

**Giuliana Elisa de Oliveira**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE  
ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS E NOS TