos ultrapassam 1%, as quais são atribuídas ao número de ovos trincados e quebrados.

- as idades de matrizes velhas e intermediárias foram as que apresentaram o maior número de ovos trincados e quebrados.

E. Avaliação das perdas de água dos ovos férteis durante o transporte:

- os ovos oriundos de matrizes intermediárias e com maior tempo de estocagem, tendem a perder mais água do que os ovos de matrizes novas durante o transporte. Essa perda de água tende a ser maior para a carga que estiver sob piores condições microclimáticas;

- a oscilação da temperatura no baú climatizado pode aumentar mais a perda de água dos ovos férteis. Para cada variação de 1% de aumento na umidade relativa aumenta 0,5% na perda de água dos ovos férteis.

Referências

- ADAM, J.L.; SKINNER, J.L. Effects of management, strain and truck shipment on albumen quality of eggs. **Poultry Science**, Savoy, v.42, p.1076–1081, 1963.
- ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 11, n.1, p.45-49, 2006.
- ALTUNTAŞ, E.; ŞEKEROĞLU, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. **Journal of Food Engineering**, London, v.85, p.606–612, 2008.
- ANDERSON, K.E.; PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: transportation - part 3. **Poultry Science**, Savoy, v.87, p.1195-1201, 2008.
- ARAÚJO, W.A.G.; ALEBRANTE, L.; CASTRO, A.D. Fatores capazes de afetar os indicies de eclosão. **Revista Eletrônica Nutritime**, Campinas, v.6, n.5, p.1072-1087, 2009.
- BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; GIGLI, A.C.S. impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v.30, n.4, p.563-577, 2010.
- BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495–502, 2003a.
- _____. Effects of sinusoidal vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v.86, n.3, p. 347–353, 2003b.
- BRAKE, J.T. Optimization of egg handling and storage. **World Poultry Science**, Amsterdam, v.12, p.6-9, 1996.
- COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; HOSODA, L.H.; LIPARI, C.A.; LIMA, H.J.A. Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2152-2160, 2011.
- ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. Termodinâmica. 3.ed. Alfragide, 2001. 900p.
- DAMRON, B.L., DOUGLAS, C.R.; JACOBS, R.D. Temperature patterns in commercial egg transport vehicles. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.3, p.193–198, 1994.
- DECUYPERE, K.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 48, p. 27-38, 1992.

DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da Incubação**. Jaboticabal: FACTA, 2003. 537p.

ELIBOL, O.; PEAK, S.D.; BRAKE, J. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 945-950, 2002.

ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry science**, Savoy, v.87, n.6, p.1237-1241, 2008.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G.; CHURCH, J.S.; HARDIN, R.T.; PETITTE, J.N. Variability in pre-incubation embryo development in domestic fowl: effects of nest holding time and method of egg storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p.1876–1881, 1991.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; HARDER, R.T. Variability in pre-incubation embryonic development in domestic fowl. Effects of duration of egg storage period. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 2129–2132, 1992.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; CORRÊA, G.S.S. Influência da idade da matriz sobre a qualidade do ovo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 7, p. 16, 2005.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA A.M.Q.; LÓPEZ, C.A.A.; MORAES, D.T. Influência da idade da matriz e do período de armazenamento dos ovos sobre a uniformidade dos pintos aos 11 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 8, p.17, 2006.

FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L.; RIBEIRO, B.R.C.; BAIÃO, N.C. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.408-413, 2006.

GAST, R. K.; HOLT, P. S. Influence of the level and location of contamination on the multiplication of *Salmonella enteritidis* at different storage temperatures in experimentally inoculated eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p. 559–563, 2000.

GONÇALVES, A.C.A; FOLEGATTI, M.V.; DA MATA, J.D.V. Análises exploratórias e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1149-57, 2001.

ISO 2631-1. **Mechanical vibration and shock – evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: general requeriments**. International Standard. 1997.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: UNESP, 1998. 226p.

LIBARDI, P.L.; MANFRON, P.A.; MORAES, S.O.; TUON, R.L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.20, n.1, p.1-12, 1996.

LIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2nd ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

LOURENS, S.; MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of Egg Size on Heat Production and the Transition of Energy from Egg to Hatchling. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.770-776, 2006.

KOELKEBECK, K.W.; PATTERSON, P.H.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Processing—Part 2. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.1187–1194, 2008.

KETELAERE, B.; MAERTENS, K.; BAERDEMAEKER, J. Noise cancellation in on-line acoustic impulse response measurements for the quality assessment of consumption eggs. **Mathematics and Computers in Simulation**, Amsterdam, v.65, p.59–67, 2004.

MERTENS, K.; BAMELIS, F.; KEMPS, B.; KAMERS, B.; VERHOELST, E.; DE KETELAERE, B.; BAIN, M.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.1670–1677, 2006.

MOLENBERGHS, G.; VERBEKE, G. **Models for discrete longitudinal data**. New York: Springer, 2005.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; WINELAND, M.J.; SMALL, J.; CUTCHIN, H.; MCELROY, A.; BARRI, A.; MARTIN, S. Effect of incubation temperatures and chick transportation conditions on bone development and leg health. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.18, p. 671– 678. 2009.

PAINE, F.A. **Fundamentals of Packaging**. Blackie and Sons Ltd., London. 1962. 200p.

PANDA, P. C.; VENKATASUBBIAH, G.; PARTHASARATHY, L. Effect of packaging and journey hazard tests on the internal quality of shell eggs. **Indian Food Packer**, New Delhi, v.27, n.4, p.10–12, 1973.

PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Production—Part 1. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.1182–1186, 2008.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PIERCE, C.D.; SINGH, S.P; BURGESS, G. A comparison of leafspring with air-cushion trailer suspension in the transport environment. **Packaging Technology and Science**, London, v.5, p.11–15, 1992.

- RANDALL, J.M., STREADER, W.V., MEEHAN, A.M. Vibration on poultry transporters. **British Poultry Science**, Abingdon, v.34, p.635-642, 1993.
- RANDALL, J.M.; DUGGAN, J.A.; ALAMI, M.A.; WHITE, R.P. Frequency weightings for the aversion of broiler chickens to horizontal and vertical vibration. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Amsterdam, v.68, p.387-397, 1997.
- REIJRINK, I.A.M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. **World's Poultry Science Journal**, Amsterdam, v.64, p. 581–598, 2008.
- REIJRINK, I.A.M.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; GRAAT, E.A.M.; VAN DEN BRAND, H. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.88, p.2649–2660, 2009.
- REIS, L.H.; GAMA, L.T.; CHAVEIRO SOARES, M. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1459-1466, 1997.
- ROBERTSON, G.P. **GS+: Geostatistics for the environmental sciences - GS+** User's Guide. Plainwell: Gamma Desing Software, 2000. 152 p.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, ed. 3: Springer Berlin, Heidelberg, p. 455-459, 2011.
- ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, L.E.C.; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.979-986, 2008a.
- ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TRIGINELLI, M.V.; LEITE, J.F.C. Efeito da classificação dos ovos sobre uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.979-986, 2008b.
- ROQUE, L.; SOARES, M.C. Effects of eggshell and broiler breeder age on hatchability. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1838-1845, 1994.
- SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.14, p. 548–553, 2005.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: Realease 9.2**, (software). Cary, 2010. 620 p.
- SINGH, S.P. Vibration levels in commercial truck shipments. ASAE Paper n. 91, 6016 p., 1991.

SOUZA, H.B.A.; LIMA, T.M.A. Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.5, p.27-36, 1994.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. 2 ed. Westport: Avi Publishing Company, 1977. 323 p.

TANURE, C.B.G.S.; CAFÉ, M.B. ; LEANDRO, N.S.M. ; BAIÃO, N.C.; TRINGHINI, J.H.; GOMES, N.A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.6, p.1391-1396, 2009.

THOMPSON, B.K.; THOMPSON, R.M.G.; HAMILTON, R. M. G. Relationship between laboratory measures of shell strength and breakage of eggs collected at a commercial grading station. **Poultry Science**, Savoy, v. 65, p.1877– 885, 1986.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, p.45-94, 1985.

TURRA, F. Pecuária - Os preços das carnes decolaram tanto aqui como lá fora. **Revista Rural**, São Paulo, v.14, 167p. 2012.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data**. New York: Springer Science + Business Media, 2000.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. 346 F.; ALVAREZ, V.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: 347 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v.1, p.1-53.

VIEIRA, A.M.C. **Modelagem simultânea de média e dispersão e aplicações na pesquisa agrônoma**. 2008. 176 p. Tese (Doutor em Estatística e Experimentação Agrônoma) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ZIMBACK, C.R.L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do Solo e Fotopedologia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

WALBER, M.; TAMAGNA, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.11, n.15, p.1-88, 2010.

YASSIN, H.; VELTHUIS, A.G.J.; BOERJAN, M.; VAN RIEL, J.; HUIRNE, R.B.M. Field study on broiler eggs hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p.2408–2417, 2008.

5 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS DO INCUBATÓRIO DAS IDADES DAS MATRIZES E DOS TEMPOS DE ESTOCAGEM NA ECLODIBILIDADE DOS OVOS

Resumo

O objetivo foi avaliar a influência das condições bioclimáticas do incubatório, dos diferentes tempos de estocagem e das diferentes idades de matrizes, na eclodibilidade e qualidade de pintos de corte. A pesquisa foi conduzida nas instalações de um incubatório industrial em Mogi Mirim – SP. A sala de ovos apresentava as seguintes dimensões: 13,34 m de comprimento por 11 m de largura, com pé-direito de 3 m, totalizando uma área de 148,5 m², com orientação leste-oeste. A cobertura era de telhas de fibro-cimento, com a presença de laje e climatizada. A avaliação bioclimática da sala foi realizada em intervalos de 10 minutos, por meio do registro das variáveis temperatura (T; °C), umidade relativa (UR; %) e entalpia específica (h; kJ.kg de ar seco⁻¹) no interior da sala e ambiente externo. Foram utilizados 12 microprocessadores da marca Logen na sala, um no ambiente externo e seis no carrinho. Para avaliação bioclimática das incubadoras da marca Casp, foi utilizado um microprocessador, para cada três tratamentos e um na sala das incubadoras, que registravam, em intervalos de 10 minutos, as variáveis (T, UR e h). Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes, da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo. Também foram analisados 12 de tempos de estocagem. Foram pesados 35 ovos individualizados de cada tratamento (idades das matrizes e os tempos de estocagem), durante a entrada e saída da sala de ovo e incubadora, utilizando uma balança semi-analítica. Para avaliação bioclimática dos nascedouros da marca Casp e das caixas de nascimento na sala de espera, foram utilizados 12 microprocessadores, instalados dentro das caixas de nascimento de cada tratamento, um na sala dos nascedouros e um no ambiente externo, que registravam, em intervalos de 10 minutos as variáveis (T, UR e h). Após o nascimento dos pintos, foram selecionado aleatoriamente 30 pintos por tratamento para avaliar a frequência respiratória (FR), temperatura de superfície média (TSM) e cloacal (TC), e o peso. Também foram determinados a eclodibilidade e taxa de eclosão dos ovos. Foram realizadas as quebras dos ovos que não eclodiram para avaliar o número de ovos claros ou inférteis; mortalidade. O delineamento experimental utilizado foi hierárquico, em que os tempos de estocagem estão aninhados dentro das idades das matrizes de corte, com 35 repetições. Com os resultados, verificou-se que as variáveis (T, UR e h) estavam fora das faixas ideais para os ambientes da sala de ovos, incubadoras, nascedouros, sala de espera para todas as estações estudadas. Os ovos oriundos de matrizes velhas e os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores perdas de água, eclodibilidade e taxa de eclosão. A maior mortalidade embrionária de 0-7 dias foi verificada nos ovos provenientes de matrizes novas. Os maiores pesos dos pintos foram observados nos oriundos de matrizes velhas e nos menores tempos de estocagem. As maiores (TSM e TC) foram verificadas nos pintos oriundos de matrizes intermediárias. Esses também foram os únicos que obtiveram a (FR) dentro da faixa ideal.

Palavras-chave: Ambiência, Taxa de eclosão; Avicultura; Conforto térmico; Incubação

Abstract

The aim was to evaluate the influence of hatchery's bioclimatic conditions, of the different storage times and of the different broiler breeder ages on hatchability and on the quality of one-day-old chickens. The research was carried out in the installments of a commercial hatchery in the city of Mogi Mirim – São Paulo State, Brazil. The chicks room presented the following measurements: 13,34 m length and 11 m width, 3 m height, totalizing an area of 148,5 m², in the east-west direction. The roofing was composed by fiber cement tiles, and it had a slab and was acclimatized. Bioclimatic evaluation of the room was done in intervals of 10 minutes through the measurement of temperature (T; °C), relative humidity (RH; %) and specific enthalpy (kJ.kg of dry air⁻¹) inside and outside the room. Twelve microprocessors (Logen[®]) were installed in the room, one in the outside environment and six in the hatchery's cart. A microprocessor to each three treatments and one in the hatcher's room was used to the bioclimatic evaluation of the hatcher's (Casp[®]), which registered the variables (T, RH and h) in intervals of 10 minutes. Three different breeders age were selected of Cobb fast strain, from the same flock and analyzed over time. Twelve storage times were also analyzed. Thirty-five eggs from each treatment were weighed by a semi-analytical weighing-machine (breeders age and storage times), during the entrance and departure of the eggs room and hatchery. To the bioclimatic evaluation of the hatcheries (Casp[®]) and of the hatching boxes in the waiting room 12 microprocessors were used, installed inside the hatching boxes from each treatment, one in the hatching room and one in the outside environment, which registered the variables (T, RH and h) in intervals of 10 minutes. After the hatching, 30 one-day-old chickens per treatment were randomly selected to the evaluation of respiration rate (RR), mean surface (MST) and cloacal temperatures (CT) and weight. Hatchability and the hatching rate of the eggs were also calculated. The breaking of the unhatched eggs was done to evaluate the number of clear or infertile eggs; embryonic mortality. A hierarquic experimental design was used, which storage times are nested inside the broilers breeders age, composed by 35 repetitions. It was possible to verify in the results that variables (T, RH and h) were not in accordance to the ideal bands to the eggs room, hatcher's, hatcheries and waiting room to all the studied seasons. Eggs from older breeders and the higher storage times presented major losses of water, hatchability and hatching rate. A superior embryonic mortality from 0-7 days were observed in the eggs from the younger breeders. The superior weight of one-day old chickens was observed in those from the older breeders and in the smallest storage times. The higher (MST and CT) were observed in the one-day-old chickens from the intermediate breeders, which were the only to achieve a (RR) in accordance to the ideal band.

Keywords: Ambience; Hatching rate; Poultry; Thermal comfort; Incubation

5.1 Introdução

Na busca de melhoria da qualidade dos pintos de corte, os incubatórios brasileiros têm buscado se profissionalizar e se manter atualizados com as últimas

tecnologias disponíveis no mercado, principalmente no que se refere à climatização e aos sistemas de incubação. Porém, muitos dos incubatórios se esquecem de que a sala de ovos merece uma melhor atenção com relação aos sistemas de climatização, pois nem sempre o que é registrado pelos equipamentos corresponde à temperatura e umidade relativa ideal.

Para assegurar paralisação do desenvolvimento embrionário e garantir a integridade do embrião, antes da incubação, é necessário que os ovos férteis estejam estocados em uma sala climatizada por um período de tempo, que pode variar, conforme a demanda do incubatório. As condições microclimáticas ideais para sala de ovos devem estar dentro das faixas 10-20 °C de temperatura e 55-75% de umidade relativa (FASENKO et al., 1991; DECUYPERE; MICHELS, 1992; FASENKO; HARDIN; ROBINSON, 1992; SOUZA et al., 1994; ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; DECUYPERE et al., 2003; SAMLI et al., 2005; FIÚZA et al., 2006; ELIBOL; BRAKE, 2008a, 2008b; ARAÚJO; ALEBRANTE; CASTRO, 2009). Com isso, diversas pesquisas têm demonstrado que o período de estocagem prolongado de ovos férteis é negativamente associado com a eclodibilidade (KOSIN, 1964; LANDAUER, 1967; MAYES, 1984; MEIJERHOF, 1992; BRAKE et al., 1997; FASENKO, 2007).

A eclodibilidade e a qualidade do pinto de corte tendem a diminuir, quando o período de estocagem dos ovos excede três dias, independentemente da temperatura. Durante o armazenamento de ovos, há uma série de mudanças nos aspectos físico-químicos dos ovos, que podem ocasionar uma diminuição da qualidade de albúmen (MEIJERHOF et al., 1994; TONA et al., 2001). Além disso, tem-se observado que o ovo estocado pode apresentar maior período de incubação e retardamento do desenvolvimento embrionário (REIS et al., 1997).

A idade da matriz é outro fator de grande importância para incubação dos ovos, pois ovos oriundos de matrizes velhas devem ser incubados mais rapidamente em relação aos ovos oriundos de matrizes novas. Porque as matrizes novas produzem albúmen de melhor qualidade, esses tendem a aguentar um maior período de estocagem, em relação aos de matrizes velhas (BRAKE, 1996). As matrizes jovens produzem ovos menores com baixo rendimento de incubação, pintos de pior qualidade e com menor peso à eclosão (BENTON; BRAKE, 1996; SUAREZ et al., 1997; ROCHA et al., 2008b; CORRÊA et al., 2011).

Com envelhecimento da matriz, os ovos aumentam de tamanho e há maior proporção de gema em relação ao albúmen, devido à maior capacidade das aves velhas de transferência de lipídeos para a gema dos ovos (VIEIRA; MORAN JR., 1998; PEEBLES et al., 2000; SANTOS et al., 2007). Também há uma diminuição na espessura da casca do ovo, pelo aumento do número e do diâmetro dos poros, o que favorece as trocas gasosas. Portanto, os ovos oriundos de matrizes velhas necessitam de uma maior umidade de incubação para dificultar a desidratação excessiva dos mesmos (HODGETTS, 1985; WILSON, 1991; BRAKE, 1996; ROSA et al., 2002; ALMEIDA et al., 2006b; SANTOS et al., 2007; ROCHA et al., 2008a; COSTA et al., 2011). A desidratação excessiva do ovo afeta diretamente o peso e a qualidade do pinto ao nascer (TONA et al., 2001).

Desta forma, faz-se necessário entender a relação das condições microclimáticas presentes na sala de ovos do incubatório, incubadoras e nascedouros, para esclarecer os seus efeitos subsequentes em função das idades de matrizes e diferentes tempos de estocagem, verificando sua influência sobre a eclodibilidade e qualidade de pintos de corte. Durante esta etapa pré-porteira é importante averiguar os pontos críticos desses gargalos tecnológicos, os quais devem ser considerados como essenciais para produção de pintos com excelente qualidade.

Com esta pesquisa, objetivou-se avaliar a influência das condições bioclimáticas do incubatório, dos diferentes tempos de estocagem e das diferentes idades de matrizes, na eclodibilidade e qualidade de pintos de corte.

5.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida nas instalações do incubatório avícola de uma empresa integradora, localizado no município de Mogi Mirim, no Estado de São Paulo, apresentando latitude de 22° 25' 55" S, longitude de 46° 57' 28" W e altitude de 590 m. Os períodos experimentais foram de novembro a dezembro de 2010 e de fevereiro a abril de 2011, durante a primavera, verão e outono. O clima da região é caracterizado como mesotérmico Cwa (tropical de altitude), com temperatura do mês mais frio menor que 18 °C, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22 °C, segundo classificação Köppen (PEREIRA et al., 2002).

5.2.1 Incubatório

O incubatório onde se realizou a pesquisa possui uma área total de 24.200 m², sendo que, desse total, 1.750 m² são de área construída (Figura 17).

A empresa recebe mensalmente uma média de 1.600.000 ovos incubáveis dos matrizeiros, e possui capacidade de produção diária de aproximadamente 70.000 unidades de pintos. No entanto, esses números são variáveis por serem diretamente dependentes do índice médio de eclosão, o qual pode variar de 75 a 90%, dependendo da época do ano e das condições sanitárias dos lotes.

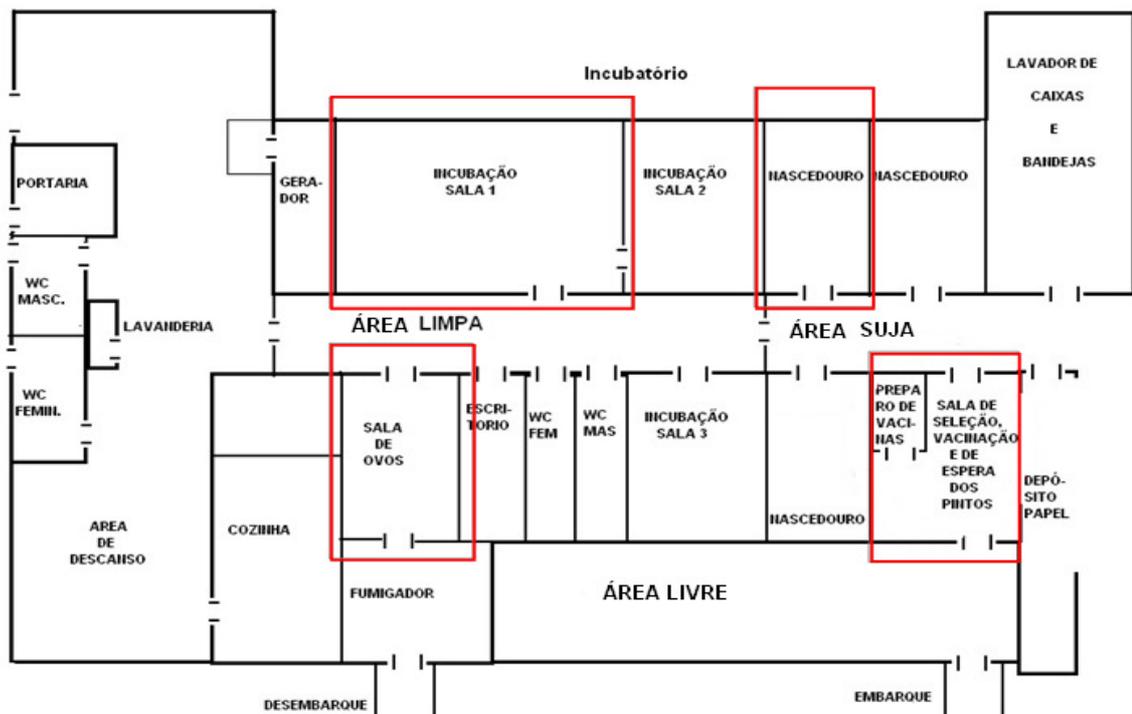
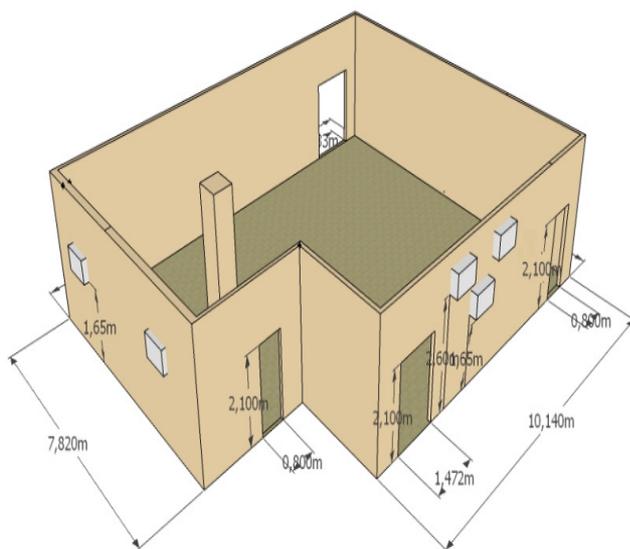


Figura 17 – Esquema explicativo do incubatório, sala de ovos, sala de incubação, sala dos nascidouros e sala de espera estudadas (quadrado vermelho)

5.2.2 Caracterização da sala de ovos do incubatório

A sala de ovos onde se realizou a pesquisa é caracterizada tipologicamente por 13,34 m de comprimento por 11 m de largura, pé-direito de 3 m, totalizando uma área de 146,74 m², e um volume de 440,22 m³ com orientação leste-oeste. A cobertura com telha de fibro-cimento, com a presença de laje, a instalação é totalmente fechada com alvenaria, o piso da sala de ovos de granito, sendo esta climatizada (Figura 18).



A



B

Figura 18 – Croqui (A) e imagem (B) da sala de ovos do incubatório

O sistema de climatização foi realizado por cinco aparelhos de ar condicionado, sendo três da marca Springer flex, com dimensões de 0,66 x 0,43 m instalados a uma altura de 2,60 m do piso, com 80.000 BTUs e dois da marca Cônsul, com dimensões de 0,64 x 0,43 m instalados a uma altura de 1,65 m do piso, com 7.500 BTUs.

A escolha da localização do carrinho de ovos dos diferentes tratamentos na sala de ovos do incubatório se deu a partir de uma prévia, com intuito de localizar os pontos que apresentavam as condições microclimáticas mais próximas das faixas ideais, conforme os autores Fasenko et al. (1991), Decuyper e Michels (1992), Fasenko, Hardin e Robinson (1992), Souza et al. (1994), Elibol, Peak e Brake (2002), Decuyper et al. (2003), Samli et al. (2005), Fiúza et al. (2006), Elibol e Brake, 2008a, 2008b; Araújo, Alebrante e Castro (2009), com finalidade de promover uma homogeneidade do microclima nos diferentes tratamentos. A localização do carrinho na sala de ovos foi baseada no mapeamento térmico do ambiente, no qual se utilizou uma rede de amostragem de pontos, que, por meio da geoestatística, determinou-se a melhor localização. Em função de não ter dado uma dependência espacial, optou-se por localizar o carrinho num ponto central da sala.

5.2.3 Avaliação bioclimática da sala de ovos climatizada do incubatório

A análise bioclimática das condições de estocagem na sala de ovos do incubatório foi realizada por meio de registros das variáveis microclimáticas. Foram registradas: temperatura (T; °C) e umidade relativa (UR; %) no interior da sala de ovos e ambiente externo, para as três estações do ano (primavera, verão e outono). A aquisição desses dados foram realizadas por 12 microprocessadores da marca Logen, no interior da sala de ovos, 6 microprocessadores sobre as bandejas dos ovos, que estavam localizadas no carrinho com os devidos tratamentos e um microprocessador no ambiente externo, a uma altura de 1,8 m do piso. Os registros das variáveis microclimáticas foram realizados em intervalos de 10 minutos, durante o período de permanência dos ovos na sala.

Para caracterização da quantidade de calor existente no ambiente interno da instalação, foi utilizada também a grandeza psicrométrica entalpia específica (h; kJ.kg de ar seco⁻¹).

A eq. (2), para o cálculo da entalpia específica, foi proposta por Rodrigues et al. (2011):

$$h = 1,006t + \frac{UR}{p_a} 10^{\frac{7,5t}{237,34+t}} (71,28 + 0,052t) \quad (2)$$

Em que:

h = entalpia específica (kJ.kg de ar seco⁻¹);

t = temperatura (°C);

p_a = pressão atmosférica (mmHg);

UR = umidade relativa (%).

A disposição dos microprocessadores da sala de ovos do incubatório está representado na Figura 19.

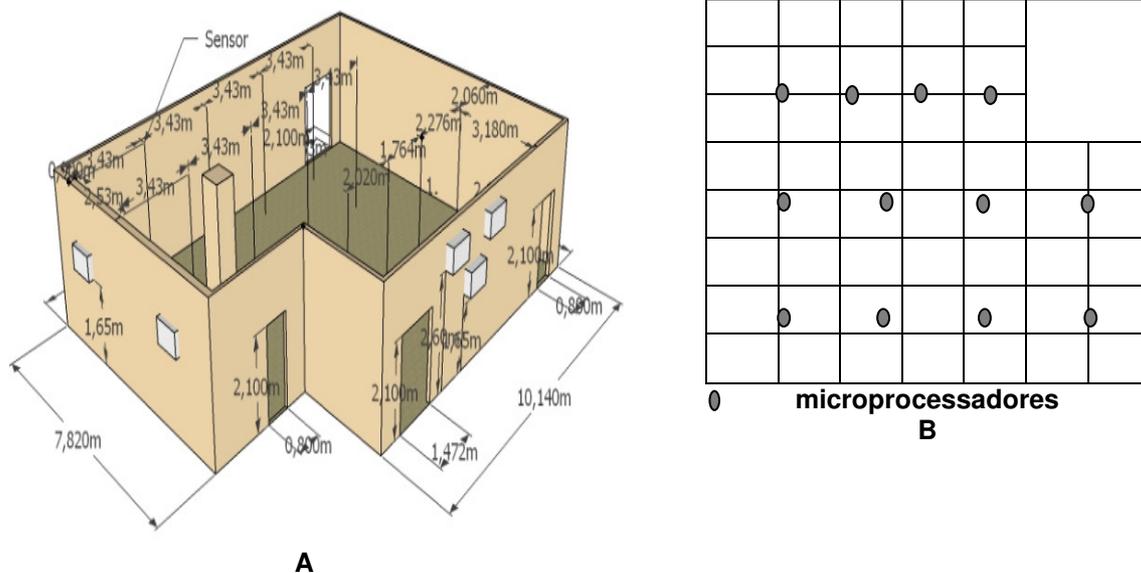


Figura 19 – Croqui (A) e esquema (B) dos microprocessadores na sala de ovos do incubatório

5.2.4 Idades das matrizes e tempos de estocagem no incubatório

Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes, da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo, para avaliar a influência do ambiente da sala de ovos sobre as idades das matrizes e tempos de estocagem, na perda de água dos ovos férteis. As idades analisadas foram:

- Idade nova → 29-30 semanas;
- Idade intermediária → 42-43 semanas;
- Idade velha → 52-53 semanas.

É importante ressaltar que cada idade de matriz foi analisada em três diferentes estações do ano (nova = primavera, intermediária = verão e outono = velha).

Os intervalos de tempo de estocagem na sala de ovos do incubatório analisados foram: 87-103, 174-184, 196-208, 244-255, 63-77, 150-160, 172-184, 220-231, 40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h.

No fluxograma abaixo, é apresentado o esquema experimental da pesquisa estudada no incubatório (Figura 20).

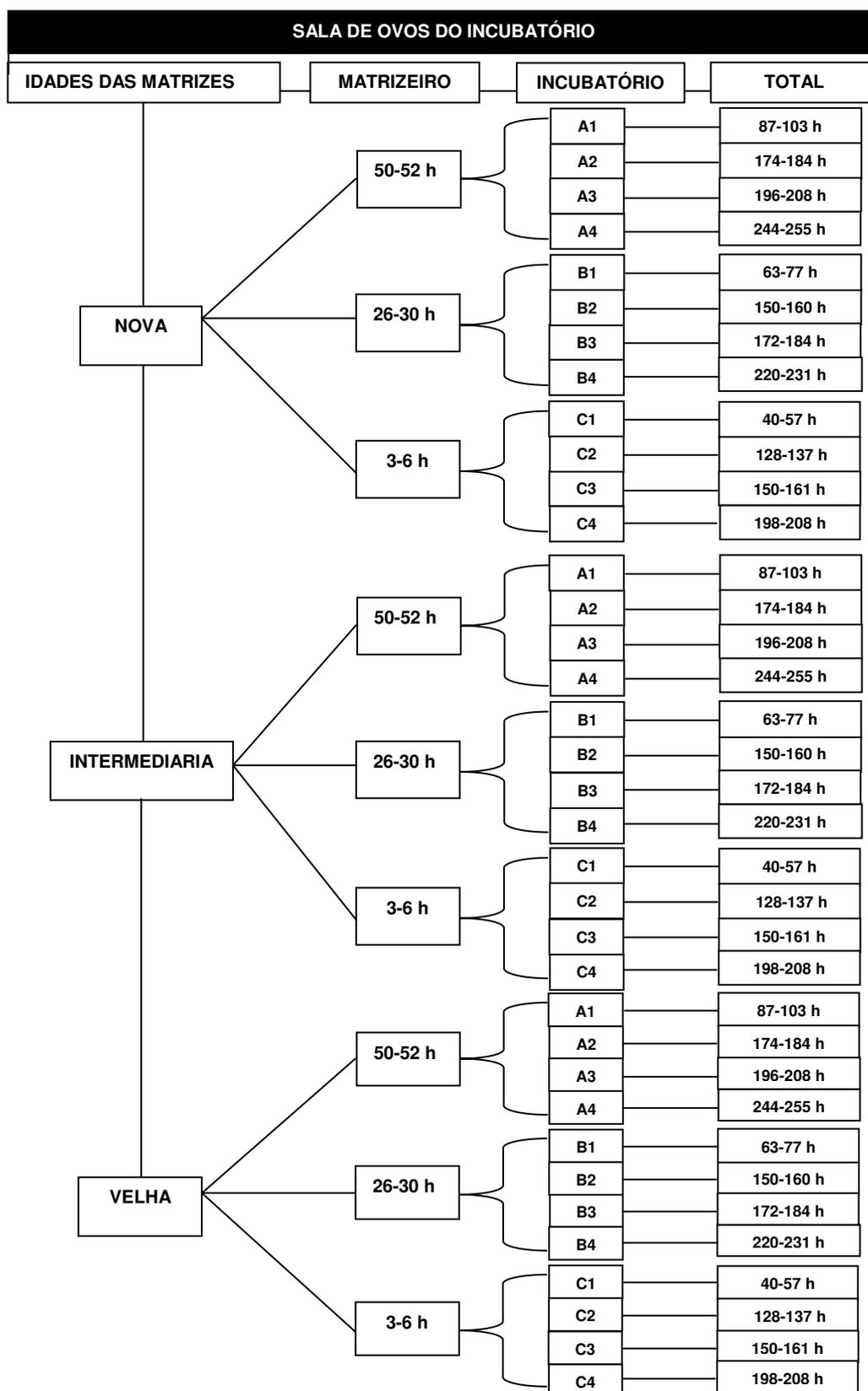


Figura 20 – Fluxograma das idades das matrizes e os tempos de estocagem que foram estudados no incubatório

5.2.5 Avaliação do peso dos ovos na sala climatizada do incubatório

A coleta dos dados foi realizada separadamente para cada idade das matrizes do mesmo lote ao longo do tempo, ou seja, quando as matrizes atingiam as três idades (nova, intermediária e velha) era coletados 1440 ovos, que correspondiam a seis caixas de ovos férteis. Avaliaram-se os pesos de 420 ovos individualizados na entrada e saída da sala de ovos do incubatório, para cada idade de matriz e com 12 tempos de estocagem (87-103, 174-184, 196-208, 244-255, 63-77, 150-160, 172-184, 220-231, 40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), utilizando uma balança semi-analítica com precisão de 0,1 g. Com essa avaliação foi possível quantificar o percentual de perda de água dos ovos férteis, quando esses permaneceram estocados na sala climatizada, de acordo com as idades de matrizes.

Após a coleta dos dados da variável peso dos ovos férteis, foi realizada a seleção dos ovos de forma individual, sendo descartados os ovos defeituosos, sujos, trincados, rachados e ovos super, de acordo com a rotina da empresa. Em seguida os ovos foram colocados nas bandejas de incubação, que tinham uma capacidade de 96 ovos férteis, obtendo, assim, 12 bandejas de ovos conforme seus respectivos tempos de estocagem para cada idade de matriz. Vale ressaltar que os ovos pesados no incubatório eram os mesmos que foram identificados e pesados no matrizeiro. Também existiam três bandejas reservas, que serviriam para reposição dos ovos, caso precisasse, pois a empresa não deixa espaços vazios nas bandejas de incubação.

Foram distribuídos aleatoriamente seis microprocessadores sobre as seis bandejas para registrar o microclima dos tratamentos avaliados. As bandejas de incubação eram colocadas no carrinho, essas permaneciam na sala climatizada durante os períodos de estoque (Figura 21). Os ovos férteis permaneciam na sala até serem transferidos para incubadora.



Figura 21 – Representação da disposição das bandejas de ovos no carrinho e os seis microprocessadores para os diferentes tempos de estocagem e suas respectivas idades de matrizes, na sala climatizada

5.2.6 Caracterização das incubadoras

As incubadoras eram da marca Casp, de estágio múltiplo, modelo CMG 125e com capacidade total de 124.416 ovos. Cada incubadora apresentava 1.296 gavetas, sendo que uma gaveta tinha a capacidade de 96 ovos. As incubadoras onde se realizou a pesquisa apresentavam as seguintes dimensões: frente de 3,47 m, lateral de 6,97 m, altura de 2,68 m, área de 24,19 m², e um volume de 64,82 m³. As incubadoras eram climatizadas com as condições de temperatura de 37,5 - 37,8 °C, umidade relativa de 50 - 65% e 92,6 - 110,6 kJ.kg de ar seco⁻¹, conforme os autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009). A vazão máxima de ar para refrigeração das incubadoras era de 1.800 m³/h.

Após os procedimentos de pesagem dos ovos na saída da sala climatizada, foram realizadas as incubações de três bandejas de ovos de acordo com os seus tempos de estocagem nas incubadoras, para cada idade de matriz.

As bandejas de ovos foram incubadas em duas máquinas incubadoras. As incubações foram realizadas sempre nos períodos de 3 às 6 horas da manhã. Então, foram incubadas três bandejas durante quatro dias, porém, no quarto dia de incubação, foram incubadas também as bandejas reservas. Todo o cronograma de incubação obedeceu à rotina da empresa.

5.2.7 Avaliação bioclimática das incubadoras

Todos os ovos foram submetidos às mesmas condições microclimáticas (temperatura e umidade relativa), iluminação, viragem das bandejas e concentração de gases, durante a incubação por aproximadamente 18,4 dias, ou seja, 441 horas conforme a recomendação dos autores Tullet (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Almeida et al. (2006a); Elibol e Brake (2006); Lourens et al. (2006); Elibol e Brake (2008a, 2008b).

Para o registro das variáveis microclimáticas, foi instalado um microprocessador da marca Logen®, para cada três bandejas dos diferentes tratamentos. A localização desse era próxima às três bandejas no interior da incubadora. Então, foram utilizados quatro microprocessadores dentro das incubadoras e um microprocessador na sala das incubadoras.

Na Tabela 19, é apresentada a relação de como era ordenada a instalação dos quatro microprocessadores e seus respectivos tempos de estocagem, no ambiente da incubadora.

Tabela 19 – Relação dos microprocessadores do ambiente interno das incubadoras e seus respectivos tempos de estocagem

Microprocessadores	Tempos de estocagem (h)
A1	87-103; 63-77; 40-57
A2	174-184; 150-160; 128-137
A3	196-208; 172-184; 150-161
A4	244-255; 220-231; 198-208

As variáveis microclimáticas monitoradas foram a temperatura (T ; °C) e umidade relativa (UR; %), também foi determinada a entalpia específica (h ; kJ.kg de ar seco⁻¹) por meio da eq. (2), proposta por Rodrigues et al. (2011). Essas variáveis foram monitoradas em intervalo de 10 minutos durante a permanência de todos os tratamentos estudados (Figura 22). Essas variáveis foram analisadas durante as três estações do ano (primavera, verão e outono).



Figura 22 – Vista externa (A) e interna (B) da incubadora e alocação do microprocessador (círculo vermelho)

5.2.8 Avaliação dos pesos dos ovos férteis das incubadoras

Após os 18,4 dias de incubação, dos ovos, foram realizadas as pesagens dos mesmos 420 ovos férteis, para cada idade de matriz e seus respectivos tempos de estocagem. Posterior à pesagem, foi realizado, a transferência dos ovos férteis de cada tratamento da incubadora para o nascedouro de forma simultânea. Em seguida, foi realizada a transferência dos ovos da bandeja de incubação para as caixas do nascedouro (Figura 23).



Figura 23 – Processo de transferência da bandeja de incubação para a caixa do nascedouro

5.2.9 Caracterização dos nascedouros

Os nascedouros eram da marca Casp, modelo G 21e com capacidade total de 20.736 ovos. Cada nascedouro apresentava 216 gavetas unificadas, sendo que uma gaveta tinha a capacidade de 96 ovos. Os nascedouros onde se realizou a pesquisa apresentavam as seguintes dimensões: frente de 2,94 m, lateral de 2,68 m, altura de 2,36 m, área de 7,88 m², e um volume de 18,60 m³. Os nascedouros eram climatizadas com as condições de temperatura de 37,5 - 37,8 °C, umidade relativa de 50 - 65% e 92,6 - 110,6 kJ.kg de ar seco⁻¹, conforme os autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009).

Entre o 18° e 19° dia (445 horas) de incubação, os ovos foram transferidos para os diferentes nascedouros, conforme o cronograma de nascimento da empresa, e permaneceram até o nascimento. Para transferência desses ovos foram utilizados dois nascedouros dessa mesma marca. A caixa de ovos do nascedouro tem uma capacidade de 96 ovos férteis. As caixas de ovos foram identificadas de acordo com o tempo de estocagem e idade da matriz, sendo esses separados em diferentes caixas (Figura 24).

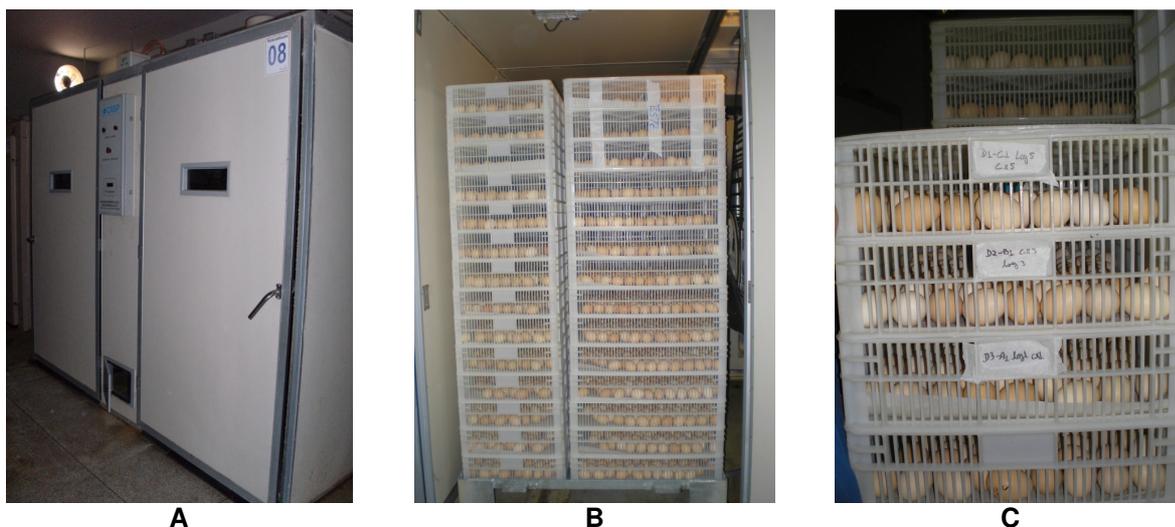


Figura 24 – Vista externa (A) e interna (B) do nascedouro, e identificação das caixas de ovos (C)

5.2.10 Avaliação bioclimática dos nascedouros

Em cada caixa de ovos foi instalado 1 microprocessador da marca Logen® no interior das caixas de cada tratamento, totalizando assim 12 microprocessadores no nascedouro e um microprocessador na sala dos nascedouros, para cada estação do ano estudada (primavera, verão e outono). As variáveis microclimáticas analisadas foram a temperatura (T; °C) e umidade relativa (UR; %), também foi determinada a entalpia específica (h; kJ.kg de ar seco⁻¹), conforme a eq. (2), proposta por Rodrigues et al. (2011). Essas foram analisadas em intervalos de 10 minutos durante a permanência desses no nascedouro.

Na Figura 25 são apresentadas as imagens internas das caixas do nascedouro e a localização dos microprocessadores, em cada tratamento.



Figura 25 – Vista interna do monitoramento das variáveis microclimáticas dentro das caixas do nascedouro em tratamento

5.2.11 Nascimento e variáveis fisiológicas dos pintos recém-eclodidos

Logo após a eclosão dos ovos e nascimento dos pintos, iniciou-se a retirada das caixas de dentro do nascedouro, conforme o cronograma de nascimento. Em seguida os pintos foram levados para a sala de vacinação ou espera, onde se iniciou a coleta das variáveis peso e fisiológicas.

Após a chegada dos pintos ao interior da sala de espera, foram realizadas as avaliações fisiológicas e produtivas nos pintos de um dia, conforme os cronogramas de nascimento. Portanto, foram selecionados aleatoriamente 30 pintos de um dia de cada tratamento, para a avaliação individual de cada pinto. Nesses, foram contabilizados a frequência respiratória (FR) e a aferição da temperatura superficial média animal (TSM), peso e aferição da temperatura cloacal (TC). Também, foi

verificado, durante a coleta dos dados fisiológicos e produtivos de cada tratamento, o monitoramento da temperatura e umidade relativa, e a determinação da entalpia específica do interior das caixas de nascimento durante a permanência dos pintos na sala de espera, a cada 10 minutos até o término das coletas de dados.

A verificação da frequência respiratória (FR; mov.min^{-1}) dos pintos se deu a partir da contagem do número de movimentos abdominais realizados pelo pinto de um dia por um período de 15 s. Utilizando-se um cronômetro digital para marcar o tempo despendido para contagem, em seguida multiplicou-se por 4 para obter o número de movimentos realizados em 1 minuto. Após o registro da frequência respiratória de cada pinto selecionado, realizou-se a aferição das temperaturas de superfície corpórea do mesmo pinto observado.

As temperaturas de superfície corpórea (cabeça, dorso, asa e pata) foram obtidas por meio de um termômetro de infravermelho da marca Fluke, modelo 566, obtendo-se, dessa forma, a temperatura superficial média (TSM). Todas as medições foram realizadas conforme sugestão do fabricante do equipamento (FLUKE, 2007), com a distância (sem contato) entre termômetro e o animal, para registro apenas do ponto de interesse.

Para o cálculo da temperatura superficial média (TSM), foi utilizada a eq. (8), descrita por Nascimento (2010), para a primeira semana da linhagem Cobb 500:

$$TSM = 0,10 \times tc + 0,56 \times td + 0,11 \times ta + 0,15 \times tp + 3,47 \quad (8)$$

Em que,

t_c = temperatura de superfície da cabeça ($^{\circ}\text{C}$);

t_d = temperatura de superfície do dorso ($^{\circ}\text{C}$);

t_a = temperatura de superfície da asa ($^{\circ}\text{C}$);

t_p = temperatura de superfície da pata ($^{\circ}\text{C}$).

As temperaturas cloacais (TC; $^{\circ}\text{C}$) foram obtidas por meio de termômetro digital tipo espeto da marca Oregon Scientific, com sua introdução na cloaca dos até a estabilização da leitura.

Em seguida, foi realizada a pesagem desses pintos, utilizando uma balança semi-analítica com precisão de 0,1 g.

Ao término de todos os registros das variáveis fisiológicas e peso, foi realizada a contabilização do número de nascimentos, para a determinação da eclodibilidade (%) e taxa de eclosão dos ovos (%). Em seguida, foi realizada a quebra dos ovos que não eclodiram, para obtenção dos dados de perdas, onde foram coletados: o número de ovos claros ou inférteis; mortalidade embrionária 0-7, 8-14, 15-18 e 19-21 dias de incubação; bicados vivos; bicados mortos; ovos trincados; ovos contaminados; anomalia múltipla e má posição, conforme os autores Baracho et al. (2010) para cada tratamento estudado (Figura 26).



Figura 26 – Vista da quebra dos ovos que não eclodiram

5.2.12 Delineamento experimental

Na avaliação do peso dos ovos férteis, foi considerado que os microclimas da sala de ovos do incubatório e incubadora eram homogêneos, então o delineamento experimental desta pesquisa foi hierárquico pois os tempos de estocagem estão aninhados dentro das idades das matrizes de corte, com 35 repetições.

A. Avaliação bioclimática da sala de ovos do incubatório

Na análise estatística do microclima da sala de ovos do incubatório, foi utilizado o modelo linear misto assumindo uma estrutura de covariância autoregressiva de primeira ordem. Em que as variáveis respostas foram temperatura, umidade relativa e entalpia específica em função do fator estação (primavera, verão e outono). Vale ressaltar que cada estação representou uma idade de matriz (primavera = nova, verão = intermediária e outono = velha). Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

B. Avaliação bioclimática das incubadoras e nascedouros

Para análise estatística do microclima das incubadoras e nascedouros do incubatório foi utilizado o modelo misto com distribuição normal, em que as variáveis respostas eram: a temperatura, umidade relativa e entalpia específica, e as covariáveis eram: as estações do ano, tempos de estocagem e incubadoras ou nascedouros. A estrutura de covariância é autoregressiva de primeira ordem. Para a comparação entre as médias, foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

C. A perda de água dos ovos férteis

Os dados de perda de água dos ovos foram transformados, utilizando a logit da perda de água. Essa transformação de dados é necessária para atender os pressupostos de uso do modelo de regressão, ele traz a perda (que varia de 0 a 100% para sala de ovos, porém para a incubadora os valores variam de 1 a 100%) para escala de $-\infty$ a $+\infty$. A logit da perda de água dos ovos foi calculada pela eq. (3) descrita abaixo:

$$\text{LOGIT_PERDA} = \text{Log} \left(\frac{P}{1 - P} \right) \quad (3)$$

Em que:

LOGIT_PERDA = logit da perda de água dos ovos férteis;

P = perda de água dos ovos (%).

O inverso da logística da perda de água dos ovos foi utilizado para calcular o valor da perda de água em percentual, descrita na eq. (4) a seguir:

$$P = \frac{e^{\text{LOGIT_PERDA}}}{(1 + e^{\text{LOGIT_PERDA}})} \quad (4)$$

Para avaliação da influência da idade das matrizes e os tempos de estocagem na perda de água dos ovos férteis em relação às condições ambientais, foi utilizada a análise estatística da classe de modelos lineares mistos (VERBEKE, 2000; VIEIRA, 2008).

Assumindo que as variáveis aleatórias peso do ovo e ambientais possam ser modeladas pela distribuição, o modelo estatístico pode ser descrito pela form. (1).

$$\begin{aligned} \mathbf{Y}_i &= \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_i\mathbf{b}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \\ \mathbf{b}_i &\sim N(\mathbf{0}, \mathbf{D}) \\ \boldsymbol{\varepsilon}_i &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}_i) \end{aligned} \tag{1}$$

Sendo \mathbf{X}_i e \mathbf{Z}_i as matrizes de delineamento (contendo fatores e/ou covariáveis bioclimáticas) para o vetor p -dimensional $\boldsymbol{\beta}$ que contém os efeitos fixos e o vetor q -dimensional \mathbf{b}_i dos efeitos aleatórios para modelar o efeito das aves, que possui distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariâncias \mathbf{D} , $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ é o vetor de erros aleatórios com distribuição normal multivariada com média $\mathbf{0}$ e matriz de covariância $\boldsymbol{\Sigma}_i$. Assume-se que os efeitos aleatórios associados às aves são independentes dos erros $\boldsymbol{\varepsilon}_i$. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

D. Avaliação bioclimática das caixas de nascimento na sala de vacinação

Na análise estatística do microclima no interior das caixas de nascimento durante a permanência dos pintos na sala de vacinação do incubatório, foi utilizado o modelo misto com distribuição normal. Em que, as variáveis respostas eram: a temperatura, umidade relativa e entalpia específica, e as covariáveis eram: as estações do ano e os tempos de estocagem. A estrutura de covariância é autoregressiva de primeira ordem. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

E. Avaliação das variáveis peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos

Nas avaliações de peso, temperatura de superfície e cloacal dos recém-eclodidos, considerou-se que o microclima da sala de vacinação era homogêneo. Então o delineamento experimental desta pesquisa foi hierárquico, pois os tempos de estocagem estão aninhados dentro das idades das matrizes de corte, com 30

repetições. A análise estatística utilizada foi modelo linear misto. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de média de Tukey-Cramer.

F. Avaliação da frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos

Para a variável frequência respiratória, o delineamento experimental desta pesquisa foi hierárquico os tempos de estocagem estão aninhados dentro das idades das matrizes de corte, com 30 repetições. A análise estatística utilizada foi modelo linear generalizado com distribuição de Poisson e função de ligação logarítmica.

G. Avaliação da quebra dos ovos

Com relação à quebra dos ovos, a análise estatística utilizada para a taxa de eclosão e eclodibilidade, número de ovos claros, ovos férteis e mortalidade embrionária de (0-7, 8-14, 15-18 e 19-21 dias de incubação), foi utilizado o modelo linear generalizado em que a distribuição da variável resposta é binomial e a função de ligação é o Logit.

Ainda, com relação à quebra dos ovos, a análise estatística utilizada para os números de bicados vivos e bicados mortos foi utilizado o modelo de Poisson inflacionados de zero pela form. (2).

$$\Pr(Y = y) = \begin{cases} \omega + (1 - \omega)e^{-\lambda} & \text{se } y = 0 \\ 1(1 - \omega) \frac{\lambda^y e^{-\lambda}}{y!} & \text{se } y > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Em que:

$\Pr(Y = y)$ = variável resposta;

ω = está associado quantidade de zero;

λ = média de Poisson;

Assume-se que os parâmetros ω e λ podem ser modelados pela regressão:

$h(\omega_i) = z/\gamma$ a probabilidade de gerar zero

$g(\lambda_i) = x/\beta$ está associado com o valor da variável resposta

Em que:

$h(\omega_i)$ = está associado aos tratamentos aplicados no matrizeiro (idades das matrizes e tempos de estocagem), relacionados à perda de água dos ovos;

$g(\lambda_i)$ = Idades das matrizes.

Portanto, as demais variáveis analisadas durante a quebra dos ovos (ovos contaminados e trincados na transferência, anomalia múltipla e má posição) não foram ajustadas a nenhum modelo estatístico, pois a análise não é conclusiva devido ao excesso de zero. Sendo assim, foi possível observar que não há informação suficiente para o ajuste do modelo, devido à complexidade dos parâmetros estudados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software estatístico SAS (SAS, 2010).

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Avaliação bioclimática da sala de ovos do incubatório

O incubatório é uma peça chave para a produção avícola. Para que esse possa oferecer pintos de qualidade, deve-se ter um rigoroso controle de todas as etapas que antecedem a incubação dos ovos, como: controle do microclima da sala de ovos, incubação, nascedouro e sala de espera dos pintos, etc.

Avaliando-se as condições da sala de ovos pela Tabela 20, verifica-se que houve diferença estatística entre as estações do ano, para as variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa e entalpia específica). Vale ressaltar que cada estação correspondeu a uma idade de matriz (primavera = nova, verão = intermediária e outono = velha).

Tabela 20 – Variáveis microclimáticas da sala de ovos do incubatório nas diferentes estações do ano

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	23,4 A	74,1 C	57,0 B
Verão	23,2 A	80,4 B	59,0 A
Outono	20,0 B	83,4 A	50,6 C
Teste F	97,11	64,54	71,30

Médias com letra diferente maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Observa-se que as estações da primavera e do verão não diferiram estatisticamente entre si, entretanto, essas diferiram do outono. Os maiores valores médios de temperatura foram detectados na primavera e verão, com 23,4 e 23 °C. Os valores médios de temperatura do ambiente externo foram de 25,9 °C para primavera, 25,5 °C para verão e 19,7 °C outono. Verifica-se que as condições de temperatura na sala de ovos climatizada estão próximas das condições microclimáticas externas, e que apenas no outono a sala climatizada esteve dentro da faixa ideal, conforme Fasenko et al. (1991); Decuypere e Michels (1992); Fasenko, Hardin e Robinson (1992); Souza et al. (1994); Decuypere et al. (2003); Araújo, Alebrante e Castro (2009).

Então, pode-se dizer que o sistema de climatização da sala não é eficiente, o que pode aumentar as perdas produtivas durante a armazenagem dos ovos férteis. Também é importante enfatizar que os períodos de primavera e verão são considerados como os críticos para o bem-estar do embrião, ou seja, esses são os períodos mais quentes do ano, em que são proporcionados as piores condições térmicas de armazenagem de ovos férteis no incubatório.

Portanto, é importante ressaltar que, nestes períodos do ano, os cuidados com controle da climatização do ambiente devem ser maximizados, para evitar perdas produtivas devido à elevação da temperatura.

Verificou-se que as estações do ano outono, verão e primavera diferiram estatisticamente entre si, para a variável umidade relativa. A maior média de umidade relativa foi observada no outono com 83,4% e o menor valor médio foi detectado no período da primavera, com 74,1%. O período da primavera foi o único que esteve dentro das faixas ideais de umidade relativa, segundo os autores Elibol; Peak; Brake (2002), Samli et al. (2005), Fiúza et al. (2006), Elibol e Brake (2008a) Elibol e Brake (2008b) e Araújo; Alebrante; Castro (2009). No ambiente externo, os

valores médios de umidade relativa foram de 81,2% para primavera, 85,7% para o verão e 71,1% para o outono. Observa-se que o ambiente externo tendeu a apresentar os maiores valores médios em relação à sala climatizada.

Portanto, pode-se dizer que, durante a climatização da sala de ovos, ocorreu a desumidificação do ar e iniciou-se o processo de resfriamento da sala. Este fenômeno é comum em sistemas climatizados com ar condicionado.

Vale ressaltar que o controle da umidade relativa dentro da sala climatizada é muito importante para o estoque dos ovos férteis, pois, quando os valores da umidade relativa ultrapassam as faixas ideais, pode ter início a condensação sobre os ovos, que por consequência, acarretará a proliferação de microorganismo nos ovos estocados.

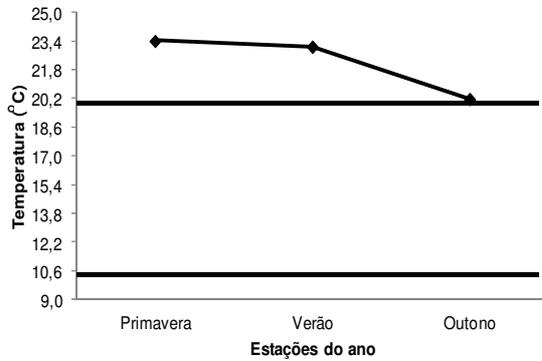
Na variação entálpica, observa-se que as estações do ano verão, primavera e outono diferiram estatisticamente entre si: a maior média foi verificada no verão com 59,0 kJ.kg de ar seco⁻¹ e a menor média foi detectada no outono, com 50,6 kJ.kg de ar seco⁻¹. Vale enfatizar que todas as estações do ano estiveram acima das faixas de ideais de acordo com a equação de Rodrigues et al. (2011). No ambiente externo, os valores médios de entalpia específica foram de 68,1 kJ.kg de ar seco⁻¹ para primavera, 69,2 kJ.kg de ar seco⁻¹ para o verão e 44,0 kJ.kg de ar seco⁻¹ para o outono. Observa-se que o ambiente externo tendeu a apresentar os maiores valores médios, com exceção do outono em que foi encontrada a menor média em relação à sala climatizada.

O que pode ter favorecido os menores valores médios da entalpia específica da sala climatizada, em relação ao ambiente externo, pode ser atribuído às maiores variações de temperatura do ambiente externo.

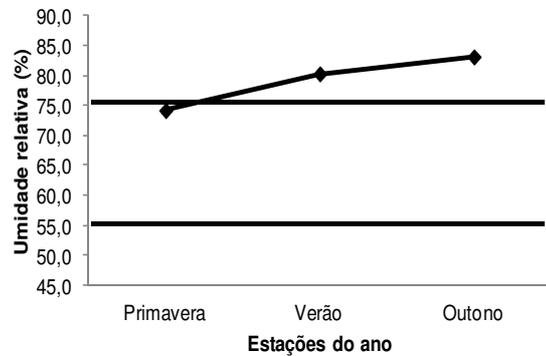
Ao observar a Figura 27, verifica-se que, de acordo com os resultados, a climatização da sala de ovos está totalmente ineficiente em todas as estações do ano estudadas. Esse comportamento é fundamental para que as empresas atentem para esses detalhes, uma vez que pouca importância tem-se dado.

Portanto, quando os ovos férteis estão sob temperatura, elevada tem o início do desenvolvimento do embrionário no ambiente da sala de ovos (FIÚZA et al., 2006). É muito importante que o início do desenvolvimento do embrião aconteça na incubadora, para minimizar as perdas na eclodibilidade e qualidade de pintos. Este desenvolvimento embrionário é paralisado quando os ovos são estocados à

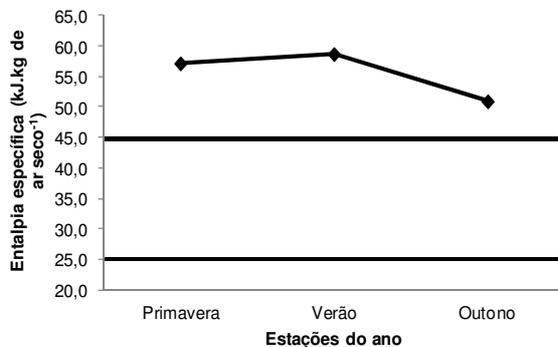
temperatura abaixo do ponto zero fisiológico, ou seja, quando os ovos estão dentro das faixas ideais de temperatura de estoque.



(a) Faixa ideal de T (10 a 20 °C)



(b) Faixa ideal de UR (55 a 75%)



(c) Faixa ideal de h (25 a 44,7 kJ.kg de ar seco⁻¹)

Figura 27 – Valores médios de temperatura (a), umidade relativa (b) e entalpia específica (c) referentes aos microclimas da sala de ovos do incubatório, nas diferentes estações do ano e suas respectivas faixas ideais

Outras perdas dos ovos que podem ser minimizadas durante o armazenamento, utilizando o controle da temperatura, são as físico-químicas que estão relacionadas à qualidade e pH do albúmen, dióxido de carbono (BERARDINELLI et al., 2003; PLETI et al., 2009).

Ao avaliar a qualidade de ovos comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes, verificou-se que as maiores perdas com relação à qualidade interna dos ovos (unidade haugh, gema e albúmen), foram observadas em ambientes onde a temperatura estava acima de 20 °C (BARBOSA et al., 2008a). Os autores Freitas et al. (2011) também observaram que os ovos devem ser armazenados em ambientes controlados, a fim de manter a qualidade desses por um período maior.

A grande importância em manter a umidade relativa da sala de ovos climatizada dentro das faixas ideais, é que essa ajuda a controlar a evaporação e condensação de água dos ovos. Então, quando os ovos são armazenados sob condições inadequadas de umidade relativa, poderá ocorrer a perda de água excessiva se esses estiverem armazenados abaixo das faixas ideais. Porém, quando esses ovos estão armazenados sob condições de umidade relativa acima da faixa ideal, ocorrerá a condensação de água na casca do ovo, que favorece as condições de crescimento e proliferação de microorganismos “fungos e bactérias” (GAST ; HOLT, 2000; LOURENS et al., 2006; BARACHO et al., 2010). Além de inviabilizar a incubação dos ovos fertilizados, poderá também aumentar o número de contaminados, malformação e mortalidade embrionária, diminuindo a produção e qualidade dos pintos.

Baseando-se nesses resultados, verifica-se que a quantidade de calor existente na sala de ovos foi maior do que o recomendado, esses altos valores de entalpia específica foram atribuídos à elevação da temperatura em conjunto com a umidade relativa. Com as condições adversas de temperatura e umidade relativa, a estocagem dos ovos pode ser afetada. Pois, os autores Prodfoot (1961); Koelkebeck et al. (2008); Patterson et al. (2008) observaram que, durante o verão, a qualidade e a vida útil dos ovos eram diminuídas, devido às condições adversas a que esses ovos ficavam expostos, eles também tinham uma aparência de mais velhos. A eclosão dos ovos também pode ser prejudicada (BARBOSA et al., 2008b).

Portanto, para a obtenção do sucesso no incubatório e redução das perdas é necessário que todos esses fatores microclimáticos sejam criteriosamente acompanhados e controlados, pois eles exercem influências diretas sobre a eclodibilidade e qualidade do pinto de um dia.

5.3.2 Avaliação da perda de água dos ovos férteis na sala climatizada

Observa-se na Tabela 21, que houve diferença estatística entre as idades de matrizes de corte para a perda de água dos ovos férteis, em que todas as idades de matrizes diferiram estatisticamente entre si. Os maiores valores médios de perda de água dos ovos foram detectados nos ovos oriundo da idade de matriz velha, com 1,05% e o menor foi encontrado na idade de matriz nova com 0,83%. Os ovos oriundos de matrizes velhas tendem a perder mais água, porque eles são maiores,

têm a casca mais fina e apresentam uma maior porosidade, em relação aos ovos oriundos de matrizes novas.

Tabela 21 – Perdas de água dos ovos férteis nas diferentes idades de matrizes no ambiente da sala climatizada do incubatório

Idades das matrizes de corte	Perda de água dos ovos (%)
Nova	0,83 C
Intermediária	0,93 B
Velha	1,05 A
Teste F	428,17

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

As perdas de água dos ovos estão diretamente relacionadas com o tamanho e o peso do ovo, os quais aumentam com a idade das matrizes. Porém, o peso da casca não aumenta na mesma magnitude. Portanto, à medida que a ave envelhece, a espessura da casca e sua porcentagem em relação ao peso do ovo diminuem (ROQUE; SOARES, 1994; ALMEIDA et al., 2006a; 2006b; TANURE et al., 2009; CORRÊA et al., 2011).

Em decorrência disso, foi que os ovos oriundos de idade de matriz velha apresentaram maior perda de água. Para que essas perdas de água possam ser diminuídas durante a permanência dos ovos na sala climatiza, é importante que as condições microclimáticas sejam controladas de forma eficaz, o que não aconteceu.

Na Tabela 22, foi possível verificar que houve diferença estatística entre os diferentes tempos de estocagem para perda de água dos ovos férteis. De forma geral, os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores perdas de água, com valores médios de 1,60, 1,41 e 1,23%, respectivamente.

Fazendo uma análise separada da perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que os quatro tempos diferiram significativamente entre si. A menor perda de água dos ovos foi detectada no tempo de estocagem de 87-103 h, com média de 0,69% e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 244-255 h, com 1,60%.

Com relação à perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), verifica-se que os tempos de estocagem diferiram significativamente entre si, sendo que a menor perda de água

dos ovos foi observada no tempo de estocagem de 63-77 h, com média de 0,56% e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 220-231 h, com 1,41%.

Tabela 22 – Perda de água dos ovos férteis nos diferentes tempos de estocagem no ambiente da sala climatizada do incubatório

Tempos de estocagem (h)	Perda de água dos ovos férteis (%)
87-103	0,69 D
174-184	1,11 C
196-208	1,26 B
244-255	1,60 A
63-77	0,56 D
150-160	0,90 C
172-184	1,12 B
220-231	1,41 A
40-57	0,39 D
128-137	0,79 C
150-161	0,89 B
198-208	1,23 A
Teste F	1323,15

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Para a perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), nota-se que os tempos de estocagem diferiram significativamente entre si. A menor perda de água dos ovos foi observada no tempo de estocagem de 40-57 h, com média de 0,39% e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 198-208 h, com 1,23%.

A perda de água dos ovos foi influenciada pelo tempo de estocagem dos mesmos na sala climatizada do incubatório. Esses resultados encontrados concordaram com os autores Fasenko (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b), Yassin et al. (2008) e Reijrink et al. (2010), que verificaram que, quanto maior for o tempo de estocagem dos ovos férteis, maior será a perda de água dos ovos. Isso não quer dizer que os ovos devem ser incubados logo após a postura, pois a mortalidade embrionária precoce aumenta quando os ovos são incubados logo após a postura

(REIJRINK et al., 2010). É muito importante que os ovos férteis fiquem armazenados por um curto período de três a quatro dias, em ambiente climatizado para melhorar eclodibilidade (DECUYPERE et al., 2001).

Pesquisas desenvolvidas com o tempo de estocagem, para ovos comerciais, verificaram que durante o armazenamento alguns elementos dos ovos (viscosidade e o pH do albúmen, gema, unidade haugh, etc) são degradados, a perda de água também aumenta com o período de estocagem (BARBOSA et al., 2008a; PLETI et al., 2009; FREITAS et al., 2011). Portanto, os tempos de estocagem juntamente com os elementos e perda de água dos ovos podem ser influenciados pelas condições microclimáticas da sala de ovos climatizada, por consequência influenciará a eclodibilidade e qualidade dos pintos.

Na Figura 28, tem-se a ilustração da perda de água dos ovos férteis em função dos tempos de estocagem e idades das matrizes, em que foi possível observar que os ovos oriundos das matrizes velhas tendem a perder mais água do que os de matrizes intermediária e nova. Também observa-se, que quanto maior for o tempo de estocagem dos ovos, maior será a tendência de perda de água dos ovos.

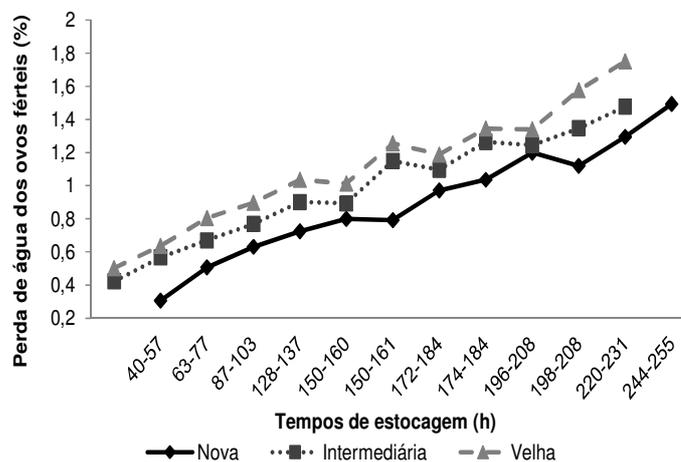


Figura 28 – Perda de água dos ovos férteis em relação às idades de matrizes e tempos de estocagem no ambiente da sala climatizada do incubatório

Portanto, é muito importante que as empresas fiquem atentas para esse contexto, pois os ovos oriundos de matrizes novas são mais adequados para os períodos mais prolongados de estocagem, em relação aos ovos oriundos de matrizes velhas, porque eles tendem a ser mais resistentes à perda de água, além

de terem melhor qualidade do albúmen. A perda excessiva de água durante longos períodos de estocagem foi relacionada com a diminuição e perda da eclodibilidade dos ovos (MEIJERHOF, 1992; ELIBOL; BRAKE, 2008b; MORAES et al., 2009).

Ao diminuir o tempo de estocagem, a empresa poderá evitar a perda de água excessiva, que por, consequência, aumentará o índice de eclosão e diminuirá o aparecimento de pintos de má qualidade (atribuídos à perda de umidade inadequada, má cicatrização dos umbigos, penugem com aspecto pegajoso, aumento da janela de nascimento).

O controle das condições microclimáticas dentro da sala de ovos climatizada durante a armazenagem dos ovos é uma das medidas que pode diminuir as perdas excessivas de água. Nos períodos mais quentes do ano (verão e primavera), quando se tem as piores condições de conforto térmico, é necessário que se dobrem as atenções com relação às variáveis microclimáticas. Vale salientar que a viragem dos ovos na sala climatizada é outra medida utilizada quando o tempo de estocagem for prolongado, pois ela pode facilitar a difusão dos gases pelo albume e as trocas gasosas entre o embrião e a sala (PEEBLES; MARKS, 1991; MEIJERHOF, 1992; ELIBOL; BRAKE, 2008b; MORAES et al., 2009).

Observou-se que não houve diferença estatística para o efeito das variáveis microclimáticas temperatura média, desvio padrão da temperatura, umidade relativa média e o desvio padrão da umidade relativa no Logit da perda de água dos ovos férteis.

5.3.3 Avaliação bioclimática nas incubadoras

5.3.3.1 Efeito da estação do ano

Na Tabela 23, verifica-se que houve diferença estatística entre as estações do ano (primavera, verão e outono) para a temperatura, umidade relativa e entalpia específica. No entanto, a diferença entre as estações do ano foi pequena para todas as variáveis. Possivelmente, isto demonstra que o ambiente da incubadora pode ser considerado como homogêneo entre as estações estudadas.

A temperatura média no verão diferiu significativamente da primavera e outono, porém, esses não diferiram entre si. A maior temperatura média foi detectada no verão, com 37 °C e a menor média verificada no outono, com 36,7 °C.

A temperatura média do ambiente da sala das incubadoras foi de 25,2 °C para primavera, 26,9 °C para verão e 20,5 °C outono, no geral as variações entre a temperatura das incubadoras foram: 11,6; 10,1 e 16,2 °C para primavera, verão e outono, respectivamente.

Tabela 23 – Variáveis microclimáticas da incubadora nas diferentes estações do ano

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	36,8 B	51,6 B	87,8 B
Verão	37,0 A	55,0 A	90,5 A
Outono	36,7 B	54,5 A	90,0 A
Teste F	187,39	69,11	54,04

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Verifica-se que as condições de temperatura na sala das incubadoras estavam mais baixas, por representarem a temperatura ambiente padrão. Então, apesar das incubadoras serem um ambiente controlado, é possível observar que elas não conseguiram manter a temperatura do ambiente da incubadora dentro das faixas ideais de 37,5 a 37,8°C, conforme os autores Robertson (1961), Allcroft (1964), Coleman (1982), North (1990), Vick (1993), Marques (1994), French (1997), Bruzual (2000), Cartwright (2001), Wilson (2002), Boleli (2003), Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006), Ribeiro et al. (2007), Elibol e Brake (2008b) e Tanure et al. (2009).

A temperatura tem uma grande importância no desenvolvimento do embrião, na eclosão do ovo e no posterior desenvolvimento do pinto. Quando a temperatura da incubadora está fora das faixas ideais, poderá ocorrer um aumento na taxa de mortalidade e malformações embrionárias, além de aumentar a janela de nascimento dos pintos.

Quando a temperatura da incubadora está abaixo das faixas ideais, ocorrerão variações na duração da incubação dos ovos, devido à taxa metabólica do embrião estar diretamente relacionada com a temperatura de incubação (VAN BRECHT et al., 2005). Portanto, temperaturas abaixo da faixa ideal retardam o desenvolvimento e aumentam a mortalidade nos primeiros dias. Porém, quando se tem altas variações (até 1,5 °C) das faixas ideais, isso pode ocasionar variações na temperatura do microambiente ao redor do ovo que comprometerá a eclosão

(VISSCHEDIJK, 1991). Vale enfatizar que, quando a temperatura está acima da faixa ideal, o desenvolvimento embrionário é acelerado, impedindo a posição correta dos embriões, aumentando a mortalidade destes nos últimos dias de incubação (LOURENS et al., 2005, 2006).

A umidade relativa média no verão não diferiu significativamente do outono, entretanto, essas diferiram significativamente da primavera. A maior umidade relativa média foi detectada no verão, com 55% e a menor média verificada na primavera, com 51,6%. A umidade relativa média do ambiente da sala das incubadoras foi de 79% na primavera, 84,1% no verão e 63,1% no outono.

As condições de umidade relativa na sala das incubadoras estiveram mais altas do que o ambiente interno da incubadora. Portanto, as incubadoras conseguiram manter a umidade relativa dentro das faixas ideais de 50 a 65%, conforme os autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009), durante as estações do ano estudadas. Pode-se dizer que as incubadoras foram eficientes para manter a umidade relativa dentro da faixa recomendada.

Durante a incubação o ovo perde de 11 a 13% de água, essa é a grande importância do controle da umidade relativa, pois a perda excessiva de água poderá atrasar a eclosão de muitos embriões (PEEBLES et al., 2001). Para que se tenha um melhor rendimento de incubação, é necessário que a umidade relativa esteja dentro das faixas ideais.

Então, quando a umidade relativa da incubadora está abaixo da faixa ideal, ocorrerá a perda excessiva de umidade dos embriões, prejudicando a eclosão e resultando em pintos pequenos e desidratados. No entanto, se a umidade relativa está acima da faixa ideal, os embriões tendem a eclodir precocemente, e com frequência se apresentam molhados, podendo também ocorrer albúmen residual (MURAROLI; MENDES, 2003) e pode ocasionar mortalidade embrionária tardia (DECUYPERE et al., 2003; BARBOSA et al. 2008b).

A variação entálpica média no verão não diferiu significativamente do outono, entretanto, essas diferiram significativamente da primavera. A maior entalpia específica média foi verificada no verão, com 90,5 kJ.kg de ar seco⁻¹ e a menor média detectada na primavera, com 87,8 kJ.kg de ar seco⁻¹. A entalpia específica

média do ambiente da sala das incubadoras foi de 70,6 kJ.kg de ar seco⁻¹ na primavera, 67,1 kJ.kg de ar seco⁻¹ no verão e 44 kJ.kg de ar seco⁻¹ no outono.

As entalpias específicas na sala das incubadoras estavam mais baixa em relação ao ambiente interno da incubadora. Também observou-se que a entalpia específica das incubadoras esteve fora das faixas ideais de 92,6 a 110,6 kJ.kg de ar seco⁻¹, que está proposto nesse trabalho, de acordo com as condições ideais de temperatura e umidade relativa, durante as estações do ano estudadas. Esse desvio das faixas ideais foi provocado pelos baixos valores de temperatura nas incubadoras. O verão foi a estação que mais se aproximou das condições de conforto térmico para a incubação dos ovos férteis em relação às demais estações estudadas. Também é importante enfatizar que o período de outono pode ser considerado como o crítico para o embrião, pois as incubadoras não estão conseguindo converter a temperatura externa da sala de incubação para as condições ideais, proporcionando as piores condições térmicas de incubação dos ovos férteis.

Sendo assim, verificou-se que as incubadoras estavam trabalhando de maneira ineficiente, por apresentarem os valores de temperatura e entalpia específica fora das condições ideais, o que pode aumentar as perdas produtivas durante essa etapa.

5.3.3.2 Efeito no tempo de estocagem

Na Tabela 24, observa-se que houve diferença estatística entre os tempos de estocagem para temperatura, umidade relativa e entalpia específica.

Os tempos de estocagem A1 e A3 não diferiram estatisticamente entre si para variável temperatura, porém, diferiram significativamente de A4 e A2. O maior valor médio de temperatura foi detectado nos tempos de estocagem A3 (196-208, 172-184, 150-161 h), com 37,1 °C e o menor nos tempos de estocagem A2 (174-184, 150-160, 128-137 h), com 36,5 °C.

Tabela 24 – Variáveis microclimáticas da incubadora para os diferentes tempos de estocagem

Tempos de estocagem	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
A1	37,0 A	53,6 B	90,2 A
A2	36,5 C	55,2 A	89,7 A
A3	37,1 A	52,0 C	88,7 B
A4	36,7 B	54,0 B	89,1 B
Teste F	403,03	13,13	8,49

A1 = 87-103, 63-77, 40-57 h; A2 = 174-184, 150-160, 128-137 h; A3 = 196-208, 172-184, 150-161 h; A4 = 244-255, 220-231, 198-208 h

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Observa-se que a temperatura para os diferentes tempos de estocagem dentro das incubadoras não estiveram dentro das faixas ideais, que variam de 37,5 a 37,8 °C. Isso pode comprometer a incubação dos ovos, de maneira a retardar a eclosão e aumentar a janela de nascimento dos pintos, o que pode ocasionar perdas na eclodibilidade e qualidade dos pintos de corte. Os tempos de estocagem A1 e A3 foram os que tiveram as melhores condições de temperatura na incubação, em relação aos demais tempos de estocagem.

A umidade relativa dos tempos de estocagem A2 diferiu significativamente de A4 e A1, porém, essas não diferiram entre si. Entretanto, os tempos de estocagem A2, A4 e A1 diferiram estatisticamente do tempo A3. O maior valor médio de umidade relativa foi verificado nos tempos de estocagem A2 (174-184, 150-160, 128-137 h), com 55,2% e o menor nos tempos de estocagem A3 (196-208, 172-184, 150-161 h), com 52%.

Observa-se que as umidades relativas dos tempos de estocagem estiveram dentro das faixas ideais, que variam de 50 a 65%. Isso demonstra que a umidade relativa não é um fator que pode ter comprometido a incubação desses ovos.

As entalpias específicas dos tempos de estocagem A1 e A2 não diferiram entre si, porém, diferiram estatisticamente de A4 e A3. No entanto, os tempos de estocagem A4 e A3 não diferiram estatisticamente entre si. O maior valor médio de entalpia específica foi verificado nos tempos de estocagem A1 (87-103, 63-77, 40-57 h), com 90,2 kJ.kg de ar seco⁻¹ e o menor nos tempos de estocagem A3 (196-208, 172-184, 150-161 h), com 88,7 kJ.kg de ar seco⁻¹.

Verifica-se que as entalpias específicas em todos os tempos de estocagem estiveram abaixo das faixas ideais, que variam de 92,6 a 110,6 kJ.kg de ar seco⁻¹.

Esses valores abaixo das faixas ideais foram provocados pelo baixo valor médio de temperatura nas incubadoras. Então, o tempo de estocagem A1 foi o que esteve mais próximo das condições de conforto térmico para a incubação dos ovos férteis em relação aos demais.

Na Tabela 25, observou-se que houve diferença estatística entre as incubadoras para a temperatura, umidade relativa e entalpia específica. O maior valor de temperatura foi observado na incubadora A, com média de 37 °C. Em relação à umidade relativa e entalpia específica, observa-se que a maior média foi detectada na incubadora B, com 59% e 94 kJ.kg de ar seco⁻¹. Vale enfatizar que a variação entre as incubadoras para as variáveis microclimáticas foi pequena, devido a essas serem um ambiente controlado.

Tabela 25 – Variáveis microclimáticas das incubadoras

Incubadoras	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
A	37,0 A	48,3 B	85,0 B
B	36,6 B	59,0 A	94,0 A
Teste F	622,76	825,16	751,28

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Portanto, nota-se que apenas a umidade relativa da incubadora B esteve dentro das faixas ideais, porém, todas as demais estiveram fora das faixas. Também é possível dizer que a incubadora A foi a que tendeu a apresentar melhor condição de temperatura de incubação. No entanto, a incubadora B foi a que teve melhor umidade relativa e a que teve a entalpia específica mais próxima da ideal, demonstrando, assim, melhores condições de conforto térmico, pelo fato de a umidade relativa estar dentro da faixa ideal. A umidade relativa pode influenciar a perda de água dos ovos férteis durante a incubação, pois ela decresce em proporção direta com o aumento da umidade no interior da incubadora (PRINGLE; BAROTT, 1937).

As condições microclimáticas das incubadoras estavam fora das faixas ideais de conforto térmico, pois estavam trabalhando ineficientemente durante a incubação dos ovos férteis. Com isso as perdas produtivas podem ser afetadas durante essa etapa. Portanto, diversos fatores podem ter colaborado para variação da

temperatura, umidade relativa e entalpia específica durante o processo de incubação, tais como: as condições meso e microclimáticas da região onde se localiza o incubatório, composição dos materiais utilizados na construção do incubatório, sistemas centrais de controle do ambiente das salas de incubação, regulagem e vedação das máquinas, abertura das portas para incubação e transferência, pré-aquecimento dos ovos, etc.

As condições inadequadas de incubação encontradas nesta pesquisa, com temperaturas abaixo dos níveis recomendados, podem afetar principalmente o início do processo de desenvolvimento embrionário, em que os ovos (embriões) estão somente em processo de aquisição de calor e extremamente dependentes da temperatura ambiente da incubadora.

As máquinas de estágio múltiplo (utilizadas nesta pesquisa) apresentam grandes dificuldades em manter o controle das condições ambientais (temperatura, umidade relativa e ventilação), devido à maior heterogeneidade do ambiente, em relação às máquinas de estágio único. Nas máquinas de múltiplo estágio, normalmente encontram-se ovos em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário, e em muitos casos, de diferentes tamanhos com diversas idades de matrizes.

Dessa forma, as incubações periódicas nas máquinas de múltiplo estágio injetam uma grande massa fria (ovos) em seu interior. Esse fator apresenta grande relevância para diminuição da temperatura interna, que, possivelmente, tenha sido um dos causadores dessa temperatura abaixo da ideal, já que o incubatório não possui uma sala adequada para a realização de pré-aquecimento dos ovos antes da incubação. Para que ocorra uma completa estabilização dos ovos recém-incubados, formam-se bolsões de ar frio no interior da incubadora, que podem prejudicar diretamente o desenvolvimento embrionário dos ovos que estão ao redor desses bolsões.

Qualquer alteração que as incubadoras sofrem nas faixas ideais de um ou vários desses fatores como: temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, concentração de oxigênio e dióxido de carbono, posição e frequência de giro, cria variações de temperatura do embrião e a perda de água do ovo. Isso modificará primordialmente a troca de gases dos ovos, a adequada formação de órgãos vitais do embrião e a janela de nascimento dos pintos (VAN BRECHT et al, 2005).

5.3.4 Avaliação da perda de água dos ovos na incubadora

Na Tabela 26, verifica-se que houve diferença estatística entre as idades de matrizes na perda de água dos ovos férteis no ambiente da incubadora. Os maiores valores médios de perda de água dos ovos. Foram detectados na idade de matriz velha com 12,35% e o menor na idade de matriz nova com 9,45%. A maior perda de água na incubação para ovos produzidos por matrizes velhas pode ser justificada pela maior porosidade e menor espessura da casca (ROQUE; SOARES, 1994; SANTOS, et al. 2007).

Os autores Mcdaniel et al. (1979) verificaram que a redução da qualidade da casca, associada ao aumento da idade da matriz, determina a maior perda de peso em ovos durante a incubação e a elevação da taxa de mortalidade embrionária, tendo como consequência a queda da eclodibilidade dos ovos. A qualidade da casca é um fator de grande importância para obtenção de um bom rendimento de incubação. A principal razão da redução da eclodibilidade dos ovos das matrizes velhas se deve à redução da qualidade da casca. Ao se incubarem ovos provenientes de matrizes mais velhas, deve-se considerar a necessidade de uma maior umidade de incubação para que seja dificultada a desidratação excessiva dos ovos (HODGETTS, 1985).

Tabela 26 – Perda de água dos ovos férteis nas diferentes idades de matrizes no ambiente da incubadora

Idades das matrizes de corte	Perda de água dos ovos (%)
Nova	9,45 C
Intermediária	11,81 B
Velha	12,35 A
Teste F	1219,82

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Observa-se que as perdas de água dos ovos férteis oriundos das matrizes velhas e intermediária estão dentro das faixas ideais, conforme Maudin (1993), que estabeleceu os valores de 12 a 13% como sendo ótimos para a perda de água em ovos, do momento da incubação até a transferência para eclosão, sendo aceitáveis também as perdas de 11 a 14%. Porém, os autores Hays e Spear (1951) obtiveram resultados satisfatórios de eclodibilidade, quando a perda de peso de ovos

incubados, avaliada aos 17 dias de incubação, não excedeu 12%. Entretanto, Rosa et al. (1999) concluíram que a perda água durante a incubação, até os 18 dias, entre 11 e 12%, obteve melhor eclodibilidade. Ovos provenientes de matrizes mais velhas têm maior frequência de ovos maiores, ocorrendo redução da densidade, devido à maior porosidade da casca, que favorece as trocas gasosas entre ovo e meio.

Os autores Ferreira et al. (2006) e Tanure et al. (2009) obtiveram resultados semelhantes a esse, em que as maiores perdas de água, durante a incubação, ocorreram na idade de matriz velha.

Na Tabela 27, verificou-se que houve diferença estatística entre os diferentes tempos de estocagem para perda de água dos ovos férteis durante a incubação. De maneira geral, os maiores tempos de estocagem (244-255, 220-231 e 198-208 h) foram os que apresentaram as maiores perdas de água, com valores médios de 13,35, 12,45 e 11,61%, respectivamente.

Tabela 27 – Perda de água dos ovos férteis nos diferentes tempos de estocagem no ambiente da incubadora

Tempos de estocagem (h)	Perda de água dos ovos férteis (%)
87-103	10,43 C
174-184	11,61 B
196-208	11,81 B
244-255	13,35 A
63-77	9,88 C
150-160	11,10 B
172-184	11,10 B
220-231	12,45 A
40-57	9,27 C
128-137	10,62 B
150-161	10,81 B
198-208	11,61 A
Teste F	139,97

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Fazendo uma análise separada da perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-

se que o tempo estocagem de 244-255 h diferiu estatisticamente dos demais, porém os tempos de estoque de 196-208 e 174-184 h não diferiram significativamente entre si. Entretanto, esses tempos de estocagem diferiram de 87-103 h. A menor perda de água dos ovos foi detectada no tempo de estocagem de 87-103 h, com média de 10,43%, e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 244-255 h, com 13,35%.

Com relação à perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), verifica-se que o tempo de estocagem de 220-231 h diferiu estatisticamente dos demais, porém os tempos de armazenamento de 172-184 e 150-160 h não diferiram significativamente entre si. Todavia, esses tempos de estocagem diferiram significativamente de 63-77. A menor perda de água dos ovos foi observada no tempo de estocagem de 63-77 h, com média de 9,88% e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 220-231 h, com 12,45%.

Para a perda de água dos ovos férteis nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), nota-se que o tempo de estocagem 198-208 h diferiu significativamente dos demais, entretanto os tempos de estocagem de 150-161 e 128-137 h não diferiram significativamente entre si. Porém, esses tempos de estocagem diferiram significativamente de 40-57 h. A menor perda de água dos ovos foi observada no tempo de estocagem de 40-57 h, com média de 9,27% e a maior média de perda de água foi verificada no tempo de estocagem de 198-208 h, com 11,61%.

As maiores perdas de água ocorreram com o aumento do período de armazenamento. Esses resultados foram semelhantes ao encontrado por Ferreira et al. (2006) que, em estudo realizado com matrizes pesadas da linhagem Cobb (33 e 58 semanas de idade), concluíram que a maior perda de peso foi para os ovos produzidos pelas aves mais velhas com oito dias de armazenamento. Também, Tanure et al. (2009) observaram que as maiores perdas de água dos ovos férteis oriundos de matrizes leves, durante a incubação, ocorreram nos maiores tempos de estocagem. Vale enfatizar que os ovos estocados podem apresentar maior período de incubação e retardamento do desenvolvimento embrionário (REIS et al., 1997).

A Figura 29 ilustra os valores médios de perda de água dos ovos férteis em relação aos tempos de estocagem e idades das matrizes. Observou-se que os ovos oriundos das matrizes velhas tendem a perder mais água dos que os de matrizes

intermediária e nova. Verifica-se que, quanto maiores forem os tempos de estocagem dos ovos, maior é a tendência de perda de água dos ovos.

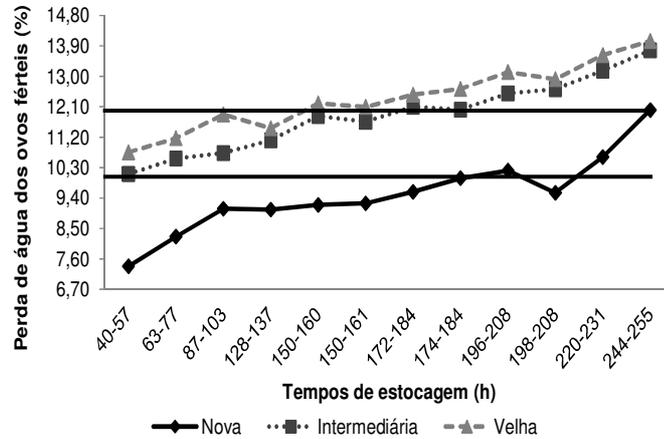


Figura 29 – Perda de água dos ovos férteis em relação às idades de matrizes e tempos de estocagem durante a permanência desses na incubadora, e sua faixas ideais de perda de água

Observou-se que apenas os menores tempos de estocagem, juntamente com as idades de matrizes intermediária e velha, estiveram dentro das faixas ideais, porém, os últimos tempos de estocagem da idade nova estiveram dentro das faixas, com aproximadamente 10 a 12% até os 18 dias de incubação, conforme os autores Hays e Spear (1951), Tullett (1990), Brake (1996), Rosa et al. (1999, 2002), os quais afirmam que nessa faixa pode alcançar os melhores índices de eclodibilidade.

Com relação à idade de matriz nova e os maiores tempos de estocagem estarem dentro da faixa ideal de perda de água, pode ser justificada pelo fato de que ovos com maiores tempos de estocagem tendem a perder mais água, independentemente da idade de matriz (ROSA et al., 2002; BARBOSA et al., 2008a; 2008b; TANURE et al., 2009).

5.3.5 Avaliação bioclimática do nascedouro

Na Tabela 28, verificou-se que não houve diferença estatística entre as idades de matrizes, para variável microclimática temperatura no ambiente do nascedouro. Isso pode demonstrar que existiu uma homogeneidade de temperatura no ambiente interno dos nascedouros, durante as estações estudadas. Porém, os valores médios de temperatura dos nascedouros para as estações do ano (primavera, verão e outono) estavam fora das faixas ideais (37,5 a 37,8 °C),

conforme os autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009). A temperatura média do ambiente da sala dos nascedouros foi de 26,4 °C na primavera, 26,3 °C no verão e 23,2 °C no outono.

Tabela 28 – Valores médios das condições microclimáticas nas diferentes estações do ano dos nascedouros

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	33,2 A	64,0 B	92,5 B
Verão	34,4 A	70,4 A	93,6 B
Outono	35,6 A	65,0 B	98,2 A
Teste F	1,29 NS	48,97*	3,99*

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * - significativo a 5% (P<0,05)

Verifica-se que houve diferença estatística entre as estações do ano para umidade relativa e entalpia específica, durante a permanência dos ovos nos nascedouros.

A umidade relativa média do verão diferiu significativamente do outono e primavera, entretanto, as estações do outono e primavera não diferiram estatisticamente entre si. A maior umidade relativa média foi detectada no verão, que apresentou o valor médio de 70,4%. O menor valor médio de umidade relativa foi verificado na primavera, com a média de 64%. A umidade relativa média do ambiente da sala dos nascedouros foi de 80,5% na primavera, 80,4% no verão e 73,2% no outono.

A umidade relativa na sala dos nascedouros esteve mais alta do que o ambiente interno do nascedouro. Mesmo assim, os nascedouros não foram totalmente eficientes para manter a umidade relativa dentro das faixas ideais de 50 a 65%, conforme os autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009), nas estações do ano estudadas. Portanto, verifica-se que apenas nas estações da primavera e outono os nascedouros trabalharam de forma eficiente, ou seja,

obtiveram valores médios dentro da faixa ideal. O verão é o período mais crítico para a desumidificação do ambiente dos nascedouros.

A variação entálpica do outono diferiu significativamente do verão e primavera, entretanto, as estações do verão e primavera não diferiram significativamente entre si. A maior entalpia específica média foi verificada no outono, com média de 98,4 kJ.kg de ar seco⁻¹ e a menor foi verificada na primavera, com 92,5 kJ.kg de ar seco⁻¹. A entalpia específica média do ambiente da sala dos nascedouros foi de 69,7 kJ.kg de ar seco⁻¹ na primavera, 69,4 kJ.kg de ar seco⁻¹ no verão e 55,8 kJ.kg de ar seco⁻¹ no outono.

As entalpias específicas na sala dos nascedouros estavam mais baixas em relação ao ambiente interno do nascedouro, devida esse ambiente ser controlado. Também observou-se que a entalpia específica do ambiente dos nascedouros estiveram dentro das faixas ideais de 92,6 a 110,6 kJ.kg de ar seco⁻¹, estabelecidas nesta pesquisa, de acordo com os limites máximos e mínimos de temperatura e umidade relativa recomendados pela literatura. Observa-se que, mesmo com os baixos valores médios de temperatura do ambiente dos nascedouros e umidade relativa próxima da faixa ideal, as máquinas ainda conseguiram manter de forma eficiente os limites admissíveis para o nascimento dos pintos, durante as estações estudadas.

Com relação às variáveis microclimáticas temperatura e entalpia específica do ambiente dos nascedouros com os seus respectivos tempos de estocagem, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem. Isso pode demonstrar que os nascedouros apresentaram uma homogeneidade de temperatura, para os ovos férteis com os devidos tempos de armazenamento (Tabela 28).

Entretanto, observa-se que os valores médios de temperatura do ambiente dos nascedouros para todos os tempos de estocagem estiveram abaixo do recomendado pelos autores Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009). Também foi possível verificar que uma boa parte dos valores de entalpia específica esteve abaixo da faixa dos limites recomendados nessa pesquisa.

Ainda na Tabela 29, verifica-se que houve diferença estatística entre os tempos de estocagem para a variável umidade relativa no ambiente do nascedouro. De maneira geral, os tempos de estocagem (87-103 e 198-208 h) foram os que apresentaram a maior umidade relativa, com valores médios de 70,4 e 73,2%, respectivamente.

Fazendo uma análise separada da umidade relativa do ambiente dos nascedouros nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que o tempo de estocagem de 87-103 h diferiu estatisticamente dos demais, porém os tempos de estoque de 196-208 e 244-255 h não diferiram significativamente entre si. Entretanto, esses tempos de estocagem diferiram estatisticamente de 174-184 h. A menor umidade relativa do ambiente dos nascedouros foi detectada no tempo de estocagem de 174-184 h, com média de 64% e a maior média de umidade relativa foi verificada no tempo de estocagem de 87-103 h, com 70,4%.

Tabela 29 – Valores médios das variáveis microclimáticas para os diferentes tempos de estocagem no nascedouro

Tempos de estocagem (h)	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
87-103	34,2 A	70,4 A	91,2 A
174-184	34,0 A	64,0 C	91,2 A
196-208	34,4 A	64,8 B	94,1 A
244-255	36,1 A	65,1 B	102,0 A
63-77	34,2 A	65,6 A	91,0 A
150-160	33,8 A	66,0 A	97,4 A
172-184	35,0 A	64,0 A	94,7 A
220-231	36,0 A	66,5 A	103,0 A
40-57	34,1 A	65,6 B	91,1 A
128-137	33,8 A	65,4 B	95,7 A
150-161	35,1 A	65,0 B	91,4 A
198-208	33,0 A	73,2 A	94,0 A
Teste F	0,19NS	7,63*	1,68NS

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * - significativo a 5% (P<0,05)

Com relação à umidade relativa do ambiente dos nascedouros nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), verifica-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem.

Para a umidade relativa do ambiente dos nascedouros nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), nota-se que o tempo de estocagem 198-208 h diferiu significativamente dos demais, entretanto os tempos de estocagem de 40-57, 128-137 e 150-161h não diferiram significativamente entre si. A menor umidade relativa do ambiente dos nascedouros foi observada no tempo de estocagem de 150-161 h, com média de 65% respectivamente, e a maior média de umidade relativa foi verificada no tempo de estocagem de 198-208 h, com 73,2%.

De modo geral, a umidade relativa do ambiente dos nascedouros esteve dentro das faixas ideais, conforme Robertson (1961); Allcroft (1964); Coleman (1982); North (1990); Vick (1993); Marques (1994); French (1997); Bruzual (2000); Cartwright (2001); Wilson (2002); Boleli (2003); Lourens et al. (2005); Joseph et al. (2006); Ribeiro et al. (2007); Elibol e Brake (2008a, 2008b) e Tanure et al. (2009). Porém, apenas os tempos de estocagem (87-103, 220-231 e 198-208 h) foram os que apresentaram valores médios de umidade relativa acima das faixas ideais, com 70,4, 66,5 e 73,2%, respectivamente.

A Figura 30 ilustra os valores médios de temperatura, umidade relativa e entalpia específica em relação aos tempos de estocagem e estações do ano para o ambiente do nascedouro, juntamente com suas faixas ideais.

Fazendo uma análise conjunta para a temperatura dos nascedouros com os tempos de estocagem e estações do ano, observa-se que apenas o tempo de estocagem 150-161 e 174-184 h do outono não estiveram dentro das faixas ideais. Porém, as estações da primavera e verão quase não apresentaram valores médios de temperatura dentro das faixas ideais para os diversos tempos de estocagem.

É sabido que as variações de ± 1 °C de temperatura do ambiente do nascedouro podem provocar grande impacto nas perdas produtivas, aumentando o período de nascimento, ocasionando retardo no desenvolvimento embrionário e diminuição do ritmo de batimento cardíaco, atraso de nascimento, má formação e umbigo não cicatrizado (GUSTIN, 2003; LOURENS et al., 2005). Porém, quando a temperatura está acima da faixa, ocorre aceleração no desenvolvimento do embrião com má posição embrionária, pouca plumagem, bicagem e nascimentos adiantados (HODGETTS, 2006; JOSEPH et al., 2006; LOURENS et al., 2006).

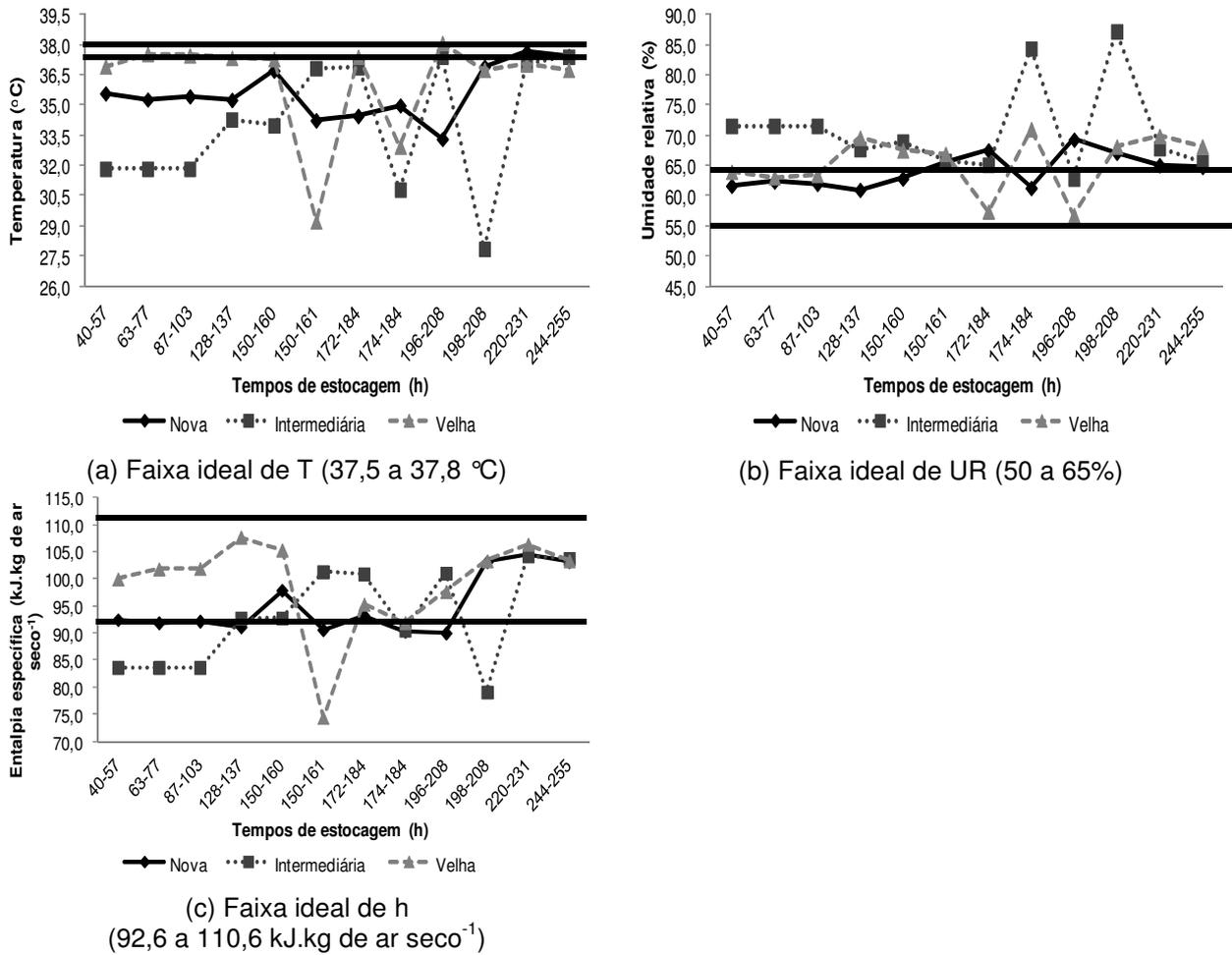


Figura 30 – Variáveis microclimáticas do ambiente do nascedouro em relação aos tempos de estocagem e estações do ano, com suas faixas ideais

Ao relacionar os tempos de estocagem e estações do ano, com a variável umidade relativa no interior dos nascedouros, observa-se que apenas a primavera e outono obtiveram a maioria dos valores médios dentro das faixas ideais. A grande preocupação em manter a umidade relativa dos nascedouros dentro das faixas é que a taxa de perda evaporativa de água e a eclosão dos ovos são controladas pela umidade relativa. Além disso, quando a umidade relativa está abaixo da faixa recomendada, poderá ocorrer a perda excessiva de umidade do embrião, prejudicando a eclosão e favorecendo o aparecimento de pintos pequenos e desidratados. Porém, quando essa umidade relativa está acima das faixas recomendadas, ocorrerá uma eclosão precoce dos embriões e mortalidade embrionária tardia, dentre outros (MURAROLI; MENDES, 2003).

De forma geral, verifica-se que a entalpia específica no interior dos nascedouros para os tempos de estocagem e estações do ano obtiveram a maioria

dos valores médios dentro das faixas ideais. Essa tendência pode ser atribuída aos baixos valores de temperatura e altos valores de umidade relativa. Para evitar o atraso no nascimento dos pintos, é importante que o nascedouro tenha a mesma temperatura e umidade relativa da incubadora, e que essas sejam mantidas até completar os 21 dias (ELIBOL; BRAKE, 2008a, 2008b).

Ao comparar as condições microclimáticas (temperatura e umidade relativa) das incubadoras e dos nascedouros desta pesquisa, verificou-se que existiu uma grande variação dessas condições. Os nascedouros apresentaram as menores temperaturas em relação às incubadoras, com variações de 3,6; 2,6 e 1,1 °C para as estações da primavera, verão e outono. Porém, para as variáveis umidade relativa e entalpia específica, os nascedouros apresentaram as maiores variações, quando comparados às incubadoras, com 12,4; 15,4 e 10,5% e 4,7; 3,1 e 8,2 kJ.kg de ar seco⁻¹ para as estações da primavera, verão e outono. Esses podem ser fatores que influenciaram na mortalidade embrionária de 19-21 dias e no número de bicados vivos.

Com relação à Tabela 30, verifica-se que não houve diferença estatística entre os nascedouros para as variáveis microclimáticas temperatura e entalpia específica. Isso pode demonstrar que os nascedouros apresentaram uma homogeneidade com relação à temperatura e entalpia específica. Porém, observa-se que os dois nascedouros apresentaram valores médios de temperatura abaixo da faixa ideal. Isso demonstra que as máquinas não estavam conseguindo aquecer de maneira eficiente o ambiente interno dos nascedouros, podendo, então, prejudicar a eclosão dos ovos e atrasar o nascimento dos pintos. Entretanto, observa-se que a entalpia específica das duas máquinas esteve dentro das faixas ideais. Esses valores médios podem ter sido influenciados pela umidade relativa que estava dentro da faixa ideal e pelos baixos valores de temperatura.

Houve diferença estatística entre os nascedouros para a variável umidade relativa. O maior médio de umidade relativa foi detectado no nascedouro A, com 69%, e o nascedouro B foi o que apresentou menor média com 64%. No entanto, a diferença entre os nascedouros foi pequena, o que pode demonstrar uma tendência de homogeneidade da umidade relativa nas máquinas.

Tabela 30 – Variáveis microclimáticas para os diferentes nascedouros

Nascedouro	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
A	33,2 A	69,0 A	93,4 A
B	35,6 A	64,0 B	96,1 A
Teste F	3,71NS	64,57*	1,68NS

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * - significativo a 5% (P<0,05)

Também foi possível observar que apenas o nascedouro B esteve dentro da faixa ideal. No nascedouro, a umidade relativa é um dos grandes desafios para ser controlada, pois inúmeros fatores podem influenciar na regulação da umidade dentro dos nascedouros, tais como: a idade da matriz, qualidade da casca, linhagem e umidade de incubação. Além disso, as variações microclimáticas dos nascedouros podem ter sido influenciadas pelas condições meso e microclimáticas da região onde se localiza o incubatório, composição dos materiais de construção do incubatório, sistemas centrais das salas dos nascedouros, regulação e vedação dos nascedouros, abertura das portas para retirada dos pintos etc.

A ineficiência dos nascedouros para o controle das condições de temperatura e umidade relativa, que foram atribuídas às baixas temperaturas e aos altos valores de umidade relativa, pode ocasionar sérios problemas com relação ao aumento da mortalidade de 19-21 dias e números de bicados vivos, além de aumentar a janela de nascimento dos pintos, etc. Esses problemas podem ser evitados, com o controle das condições microclimáticas nos nascedouros, ou seja, aderindo as faixas de temperatura, umidade relativa e entalpia específica recomendadas.

5.3.6 Avaliação do nascimento dos pintos

Na Tabela 31, verifica-se a influência das idades das matrizes na taxa de eclosão e eclodibilidade dos ovos. É sabido que um incubatório pode ser avaliado por meio da taxa de eclosão e/ou eclodibilidade. A taxa de eclosão é o percentual de pintos nascidos em relação aos ovos incubados e a eclodibilidade é o percentual de pintos nascidos em relação aos ovos férteis incubados (ROSA et al., 2002).

Portanto, verificou-se que houve diferença estatística entre os ovos oriundos das idades de matrizes para a variável taxa de eclosão, em que as idades velha e

intermediária não se diferiram significativamente entre si, porém, essas diferiram estatisticamente da idade nova. As melhores taxas de eclosão foram detectadas nos ovos provenientes das idades de matrizes velha e intermediária, com médias de 91 e 90%, quando comparadas aos ovos de matrizes novas. Essa menor taxa de eclosão dos ovos oriundos de matrizes novas pode ser justificada, pela maior taxa de mortalidade embrionária nas fases precoce e médios, que podem ser atribuídas às grandes variações de temperatura e umidade relativa na sala de ovos do matrizeiro e incubatório, transporte, incubadoras e nascedouros.

Os autores Rosa et al. (2002) observaram que as matrizes com idade de 34 semanas tendem a apresentar menores taxas de eclosão em relação às matrizes de 43 e 53 semanas, porque apresentaram uma maior taxa de mortalidade embrionária. Também Rocha et al. (2008) avaliaram o efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino, e verificaram que as idades de matrizes de 31 semanas obtiveram as menores taxa de eclosão com 88%, em relação as matrizes de 41 semanas que apresentaram 90,4%.

Tabela 31 – Valores médios de taxa de eclosão e eclodibilidade para as diferentes idades de matrizes

Idades das matrizes de corte	Taxa de eclosão (%)	Eclodibilidade (%)
Nova	85,0 B	88,2 B
Intermediária	90,0 A	92,4 A
Velha	91,0 A	93,4 A
Qui-quadrado	22,47	21,8

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

Outro fator que também pode ter influenciado a menor taxa de eclosão das matrizes novas seria a menor capacidade que elas têm em mobilizar gordura para formação da gema, devido ao grande número de ovos de tamanho pequeno, que, por conseqüência, afetará o baixo rendimento de incubação (RIBEIRO et al., 2007).

Com relação à eclodibilidade, observou-se que houve diferença estatística entre as idades de matrizes para a eclodibilidade dos ovos. Os ovos oriundos das idades velha e intermediária não diferiram significativamente entre si, porém, diferiram estatisticamente da idade nova. As melhores eclodibilidades foram detectadas nos ovos provenientes das idades de matrizes velha e intermediária, com médias de 93,4 e 92,4%, quando comparadas aos ovos de matrizes novas. Isso

pode ser justificado, porque os ovos provenientes de matrizes novas obtiveram os maiores índices de mortalidade na fase inicial de 0-7 dias, que podem ser atribuídas às grandes variações e descontrole de temperatura e umidade relativa na sala de ovos do matrizeiro e incubatório, transporte, incubadoras e nascedouros.

As idades das matrizes podem influenciar de forma negativa ou positiva na eclodibilidade dos ovos, pois os ovos oriundos de matrizes velhas tendem a eclodir mais do que os de matrizes novas (ELIBOL ELIBOL; PEAK; BRAKE, 2002; TONA et al., 2004; YASSIN et al., 2008). O estresse térmico nos ovos férteis diminui a eclodibilidade e qualidade dos pintos, independentemente das idades das matrizes (FIÚZA et al., 2006; MOLENAAR et al, 2008; ROCHA et al., 2008; REIJRINK et al., 2008; YASSIN et al., 2008).

Variações na qualidade da casca também podem afetar diretamente os resultados de incubação, em que a densidade dos ovos está relacionada com a espessura da casca. Então, aves entre 35 e 55 semanas de idade produzem ovos com maiores densidades (1075 a 1090), essa densidade está relacionada com as maiores taxas de eclosão e eclodibilidade (ROCHA et al., 2008). Já aves mais velhas, com idade superior a 56 semanas, produzem uma proporção maior de ovos com cascas de menor densidade (< 1074), conferindo-lhes piores taxas de eclosão e eclodibilidade, tendo em vista que as aves de idades velha e intermediária estudadas nesta pesquisa estavam dentro dessas faixas.

O controle das condições adversas (temperatura e umidade relativa) desde o armazenamento no matrizeiro e incubatório, transporte, processo de incubação e transferência dos ovos para o nascedouro, pode minimizar as perdas na eclodibilidade e qualidade dos pintos (desidratação, baixo peso corporal, mortalidade das aves no primeiro dia de granja e refugagem). O grande propósito do sistema de produção avícola é colocar um pinto na granja que tenha uma perda ideal de umidade, com cicatrização umbilical bem realizada e que seja ativo durante o processo de engorda (CAMARGO, 2011).

Por meio da Tabela 32, foi possível detectar que houve diferença estatística entre os tempos de estocagem para as variáveis taxa de eclosão e eclodibilidade de ovos. De maneira geral, observa-se que os maiores tempos de estocagem foram os que obtiveram as menores taxas de eclosão e eclodibilidade de ovos. Resultados semelhantes foram encontrados por Molenaar et al. (2008); Reijrink et al. (2008); Yassin et al. (2008). Portanto, os ovos estocados por longos períodos podem

apresentar maior período de incubação, menor taxa de eclosão e eclodibilidade, além das perdas na qualidade do pinto (DECUYPERE; MICHELS, 1992; REIS et al., 1997). Isso ocorre porque o prolongamento de 1 dia no tempo de estocagem pode reduzir em 1% a eclodibilidade e adicionar 1 hora no período de incubação.

Ao analisar separadamente a taxa de eclosão nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que o tempo estocagem de 87-103 h diferiu estatisticamente de 174-184 e 244 h, porém os tempos de estoque de 87-103 e 196-208 h não diferiram significativamente entre si. Entretanto, os tempos de estocagem 196-208 h não diferiram estatisticamente de 174-184 e 244 h. A menor taxa de eclosão foi detectada no tempo de estocagem de 244-255 h, com média de 84,3%, respectivamente, e a maior média da taxa de eclosão foi verificada no tempo de estocagem de 87-103 h, com 90,1% respectivamente.

Tabela 32 – Valores médios da taxa de eclosão e eclodibilidade dos ovos para os diferentes tempos de estocagem

Tempos de estocagem (h)	Taxa de eclosão (%)	Eclodibilidade (%)
87-103	90,1 A	92,6 A
174-184	84,3 B	87,6 BC
196-208	88,4 AB	90,6 ABC
244-255	84,3 B	87,0 C
63-77	92,2 A	95,1 A
150-160	88,4 AB	92,2 AB
172-184	91,2 AB	93,1 AB
220-231	87,1 B	88,9 B
40-57	91,8 A	93,8 A
128-137	88,7 A	92,0 A
150-161	88,7 A	91,6 A
198-208	88,0 A	90,5 A
Qui-quadrado	20,72	23,39

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

Para a taxa de eclosão nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que o tempo de estocagem 63-77 h não diferiu significativamente de 172-184 e 150-160 h, entretanto o tempo de estocagem de 220-231 h diferiu significativamente de 63-77 h. Porém, a taxa de eclosão do tempo de estocagem de 220-231 h não diferiu significativamente de 172-184 e 150-160 h.

A menor taxa de eclosão foi observada no tempo de estocagem de 220-231 h, com média de 87,1% e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 63-77, 172-184, 150-160, com 92,2, 91,2 e 88,4%, respectivamente.

Com relação à taxa de eclosão nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem.

A estocagem dos ovos é necessária dentro das indústrias avícolas, o tempo e as condições de armazenagem influenciaram na taxa de eclosão, o que pode ter atrasado alguns nascimentos. Nesta pesquisa, o armazenamento de ovos férteis acima de 7 dias aumentou a janela de nascimento, ou seja, atrasou o nascimento de muitos pintos (MATHER; LAUGHILIN, 1976; REIJRINK et al., 2008), houve um declínio na taxa de eclosão e eclodibilidade dos ovos (BECKER, 1964; FASENKO et al., 2001; TONA et al., 2004), e uma diminuição na qualidade do pinto (TONA et al., 2003; TONA et al., 2004; WILLEMSSEN et al., 2008).

Fazendo uma análise separadamente da eclodibilidade nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que o tempo estocagem de 87-103 h diferiu estatisticamente de 174-184 e 244 h, porém os tempos de estoque de 87-103 e 196-208 h não diferiram significativamente entre si. Entretanto, o tempo de estocagem de 196-208 h não diferiu estatisticamente de 174-184 h, porém, o tempo de estocagem de 196-208 h diferiu estatisticamente de 244-255 h. Sendo assim, o tempo de estocagem de 244-255 h não diferiu significativamente de 174-184 e 196-208 h, no entanto, 244 -255 h diferiu significativamente de 87-103 h. A menor eclodibilidade foi detectada nos tempos de estocagem de 244-255 e 174-184h, com média de 87 e 87,6%, respectivamente e a maior média de eclodibilidade foi verificada nos tempos de estocagem de 87-103 e 196-208 h, com 92,6 e 90,6%, respectivamente.

Para a eclodibilidade nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que o tempo de estocagem 63-77 h não diferiu significativamente de 172-184 e 150-160 h, entretanto o tempo de estocagem de 220-231 h diferiu significativamente de 63-77 h. Porém, a eclodibilidade do tempo de estocagem de 220-231 h não diferiu significativamente de 172-184 e 150-160 h. A menor eclodibilidade foi observada no tempo de estocagem de 220-231 h, com média de 88,9% e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 63-77, 172-184, 150-160, com 95,1, 93,1 e 92,2%, respectivamente.

Com relação à taxa de eclosão nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem.

Portanto, observa-se que as taxas de eclosão e eclodibilidade dos ovos seguiram a mesma tendência nos resultados com relação aos tempos de estocagem. Fazendo uma análise da variação da taxa de eclosão (ΔTE) e eclodibilidade (ΔE), nos tempos de estocagem, foram 1,7-5,8% e 2-5,6% para os tempos de 87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h; de 1-5,1% e 2-6,2% para os tempos de 63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h; de 3,1-3,8% e 1,8-3,3% para os tempos de 40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h. De forma geral, as maiores variações tenderam a ocorrer nos maiores tempos de estocagem, então, pode-se dizer que, quanto maior for o tempo de estocagem, menores serão as taxas de eclosão e eclodibilidade.

Sendo assim, o rendimento da produção de pintos e a qualidade dos mesmos são dependentes dos fatores físicos da incubadora e nascedouro (temperatura, umidade relativa e ventilação, etc) como também, anterior a essas etapas (período de armazenamento e condições de transporte dos ovos férteis), além da influência da idade das matrizes, linhagem e a qualidade dos ovos. As características físico-químicas dos ovos são modificadas em função destas variáveis, para atingir a necessidade de tratamentos diferenciados entre esses ovos, a fim de obter o melhor rendimento de produção de cada lote.

Os autores Meijerhof et al. (1994) afirmaram que quando o período de estocagem ultrapassa 3 dias, independentemente da temperatura aplicada, a eclodibilidade e a qualidade do pinto podem diminuir devido a uma perda da qualidade do albúmen. A eclodibilidade pode diminuir 0,8 e 2,8% após o armazenamento por 5 e 10 dias, respectivamente, se o sistema de viragem dos ovos não for utilizado (SCHIMIDT et al., 2002). Os dados apresentados nesta pesquisa evidenciam uma redução na taxa de eclosão e eclodibilidade (3,1 e 1,8%) após o armazenamento acima de 5 dias (128-137 h).

Para aumentar a taxa de eclosão e eclodibilidade dos ovos, é preciso diminuir a janela de nascimento das aves, de forma que não venha prejudicar a qualidade dos pintos. Alguns dos fatores envolvidos nestes parâmetros podem ser trabalhados no período de armazenamento e transporte dos ovos férteis, como: a temperatura, umidade relativa, ventilação, tempo e pré-aquecimento dos ovos antes da

incubação, como também aqueles relacionados à característica dos ovos férteis, principalmente quanto à condutância da casca, fator diretamente influenciado pela idade da matriz, em que cada idade tem um período pré-determinado para eclodir.

Na Tabela 33, verificam-se os resultados das perdas após a quebra dos ovos realizados para as diferentes idades de matrizes e tempos de estocagem.

De maneira geral, observa-se que as condições microclimáticas dos ambientes estudados podem ter influenciado nessas perdas produtivas. É sabido que a temperatura e a umidade relativa devem ser mantidas dentro das faixas ideais, para sustentar o desenvolvimento embrionário (BOLELI, 2003; MURAROLI; MENDES, 2003; BOERJAN, 2006).

Tabela 33 – Resultados das perdas após a quebra dos ovos realizada em diferentes idades de matrizes e tempos de estocagem

Idade das matrizes	Tempos de estocagem (h)	Nascimento (%)	Férteis (%)	Claros (%)	Mortalidade embrionária (%)				Ovos bicados (%)		Trinc. na transferência (%)	Contaminado (%)	Podre (%)	Má posição (%)	Cabeça aberta (%)	Anomalia múltipla (%)
					0-7	8-14	15-18	19-21	Vivo	Morto						
N	87-103	85,4	93,8	6,3	4,2	0	0	0	1	0	2,1	0	0	0	0	1
N	174-184	79,2	95,8	4,2	10,4	0	0	1	2,1	1	0	1	0	1	0	0
N	196-208	88,5	96,9	3,1	5,2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
N	244-255	82,3	95,8	4,2	11,5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
N	63-77	91,7	96,9	3,1	3,1	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
N	150-160	89,6	95,8	4,2	3,1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
N	172-184	92,7	99,0	1	4,2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
N	220-231	80,2	96,9	3,1	8,3	0	1	2,1	3,1	0	0	1	0	1	0	0
N	40-57	83,3	96,9	3,1	8,3	0	1	3,1	0	0	0	0	0	1	0	0
N	128-137	83,3	97,9	2,1	9,4	0	1	3,1	0	0	0	1	0	0	0	0
N	150-161	82,3	96,9	3,1	8,3	1	0	2,1	1	2,1	0	0	0	0	0	0
N	198-208	78,1	94,8	5,2	8,3	3,1	1	2,1	0	0	1	1	0	0	0	0
I	87-103	90,6	97,9	2,1	3,1	1	0	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	174-184	90,6	97,9	2,1	2,1	0	1	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0
I	196-208	88,5	100	0	3,1	1	1	5,2	0	0	1	0	0	0	0	0
I	244-255	83,3	99,0	1	5,2	2,1	1	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0
I	63-77	90,6	95,8	4,2	2,1	0	1	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	150-160	90,6	95,8	4,2	3,1	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	172-184	87,5	97,9	2,1	5,2	0	0	3,1	0	0	0	0	1	1	0	1
I	220-231	90,6	99,0	1	4,2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2,1
I	40-57	95,8	99,0	1	2,1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	128-137	91,7	94,8	5,2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
I	150-161	87,5	95,8	4,2	3,1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
I	198-208	90,6	96,9	3,1	3,1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
V	87-103	93,8	100	0	2,1	1	0	2,1	0	0	0	1	0	0	0	0
V	174-184	82,3	94,8	5,2	4,2	0	2,1	3,1	1	1	0	0	0	1	0	0
V	196-208	87,5	95,8	4,2	3,1	0	0	3,1	1	0	0	1	0	0	0	0
V	244-255	86,5	95,8	4,2	6,3	1	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
V	63-77	93,8	97,9	2,1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
V	150-160	84,4	95,8	4,2	3,1	0	1	6,3	0	0	0	0	0	1	0	0
V	172-184	92,7	96,9	3,1	0	0	0	2,1	0	1	1	0	0	0	0	0
V	220-231	89,6	97,9	2,1	0	1	3,1	2,1	0	0	0	1	0	1	0	0
V	40-57	95,8	97,9	2,1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
V	128-137	90,6	96,9	3,1	3,1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
V	150-161	95,8	97,9	2,1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
V	198-208	94,8	100	0	1	0	0	2,1	1	0	0	0	0	0	0	1

Na Tabela 34, foi possível detectar que houve diferença estatística entre as idades de matrizes de corte para mortalidade embrionária na fase de 0 a 7 dias durante a incubação dos ovos. A idade das matrizes é um fator de grande influência

sobre o peso, a qualidade interna e externa dos ovos, a eclodibilidade, mortalidade embrionária e, conseqüentemente, sobre a qualidade do pinto.

Tabela 34 – Efeito das idades das matrizes na mortalidade embrionária de 0 a 7 dias

Idades das matrizes de corte	Mortalidade embrionária de 0 a 7 dias (%)
Nova	7,0 A
Intermediária	3,0 B
Velha	2,0 B
Qui-quadrado	38,55

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

Os ovos oriundos das idades de matrizes intermediária e velha não diferiram significativamente entre si, porém, essas diferiram estatisticamente da idade de matriz nova. As menores taxas de mortalidade embrionária foram detectadas nas idades de matrizes intermediária e velha, com médias de 3 e 2%, quando comparada aos ovos de matrizes novas. Isso pode ser justificado porque as matrizes jovens produzem ovos com casca mais grossa e albúmen mais espesso. Devido a isso, verifica-se uma maior dificuldade nas trocas gasosas e perda de umidade durante a incubação, o que leva a baixa taxa de eclodibilidade e alta taxa de mortalidade embrionária (BRAKE et al., 1997). Além disso, as aves mais jovens possuem maior dificuldade em transferir lipídios para a gema, o que leva a uma menor disponibilidade de nutrientes para o embrião, comprometendo os estágios iniciais de desenvolvimento embrionário (BENTON; BRAKE, 1996).

Com relação à mortalidade embrionária, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem de ovos para mortalidade embrionária de 0 a 7 dias durante a incubação dos ovos. Também foi possível observar que não houve diferença estatística entre as idades de matrizes e tempos de estocagem para mortalidade embrionária de 8 a 14, 15 a 18 e 19 a 21 dias.

5.3.7 Avaliação bioclimática das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos

Na Tabela 35, observa-se que não houve diferença estatística entre as estações do ano para as variáveis temperatura e entalpia específica no ambiente das caixas de nascimento. Isso demonstra que existiu uma homogeneidade no ambiente das caixas de nascimento durante as análises fisiológicas e produtivas dos

pintos recém-eclodidos. Porém, pode-se dizer que a temperatura das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos esteve abaixo das faixas ideais.

Tabela 35 – Efeito das estações do ano nas variáveis microclimáticas nas caixas de nascimento na sala de vacinação

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ.kg de ar seco ⁻¹)
Primavera	30,5 A	70,2 A	77,4 A
Verão	30,0 A	64,7 AB	72,3 A
Outono	31,7 A	54,6 B	72,4 A
Teste F	0,31*	3,85*	0,82 NS

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer. NS – não significativo, * - significativo a 5% ($P < 0,05$)

Os pintos de um dia necessitam de temperatura ambiente de 32 a 35 °C, para que esteja em conforto térmico (GUSTIN, 2003; LIN et al., 2005; CAMARGO, 2011; VIEIRA, 2011). A entalpia específica também esteve abaixo da faixa ideal (69,4 a 88,2 kJ.kg de ar seco⁻¹), simulada nessa pesquisa. Portanto, para que as caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos na sala de espera do incubatório promova conforto térmico, é necessário que essas condições microclimáticas sejam oferecidas. Vale enfatizar a temperatura e entalpia específica do ambiente externo para as estações da primavera (25,5 °C e 68,7 kJ.kg de ar seco⁻¹), verão (26,3 °C e 69,5 kJ.kg de ar seco⁻¹) e outono (23,1 °C e 55,3 kJ.kg de ar seco⁻¹).

Também foi possível detectar que houve diferença estatística entre as estações do ano para a variável umidade relativa no ambiente das caixas de nascimento, em que, a primavera não diferiu estatisticamente do verão, porém, esta diferiu significativamente do outono. Entretanto, observou-se que o verão não diferiu estatisticamente do outono.

Sendo assim, os maiores valores médios de umidade relativa foram detectados na primavera e verão, com 70,2 e 64,7%. Esses valores podem ser atribuídos ao fato de que nessas estações ocorrem as maiores quantidades de precipitação, o que pode tornar mais difícil o controle dessa variável no interior das caixas. A umidade relativa do ambiente externo para as estações da primavera é (84,8%), do verão (80,8%) e do outono (72,6%).

Vale ressaltar que a umidade relativa das caixas de nascimento na sala de espera do incubatório esteve acima das faixas ideais (50 a 60%), conforme as

recomendações dos autores Marques (1994); Muraroli e Mendes (2003); Schmidt et al. (2009) e Camargo (2011).

Os mecanismos físicos de troca de calor entre os pintos e o ambiente, como convecção, radiação, condução e evaporação, geram perda de calor, sendo que, em geral a temperatura ambiente é inferior à temperatura corporal dos pintos. Porém, em algumas situações extremas em que a temperatura ambiente atinge valores muito altos, acima da temperatura corpórea do animal, esse tende a ganhar calor. Então, quanto menor for a temperatura das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos, maior será o gradiente entre o animal e ambiente interno, e, conseqüentemente, maiores serão as taxas de trocas sensíveis, em que o animal tende a perder calor para o ambiente.

Com relação às variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa e entalpia específica) para as caixas de nascimento individualizadas, em que cada caixa representava um tempo de estocagem, observou-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem.

A Figura 31 ilustra os valores médios de temperatura, umidade relativa e entalpia específica em relação aos tempos de estocagem e estações do ano para o ambiente das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos na sala de espera, juntamente com suas faixas ideais.

Fazendo uma análise conjunta da temperatura média do ambiente das caixas de nascimento, observa-se que os tempos de estocagem (87-103, 128-137, 150-160, 150-161, 174-184 e 220-231 h) na estação do outono e os tempos 172-184 e 198-208 h no verão foram os únicos que estiveram dentro da faixa ideal, estabelecida pelos autores Gustin (2003); Lin et al. (2005); Camargo (2011) e Vieira (2011). Porém, o restante apresentou valores médios de temperatura abaixo da faixa ideal. Isso demonstra que a maioria dos pintos recém-eclodidos estava começando a sofrer um estresse por frio no momento do saque para coleta dos dados fisiológicos e produtivos.

Os pintos possuem maior tolerância às altas temperaturas em relação às baixas, o que se encontra relacionado com a imaturidade da termorregulação corporal, e com isso, o pinto possui maior necessidade de manter sua temperatura corporal elevada (DUNNINGTON; SIEGEL, 1984). A ausência de penas, associada à característica poiquilotérmica dos pintos, gera maior preocupação e cuidados com esses animais nas épocas frias, como no inverno, por exemplo, quando as

temperaturas tendem a permanecer abaixo da faixa de termoneutralidade em prolongados períodos do dia. Em função disso, será necessário, em determinados momentos, aquecer o ambiente onde permanecem os pintos, para o fornecimento de calor exógeno.

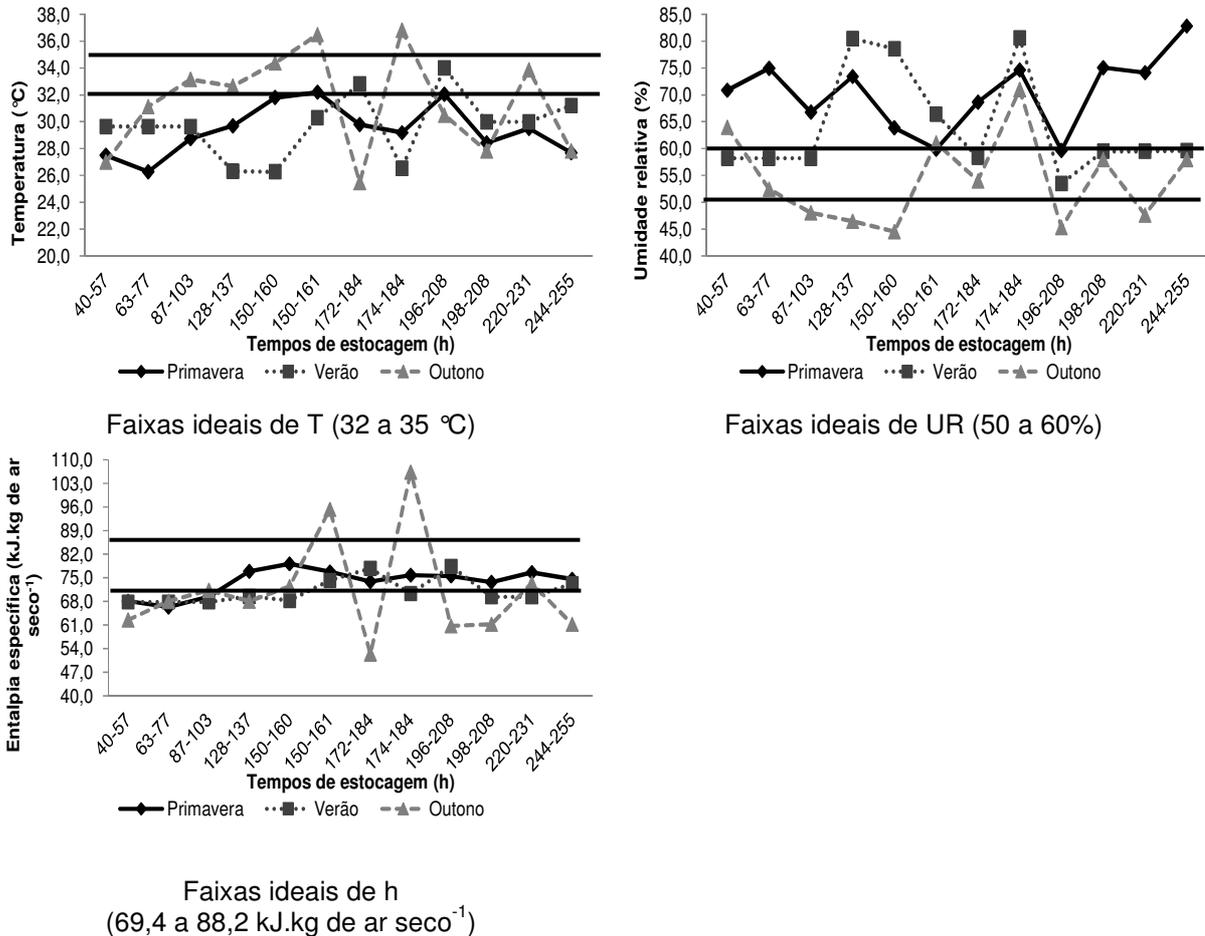


Figura 31 – Variáveis microclimáticas do ambiente das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos em relação aos tempos de estocagem e estações do ano, com suas faixas ideais

Ao relacionar os tempos de estocagem e estações do ano, com a variável umidade relativa no interior das caixas de nascimento, observa-se que apenas o outono e o verão obtiveram a maioria dos valores médios dentro das faixas ideais, conforme as recomendações dos autores Marques (1994); Muraroli e Mendes (2003); Schmidt et al. (2009) e Camargo (2011).

De forma geral, verifica-se que a entalpia específica no interior das caixas de nascimento para os tempos de estocagem e estações do ano obteve a maioria dos valores médios dentro das faixas ideais. Essa tendência pode ser atribuída aos

baixos valores de temperatura e altos valores de umidade relativa. Mesmo assim, é importante que as condições microclimáticas internas das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos tenham um melhor monitoramento para evitar o estresse por frio.

5.3.8 Avaliação fisiológica e peso dos pintos recém-eclodidos

Na Tabela 36, verifica-se a influência das idades das matrizes de corte no peso inicial, temperatura de superfície e cloacal nos pintos de um dia.

Houve diferença estatística entre as idades de matrizes para variável peso do pinto de um dia. O maior peso médio dos pintos de um dia foi detectado na idade de matriz velha, apresentando o valor médio de 46,6 g e o menor foi verificado na idade de nova, com 38,7 g. O peso pinto de um dia está diretamente relacionado com as idades das matrizes, peso, perda de água e tempos de estocagem dos ovos, além das condições microclimáticas que antecedem o nascimento.

Tabela 36 – Efeito das idades das matrizes sobre as variáveis peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos

Idades das matrizes de corte	Peso (g)	Temperatura de superfície (°C)	Temperatura cloacal (°C)
Nova	38,7 C	31,7 B	40,0 B
Intermediária	45,0 B	33,0 A	41,0 A
Velha	46,6 A	30,5 C	40,1 B
Teste F	602,39	1152,07	103,57

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

O peso do ovo está diretamente relacionado com o peso do pinto de um dia e do frango (MUERER et al., 2008). O pinto, ao nascer, representa 65% a 72% do peso do ovo (PATRÍCIO, 1994). Vários trabalhos correlacionaram pesos dos ovos e dos pintos, que geralmente ocorrem em razão da diferença na idade das matrizes das quais são provenientes (DALANEZI et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006a, 2006b; RIBEIRO et al., 2007; TANURE et al., 2009).

Também verificou-se que houve diferença estatística entre as idades de matrizes para a temperatura de superfície dos pintos de um dia. A maior média de temperatura de superfície foi observada na idade de matriz intermediária, com 33 °C e na idade de matriz velha, com 30,5 °C. Essa pequena variação de temperatura de

superfície dos pintos recém-eclodidos, das caixas de nascimento pode ser justificada pelo pequeno tempo de exposição dos animais à temperatura ambiente abaixo da faixa de conforto.

Ainda com relação à temperatura de superfície, pode-se dizer que todos os pintos recém-eclodidos oriundos das idades de matrizes velha, nova e intermediária apresentaram suas temperaturas de superfície média abaixo da ideal (35 °C) segundo o autor Vieira (2011). Porém, outras pesquisas relatam que a temperatura de superfície média ideal para pintos recém-eclodidos é de 34,7 °C (RICHARDS, 1971; MALHEIROS et al., 2000). Pode-se dizer que esses pintos estavam sofrendo estresse por frio, considerando que os ambientes das caixas de nascimento dos pintos apresentaram os menores valores médios de temperatura, o que pode ter aumentando o gradiente entre o animal e ambiente interno. Esse fato, por consequência, pode ter aumentado as taxas de trocas sensíveis. Isso ocorre devido à baixa capacidade termorregulatória dos pintos de um dia e pela facilidade de perder energia térmica para um ambiente mais frio. Portanto, pode-se dizer que os pintos oriundos das matrizes intermediárias foram os que apresentaram temperatura de superfície mais próxima da faixa de conforto térmico.

Quanto à variável fisiológica temperatura cloacal, observou-se que houve diferença estatística entre os pintos oriundos das diferentes idades de matrizes de corte. Verifica-se que os pintos oriundos de matrizes intermediárias diferiram significativamente das idades velhas e novas, porém, essas idades de matrizes não diferiram estatisticamente entre si. O maior valor médio de temperatura cloacal foi detectado nos pintos oriundos de matrizes intermediárias, com 41 °C e os menores nos pintos provenientes de matrizes velhas e novas, com 40,1 e 40 °C.

De modo geral, pode-se dizer que a temperatura cloacal dos pintos esteve dentro das faixas de conforto que variam de 39,7 a 41,2 °C, segundo as recomendações dos autores Malheiros et al. (2000); Macari e Furlan (2001); Dionello et al. (2002); Camargo (2011); Vieira (2011). Vale enfatizar que o tempo de exposição dos pintos recém-eclodidos, ao ambiente frio, foi muito pequeno para elevar a temperatura interna do animal. Lembrando e que, devido à falta de empenamento conjugada com mecanismos termorregulatórios incompletos, a temperatura cloacal tende a reduzir bruscamente ao longo do tempo de exposição a ambientes frios (DUNNINGTON; SIEGEL, 1984; LIN et al., 2005).

Na Tabela 37, foi possível detectar que houve diferença estatística entre os tempos de estocagem para as variáveis do peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos. De maneira geral, observa-se que os menores valores médios de peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos foram encontrados nos maiores tempos de estocagem. Isso pode demonstrar que esses pintos apresentam uma maior sensibilidade às condições adversas de temperatura e umidade relativa, após nascerem.

Ao analisar separadamente o peso dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que os tempos de estocagem de 87-103, 174-184 e 196-208 h não diferiram estatisticamente entre si. Porém, esses tempos de estoque diferiram significativamente de 244-255 h. O menor valor médio de peso dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 244-255 h, com 41,7 g e as maiores médias foram verificadas nos tempos de estocagem de 87-103 h, 174-184, 196-208, com 44,8, 43,5 e 43,1 g, respectivamente.

Para o peso dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que não houve diferença estatística entre esses tempos de estocagem.

Com relação ao peso dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que não houve diferença estatística entre os tempos de estocagem.

Longos períodos de estocagem dos ovos férteis tendem a ocasionar maiores perdas de água dos ovos, que, por consequência, diminuirão o peso do pinto recém-eclodido e também afetarão de maneira negativa o desempenho dos mesmos na primeira semana de criação (TONA et al., 2003, 2004). O tempo de estocagem também apresenta efeitos negativos sobre a qualidade do pinto como: desidratação, aparência, atividade e qualidade da região do umbigo, etc (TONA et al., 2003, WILLEMSSEN et al., 2008).

Fazendo uma análise separada da temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que os tempos estocagem de 87-103 h diferiram estatisticamente de 174-184, 196-208 e 244-255 h, porém, esses tempos de estoque não diferiram significativamente entre si (Tabela 34). O menor valor médio de temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos foi detectado nos tempos de

estocagem de 174-184, 87-103 e 244-255 h, com 31,5, 31,6 e 31,6 °C, respectivamente, e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 196-208 h, com 32,1 °C.

Tabela 37 – Efeito dos tempos de estocagem dos ovos sobre as variáveis peso, temperatura de superfície e cloacal dos pintos recém-eclodidos

Tempos de estocagem (h)	Peso (g)	Temperatura de superfície (°C)	Temperatura cloacal (°C)
87-103	44,8 A	31,6 B	40,1 A
174-184	43,5 A	31,5 B	40,3 A
196-208	43,1 A	32,1 A	40,4 A
244-255	41,7 B	31,6 B	39,8 B
63-77	43,3 A	31,9 B	40,4 B
150-160	42,8 A	31,6 B	40,2 B
172-184	43,3 A	32,4 A	41,0 A
220-231	42,5 A	31,4 B	39,6 C
40-57	43,7 A	31,8 A	40,7 A
128-137	43,7 A	31,7 AB	40,3 BC
150-161	44,5 A	31,7 AB	40,3 BC
198-208	43,5 A	31,5 B	40,0 C
Teste F	52,08	13,52	23,80

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey – Kramer.

Para a temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que os tempos de estocagem de 172-184 h diferiram estatisticamente de 63-77, 150-160, e 220-231 h, porém, esses tempos de estoque não diferiram significativamente entre si. O menor valor médio de temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos foi detectado nos tempos de estocagem de 63-77, 150-160, e 220-231 h, com 31,9, 31,6 e 31,4 °C, respectivamente e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 172-184 h, com 32,4 °C .

Com relação à temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que o tempo de estocagem de 40-57 h não diferiu estatisticamente de 128-137 e 150-161 h. Porém, o tempo estocagem de 40-57 h diferiu estatisticamente de 198-208 h. Entretanto, os tempos de estocagem de 128-137, 150-161 h e 198-208 h não

diferiram estatisticamente entre si. O menor valor médio de temperatura de superfície dos pintos recém-eclodidos foi detectado nos tempos de estocagem de 198-208 h, 128-137 e 150-161 h, com 31,5, 31,7 e 31,7 °C, respectivamente.

Os ovos submetidos aos maiores tempos de estocagem apresentam as maiores perdas, e os pintos oriundos dos mesmos, tendem a ter maiores índices de desidratação durante o nascimento, o que pode ocasionar uma maior sensibilidade às condições adversas de temperatura e umidade relativa, após o nascimento, o que tende a alterar da temperatura de superfície nos pintos recém-eclodidos.

Ao analisar separadamente a temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que os tempos de estocagem de 196-208, 174-184 e 87-103 h não diferiram estatisticamente entre si, porém, esses tempos de estoque diferiram significativamente de 244-255 h (Tabela 34). O menor valor médio de temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 244-255 h, com 39,8 °C e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 196-208 h, com 40,4 °C.

Para a temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que os tempos de estocagem de 172-184 h diferiram estatisticamente de 63-77, 150-160, e 220-231 h, porém, os tempos de estocagem 63-77 e 150-160 h não diferiram significativamente entre si. Entretanto, esses tempos de estoque diferiram estatisticamente de 220-231 h. O menor valor médio de temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 220-231 h, com 39,6 °C, e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 172-184 h, com 41 °C.

Com relação à temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que o tempo de estocagem de 40-57 h diferiu estatisticamente de 128-137, 150-161 e 198-208 h. Porém, os tempos de estocagem de 128-137, 150-161 e 198-208 h não diferiram estatisticamente entre si. O menor valor médio de temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos foi detectado nos tempos de estocagem de 198-208 h, 128-137 e 150-161 h, com 40, 40,3 e 40,3 °C, respectivamente.

Então, pode-se dizer que a temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos esteve dentro das faixas de conforto (39,7 a 41,2 °C), segundo as recomendações

dos autores Malheiros et al. (2000); Macari e Furlan (2001); Dionello et al. (2002); Camargo (2011); Vieira (2011). No entanto, o tempo de exposição dos pintos recém-eclodidos ao ambiente frio foi muito pequeno para elevar a temperatura interna da ave. Pois, a temperatura cloacal tende a reduzir quando o tempo de exposição a ambientes frios é longo (DUNNINGTON; SIEGEL, 1984; LIN et al., 2005).

O aumento da frequência respiratória em aves acompanha a elevação da temperatura do ambiente, na qual essas estão inseridas. Pesquisas têm demonstrado que o frango com idade de 42 dias pode apresentar 165 movimentos por minuto, em situações com altas temperaturas (SILVA et al., 2007), porém, na primeira semana de vida essa ave pode apresentar 90 movimentos por minuto (MARCHINI et al., 2007). Portanto, a faixa ideal de frequência respiratória para pintos de corte da linhagem Cobb, na primeira semana, é 48 mov.min⁻¹ (MARCHINI et al., 2007; NASCIMENTO, 2010; CAMARGO, 2011; VIEIRA, 2011).

Na Tabela 38, verifica-se que houve diferença estatística entre os pintos recém-eclodidos oriundos das diversas idades de matrizes de corte para a variável fisiológica frequência respiratória. O maior valor médio de frequência respiratória foi observado nos pintos oriundos da idade de matriz intermediária, com 50,7 mov.min.⁻¹ e o menor foi detectado nos pintos provenientes de idade de matriz nova, com 43,5 mov.min.⁻¹.

Tabela 38 – Efeito das idades das matrizes sobre a variável frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos

Idades das matrizes de corte	Frequência respiratória (mov.min. ⁻¹)
Nova	43,5 C
Intermediária	50,7 A
Velha	46,1 B
Qui-quadrado	204,9

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

Os pintos oriundos da idade de matriz intermediária foram os que obtiveram os valores médios de frequência respiratória dentro da faixa ideal. Porém, os pintos provenientes das idades de matrizes velha e nova apresentaram valores médios de frequência respiratória abaixo do recomendado. É sabido que, até as duas primeiras

semanas de vida, os pintos de corte apresentam uma maior resistência a condições térmicas mais elevadas “quentes” em relação aos frangos na fase adulta (BUTCHER; NILIPOUR, 2002; CORDEIRO et al., 2010). Isso ocorre devido à baixa capacidade termorregulatória dos pintos de um dia e pela facilidade que eles têm em perder energia térmica para um ambiente mais frio.

Na Tabela 39, foi possível detectar que houve diferença estatística entre os tempos de estocagem para a variável frequência respiratória de pintos recém-eclodidos. De maneira geral, observa-se que os menores valores médios de frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos foram encontrados nos tempos de estocagem 87-103, 220-231 e 150-161 h.

Tabela 39 – Efeito dos tempos de estocagem sobre a variável frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos

Tempos de estocagem (h)	Frequência respiratória (mov.min. ⁻¹)
87-103	44,2 C
174-184	46,6 B
196-208	49,1 A
244-255	47,2 AB
63-77	46,6 AB
150-160	47,4 A
172-184	48,5 A
220-231	44,62 B
40-57	47,5 A
128-137	46,0 AB
150-161	45,4 B
198-208	47,5 A
Qui-quadrado	45,79

Médias com letras diferentes maiúsculas na coluna diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

Fazendo uma análise separada da frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (87-103, 174-184, 196-208 e 244-255 h), observa-se que os tempos de estocagem de 196-208 e 244-255 h não diferiram estatisticamente entre si, porém, o tempo de estocagem de 196-208 h diferiu significativamente de 174-184 e 87-103 h. Entretanto, o tempo de estocagem de 244-255 h não diferiu estatisticamente de 174-184 h, no entanto, esses tempos

de estocagem diferiram estatisticamente de 87-103 h. O menor valor médio de frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 87-103 h, com $44,2 \text{ mov.min.}^{-1}$, respectivamente e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 196-208 h, com $49,1 \text{ mov.min.}^{-1}$.

Para a frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (63-77, 150-160, 172-184 e 220-231 h), nota-se que os tempos de estocagem de 172-184, 150-160 e 63-77 h não diferiram estatisticamente entre si, porém, os tempos de estocagem 172-184 e 150-160 h diferiram significativamente do tempo de 220-231 h. Entretanto, o tempo de estoque 63-77 h não diferiu estatisticamente de 220-231 h. O menor valor médio de temperatura cloacal dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 220-231 h, com $44,6 \text{ mov.min.}^{-1}$ e a maior média foi verificada no tempo de estocagem de 172-184 h, com $48,5 \text{ mov.min.}^{-1}$.

Com relação à frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos nos tempos de estocagem aninhados (40-57, 128-137, 150-161 e 198-208 h), verifica-se que os tempos estocagem de 40-57, 198-208 e 128-137 h não diferiram estatisticamente entre si, porém, os tempos de estocagem de 40-57 e 198-208 h diferiram estatisticamente do tempo de 150-161 h. Entretanto, os tempos de estocagem de 128-137 e 150-161 h não diferiram estatisticamente entre si. O menor valor médio de frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos foi detectado no tempo de estocagem de 150-161 h, com $45,4 \text{ mov.min.}^{-1}$.

De modo geral, pode-se dizer que a frequência respiratória dos pintos recém-eclodidos esteve abaixo da faixa de conforto (48 mov.min.^{-1}), segundo a recomendação dos autores Marchini et al. (2007); Nascimento (2010); Camargo (2011) e Vieira (2011). Isso demonstra que o ambiente das caixas de nascimento estava abaixo da temperatura ideal, o que pode ter proporcionado um início do estresse por frio nos pintos, para a maioria dos tempos de estocagem.

É sabido que, nos primeiros 20 dias, o pinto possui mais características de pecilotermo do que homeotermo, devido à baixa produção de calor metabólico nos 6 primeiros dias, com elevada relação área superficial/peso corporal e potencial de dissipação de calor metabólico (GUSTIN, 2003). É por isso que os pintos de corte apresentam uma maior tolerância ao calor nas primeiras semanas de vida (BUTCHER; NILIPOUR, 2002; CORDEIRO et al., 2010), atribuído à baixa

capacidade termorregulatória dos pintos de um dia e pela facilidade que eles têm em perder energia térmica para um ambiente mais frio.

Portanto, a capacidade do pinto recém-eclodido de regular com eficiência sua própria temperatura corporal está diretamente ligada ao bom desempenho na fase adulta (BARRI, 2008). Ou seja, o ambiente térmico atual modula o desenvolvimento dos mecanismos fisiológicos de controle térmico para todas as fases posteriores de desenvolvimento das aves (TZSCHENTKE, 2007).

5.4 Conclusões parciais

De acordo com as condições experimentais com que foi realizada esta pesquisa, pode-se concluir que, para cada região do incubatório tem-se considerações diferenciadas de acordo com:

A. Ambiente na sala de ovos:

- as condições microclimáticas da sala de ovos do incubatório estavam acima das faixas ideais para todas as estações do ano estudadas e nos diversos tempos de estocagem. As piores condições térmicas foram encontradas durante a estação do verão;

- os ovos oriundos de idade de matriz velha e os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores perdas de água. Também se observou que as menores perdas de água dos ovos ocorreram sempre nos menores tempos de estocagem para as idades de matrizes novas.

B. Ambiente da incubadora:

- as condições microclimáticas das incubadoras estavam abaixo das faixas ideais para todas as estações do ano estudadas e nos diversos tempos de estocagem. As melhores condições térmicas foram encontradas durante a estação do verão, e os tempos de estocagem não receberam as mesmas condições microclimáticas, devido à baixa eficiência das incubadoras;

- os ovos provenientes de idade de matriz velha e os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores perdas de água. Esses ovos obtiveram os menores rendimentos de incubação.

C. Ambiente das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos na sala de espera, variáveis fisiológicas e produtivas dos pintos:

- as condições microclimáticas dos nascedouros estavam abaixo das faixas ideais para todas as estações do ano estudadas e nos diversos tempos de estocagem. As melhores condições térmicas foram encontradas durante a estação do outono e os tempos de estocagem não receberam as mesmas condições microclimáticas, devido à baixa eficiência dos nascedouros;

- os ovos provenientes de idade de matriz velha e os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores taxas de eclosão e eclodibilidade. A maior taxa de mortalidade embrionária de 0 a 7 dias foi detectada nos ovos provenientes de matrizes novas. Não houve influência das idades das matrizes e tempos de estocagem para as outras taxas de mortalidades embrionária.

D. Avaliação bioclimática das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos, das variáveis fisiológicas e produtivas dos pintos:

- as condições microclimáticas das caixas de nascimento dos pintos recém-eclodidos estavam abaixo das faixas ideais para todas as estações do ano estudadas e nos diferentes tempos de estocagem, demonstrando, assim, que os pintos, ao nascerem, já estavam expostos a um estresse por frio. As melhores condições térmicas foram encontradas durante a estação do outono em relação às demais;

- as matrizes velhas foram as que apresentaram pintos com maior peso. Porém, as maiores temperaturas de superfície e cloacal foram oriundas das idades de matrizes intermediárias, então, esses pintos apresentaram uma maior resistência às condições adversas de temperatura e umidade relativa, após nascerem;

- os pintos provenientes dos maiores tempos de estocagem dos ovos foram os que apresentaram os menores pesos, as menores temperaturas de superfície média e cloacas;

- os pintos oriundos das idades de matrizes intermediárias foram os únicos que obtiveram a frequência respiratória dentro da faixa de conforto. A maioria dos pintos provenientes dos diversos tempos de estocagem obteve a frequência respiratória abaixo da faixa de conforto térmico.

Referências

ALLCROFT, W.M. **Incubation and hatchery practice**. 4th ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1964. 71 p.

ALMEIDA, J.G.; VIEIRA, S.L.; GALLO, B.B.; CONDE, O.R.A.; OLMOS, A.R. Period of incubation and posthatching holding time influence on broiler performance. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 8, n. 3, p. 153-158, 2006a.

ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 45-49, 2006b.

ARAÚJO, W.A.G.; ALEBRANTE, L.; CASTRO, A.D. Fatores capazes de afetar os índices de eclosão. **Revista Eletrônica Nutritime**, Campinas, v.6, n.5, p.1072-1087, 2009.

BARACHO, M.S.; NÄÄS, I. A.; GIGLI, A.C.S. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**. Sorocaba, v.30, p.563-577, 2010.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Archives of Veterinary Science**, Porto Alegre, v.24, n.2, p.127-133, 2008a.

BARBOSA, V.M.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R. Efeitos da umidade relativa do ar na incubadora e da idade da matriz leve sobre o rendimento da incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.3, p.741-748, 2008b.

BARRI, A. **Effects of incubation temperature and transportation stress on yolk utilization, small intestine development, and post-hatch performance of high-yield broiler chicks**. 2008. 201 p. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal e Avícola) - Virginia Polytechnic Institute, Virginia State University, Blacksburg, 2008.

BECKER, W. A.; SPENCER, J. V.; SWARTWOOD, J. L. The preincubation storage of turkey eggs in closed environments. **Poultry Science**, Raleigh, v. 43, p.1526–1534, 1964.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of Transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495–502, 2003.

BENTON, C.E.; BRAKE, J. The effect of broiler breeder age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. **Poultry Science**, Raleigh, v.75, p.1069-1075, 1996.

BOERJAN, M.L. Incubação em estágio único para melhorar a uniformidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 2006 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2006. v.1, p.325-333.

- BOLELI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da incubação**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 394-434.
- BRAKE, J.T. Optimization of egg handling and storage. **World Poultry Science**, Amsterdam, v.12, p.6-9, 1996.
- BRAKE, J.; WALSH, T.J.; JR. BENTON, C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R.; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 144-151, 1997.
- BRUZUAL, J.J.; PEAK, S.D.; BRAKE, J.; PEEBLES, E.D. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. **Poultry Science**, Raleigh, v. 79, n. 6, p. 827-830, 2000.
- BUTCHER, G.D.; NILIPOUR, A.H. **Broiler management – The first 24 hours**. Gainesville: University of Florida - Institute of Food and Agricultural Sciences, 2002. 4p.
- CAMARGO, J.R. **Ambiência pré-porteira: o tempo de espera no incubatório e sua influência sobre o desempenho inicial de frangos de corte**. 2011. 189 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- CARTWRIGHT, A.L.; POWERS, T.G. **Hatching eggs in the classroom: a teacher's guide** Department of Poultry Science. College Station: Texas Agricultural Extension Service, the Texas A&M University System, 2001. 10 p.
- COLEMAN, M.A. **Atualização em incubação**. Piracicaba: ESALQ, 1982. 120 p.
- CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C.; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n. 1, p. 217-224, 2010.
- CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A.; CORRÊA, G.S.S.; SANTOS, G.G.; FELIPE, V.P.S.; WENCESLAU, R.R.; SOUZA, G.H.; CAMPOS, N.C.F.L. Efeito da interação idade da matriz x peso do ovo sobre o desempenho de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.433-440, 2011.
- COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; HOSODA, L.H.; LIPARI, C.A.; LIMA, H.J.A. Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2152-2160, 2011.
- DALANEZI, J.A.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; PAZ, I.C.L.A. Efeito da idade da matriz sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n. 2, p. 250-260, 2005.
- DECUYPERE, K.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 48, p. 27-38, 1992.

DECUYPERE, E.; TONA, K.; BRUGGEMAN, V.; BAMELIS, E. The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 57, p. 127-138, 2001.

DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da incubação**. 2.ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 65-94.

DIONELLO, N.J.L.; MACARI, M.; FERRO, J.A.; RUTZ, F.; FERRO, M.I.T.; FURLAN, L.R. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 79-85, 2002.

DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Thermoregulation in newly hatched chicks. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, p. 1303-1313, 1984.

ELIBOL, O.; PEAK, S.D.; BRAKE, J. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 945-950, 2002.

ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of egg turning angle and frequency during incubation on hatchability and incidence of unhatched broiler embryos with head in the small end of the egg. **Poultry Science**, Savoy, v.85, p.1433–1437, 2006.

_____. Effect of egg weight and position relative to incubator fan on broiler hatchability and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.87, p.1913–1918. 2008a.

_____. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry science**, Savoy, v. 87, n. 6, p. 1237-1241, 2008b.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G. Variability in preincubation embryo development in domestic fowl: Effects of nest holding time and method of egg storage. **Poultry Science**, Savoy, v.70, p.1876 – 1881, 1991.

FASENKO, G.M.; HARDIN, R.T.; ROBINSON, F. E. Relationship of hen age and egg sequence position with fertility, hatchability, viability, and preincubation embryonic development in broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, v.71, p.1374–1383, 1992.

FASENKO, G.M. Egg storage and the embryo. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1020–1024, 2007.

FERREIRA, F.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; LANA A.M.Q.; LÓPEZ, C.A.A.; MORAES, D.T. Influência da idade da matriz e do período de armazenamento dos ovos sobre a uniformidade dos pintos aos 11 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 8, p. 17, 2006.

FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L.; RIBEIRO, B.R.C.; BAIÃO, N.C. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.408-413, 2006.

FLUKE CORPORATION. **566/568 Manual do Usuário**. Disponível em: <<http://www.fluke.com.br/fluke/BRPT/Term%C3%B3metros/Fluke-568-566.htm?PID=56090>>. Acesso em: 05 out.2009.

FREITAS, L. W.; PAZ, I.C.L.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; SENO, L.O.; FELIX, G.A.; LIMA, N.D.S.; FERREIRA, V.M.O.S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, p.66-72, 2011.

FRENCH, N.A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**, Savoy, v.76, p.124-133, 1997.

GAST, R. K., HOLT, P. S. Influence of the level and location of contamination on the multiplication of *Salmonella enteritidis* at different storage temperatures in experimentally inoculated eggs. **Poultry Science**, Savoy, v.79, p.559–563, 2000.

GUSTIN, P.C. Manejo dos pintos no incubatório, expedição, transporte e alojamento na granja. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da Incubação**. Jaboticabal: FACTA, 2003. 537 p.

HAYS, F.A.; SPEAR, E.W. Losses in egg weight during incubation associated with hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v.30, p.106-107, 1951.

HODGETTS, B. Egg quality and hatchability. **International Hatchery Practice**, Driffield, v.2, n.4, p. 17-19, 1985.

HODGETTS, B. Successfully closing the hatch window. **International Hatchery Practice**, Driffield, v.20, n.5, 23 p., 2006.

JOSEPH, N.S.; LOURENS, A.; MORAN Jr. E.T. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. **Poultry Science Association**, Bélgica, v.85, p. 932 – 938, 2006.

KOELKEBECK, K.W.; PATTERSON, P.H.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Processing—Part 2. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.1187–1194, 2008.

KOSIN, I.L. Recent research trends in hatchability-related problems of the domestic fowl. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.20, p. 254–268, 1964.

LANDAUER, W. **The hatchability of chicken eggs as influenced by environmental and heredity**. Storrs: University of Connecticut, 1967. 315 p. (Storrs Agricultural Experiment Station Monograph 1. Revised).

LIN, H.; ZHANG, H.F.; JIAO, H.C.; ZHAO, T.; SUI, S.J.; GU, X.H.; ZHANG, Z.Y.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. I. one week of age. **Poultry Science**, Savoy, v. 84, p. 1166-1172, 2005.

LOURENS, A.;VAN DEN BRAND, H.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.. Effect of Egg shell Temperature During Incubation on Embryo Development, Hatchability, and Posthatch Development. **Poultry Science Association**, Netherlands, v.84, p.914-920, 2005.

LOURENS, S., MOLENAAR, R. VAN DEN BRAND, H., HEETKAMP, M.J.W., MEIJERHOF, R., KEMP, B. Effect of Egg Size on Heat Production and the Transition of Energy from Egg to Hatchling. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.770-776, 2006.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência aplicada na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. (Ed.). **Ambiência aplicada na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: SBEA, 2001. 200 p.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUNO, L.D.G.; MALHEIROS, E.B.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Research**, London, v. 9, p. 111-117, 2000.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M., TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.12, n.1, p.41-46, 2007.

MARQUES, D. **Fundamentos básicos de incubação industrial**. 2. ed. São Paulo: CASP, 1994. 143 p.

MATHER, C. M., e LAUGHLIN, K.F. Storage of hatching eggs:The effect on total incubation period. **British Poultry Science**, Abingdon, v.17, p.471–479. 1976.

MAUDIN, J.M. Measuring incubation moisture weight loss. **International Hatchery Practice**, Driffield, v.8, n.1, p.47, 1993.

MAYES, F.J.; TAKEBALLI, M.A. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.40, p.131–140, 1984.

MCDANIEL, G.R.; ROLAND, D.A.; COLEMAN, M.A. The effect of egg Shell quality on hatchability and embryonic mortality. **Poultry Science**, Champaign, v.58, p.10-13, 1979.

MEIJERHOF, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.48, n.1, p.57–68, 1992.

MEIJERHOF, R.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M.; LEENSTRA. F. R. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. **British Poultry Science**, Abingdon, v.35, p.249–257, 1994.

MOLENAAR, R.; REIJRINK, I. A. M.; MEIJERHOF, R.; VAN DEN BRAND, H. Relationship between hatchling length and weight on later productive performance in broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.64, p.599–603, 2008.

MORAES, T.G.V.; ROMÃO, J.M.; CARDOSO, W.M. Parâmetros da incubação e componentes dos ovos de codornas japonesas para corte (*Coturnix japonica*) submetidos à estocagem em baixas temperaturas ($7,5 \pm 1$ °C). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p. 233-242, 2009.

MURAROLI, A.; MENDES, A. A. Manejo da incubação, transferência e nascimento do pinto. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Eds.) **Manejo da incubação**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2.ed., p. 180-198, 2003.

MUERER, R.F.P.; VALLE, F.L.P.; SANTOS, S.A.; ZANATTA, C.P.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, E.G. Interação entre idade da matriz e peso do ovo no desempenho de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.13, n.3, p.197-203, 2008.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial chicken production**. 4.ed. New York: Chapman e Hall, 1990.

NASCIMENTO, S.T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. 2010. 120 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; ANDERSON, K.E.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: Production—Part 1. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.1182–1186, 2008.

PATRICIO, I.S. Manejo do ovo incubável. Curso Facta – **Manejo da incubação**. Campinas, p. 75-92, 1994.

PEEBLES, E. D.; MARKS, H. L. Effects of selection for growth and selection diet on egg shell quality and embryonic development in Japanese quail. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n.7, p. 1471-1480, 1991.

PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M. et al. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler breeder performance. **Poultry Science**, Savoy, v.79, p.629-639, 2000.

PEEBLES, E.D.; BURNHAM, M.R.; GARDNER, C.W.; BRAKE, J.; BRUZUAL, J.J.; GERARD, P.D. Effects of incubational humidity and hen age on embryo composition in broiler hatching eggs from young breeders. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 1299-1304, 2001.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PLETI, A.K.; LIMA, J.J.; CANDIDO, L.M.B. Qualidade interna do ovo de avestruz após estocagem em temperatura ambiente e refrigerada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, 2009.

PRINGLE, E.M.; BAROTT, H.G. Loss of weight of hen's eggs during incubation under different conditions of humidity and temperature. **Poultry Science**, Champaign, v.16, p.49-52, 1937.

PROUDFOOT, F. G. The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. **Poultry Science**, Champaign, v.40, n.1, p.99-102, 1961.

REIJRINK, I.A.M. BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.64, p. 581–598, 2008.

REIJRINK, I.A.M.; BERGHMANS, D.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. **Poultry Science**, Savoy, v.89, p.1225–1238, 2010.

REIS, L.H.; GAMA, L.T.; CHAVEIRO SOARES, M. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. **Poultry Science**, Savoy, v.76, p.1459-1466, 1997.

RIBEIRO, B.R.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C., LOPEZ, C.A.A.; FIUZA, M.A.; CANÇADO, S.V.; SILVA, G.M.M. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.789-796, 2007.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, Cambridge, v. 216, p. 1-10, 1971.

ROBERTSON, I.S. Studies on the effect of humidity on the hatchability of hen's eggs. The determination of optimum humidity for incubation. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 57, p. 185-194, 1961.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, L.E.C.; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.979-986, 2008a.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TRIGINELLI, M.V.; LEITE, J.F.C. Efeito da classificação dos ovos sobre uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.979-986, 2008b.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, ed. 3: Springer Berlin, Heidelberg, p. 455-459, 2011.

ROQUE, L.; SOARES, M.C. Effects of eggshell and broiler breeder age on hatchability. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1838-1845, 1994.

ROSA, P.S.; SCHEUERMANN, G.N.; FIGUEIREDO, E.A.P. Influência da umidade na incubadora sobre o desempenho de incubação em ovos com diferentes densidades específicas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999. p.10.

ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, I.L.; BERSCH, F.X.R. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1011-1016, 2002. Suplemento.

SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 548–553, 2005.

SANTOS, J.R.G.D.L; FORNARI, C.M.; TEO, M.A. Influência da qualidade da casca do ovo sobre índices de produtividade de um incubatório industrial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.524-527, 2007.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620 p.

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. Fatores que afetam a qualidade do pinto de corte. Informe Embrapa. **Avicultura Industrial**, Itu, v. 9, p. 14-18, 2002.

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; SAATKAMP, M.G.; BOOM, E.R. Effect of storage period and egg weight on embryo development and incubation results. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.11, n.1, p.01-05, 2009.

SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, C.J.M.; ROSÁRIO, M.F.; SILVA, I.J.O.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1126-1130, 2007.

SOUZA, H.B.A.; LIMA, T.M.A.. Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.5, p.27-36, 1994.

SUAREZ, M.E.; WILSON, H.R.; MATHER, F.B.; WILCOX, C.J.; MCPHERSON, B.N. Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. **Poultry Science**, Savoy, v. 76, p. 1029-1036, 1997.

TANURE, C.B.G.S.; CAFÉ, M.B. ; LEANDRO, N.S.M. ; BAIÃO, N.C.; STRINGHINI, J.H.; GOME, N.A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.6, p.1391-1396, 2009.

TONA, K.; BAMELIS, F.; COUCKE, W.; BRUGGEMAN, V.; DECUYPERE, E. Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 10, p. 221-227, 2001.

TONA, K., F. BAMELIS, B. DE KETELAERE, V. BRUGGEMAN, V. M. B. MOREAS, J. BUYSE, O. ONAGBESAN, AND E. DECUYPERE. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p.736–741, 2003.

TONA, K.; ONAGBESAN, O.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, p. 10-18, 2004.

TULLETT, S. G.; BURTON, F.G. Factors affecting the weight and water status of chick at hatch. **British Poultry Science**, Abingdon, v.23, p. 361-369, 1982.

TULLETT, S.G. Science and art of incubation. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 1- 15, 1990.

TZSCHENTKE, B. Attainment of thermoregulation as affected by environmental factors. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, p. 1025-1036, 2007.

VAN BRECHT, A.; HENS, H.; LEMAIRE, J.L.; AERTS, J. M.; DEGRAEVE, P.; BERCKMANS, D. Quantification of the heat exchange of chicken eggs. **Poultry Science Association**. Bélgica. v. 84, p 353-361. 2005.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data**. New York: Springer Science + Business Media, 2000.

VIEIRA, S. L.; MORAN JR., E. T. Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, p. 372-376, 1998.

VIEIRA, A. M. C. **Modelagem simultânea de média e dispersão e aplicações na pesquisa agrônoma**. 2008. 176 p. Tese (Doutor em Estatística e Experimentação Agrônoma) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VIEIRA, F. M. C. **Transporte animal: influência das condições bioclimáticas no desempenho produtivo e fisiológico de pintos de um dia**. 2011. 86 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

VICK, S.V.; BRAKE, J.; WALSH, T.J. Relationship of incubation humidity and flock age to hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 251-258, 1993.

VISSCHEDIJK, A.H.J. Physics and physiology of incubation. **Poultry Science Association**, [s.l], v. 32. p.3-20, 1991.

WILLEMSSEN, H.; EVERAERT, N.; WITTERS, A.; DE SMIT, L.; DEBONNE, M.; VERSCHUERE, F.; GARAIN, P.; BERCKMANS, D.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. **Poultry Science**, Savoy, v.87, p.2358–2366, 2008.

WILSON, H.R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.47, p.5-20, 1991.

WILSON, J.L. Factors affecting chick quality. **The Poultry Informed Professional**, Athens, v. 58, p. 1-7, 2002.

YASSIN, H.A.G.J.; VELTHUIS, M.; BOERJAN, J.; VAN RIEL, R.B.M.; HUIRNE, R.B.M. Field study on broiler eggs hatchability. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, p.2408–2417, 2008.

6 CONCLUSÕES FINAIS

De acordo com as condições em que foi realizada, e com os dados desta pesquisa, pode-se concluir que:

- as condições bioclimáticas, os diferentes tempos de estocagem e transporte de ovos férteis oriundos de matrizes de idades diferentes, influenciaram na eclodibilidade e qualidade de pintos;

- as variáveis temperatura, umidade relativa e entalpia específica estiveram fora das faixas ideais para os ambientes da sala de ovos do matrizeiro e incubatório, caminhão baú, incubadoras, nascedouros e sala de espera, para todas as estações estudadas;

- o nível de posicionamento das caixas de ovos superiores e as regiões próximas ao climatizador e parte central da carroceria obtiveram as piores condições microclimáticas;

- os maiores níveis de vibração e choques da carga ocorreram no sentido vertical, a estrada de asfalto ofereceu as piores condições de transporte, e as perdas relacionadas às trincas e quebras dos ovos no transporte ultrapassaram 1%;

- os ovos oriundos de matrizes velhas e os maiores tempos de estocagem foram os que apresentaram as maiores perdas de água, eclodibilidade e taxa de eclosão;

- os ovos oriundos de matrizes novas apresentaram a maior mortalidade embrionária de 0-7 dias;

- os maiores pesos dos pintos foram observados nos ovos oriundos de matrizes velhas e nos menores tempos de estocagem;

- as maiores temperaturas de superfície média e cloacas foram verificadas nos pintos oriundos de matrizes intermediárias. Esses pintos foram os únicos que obtiveram as frequências respiratórias dentro da faixa ideal.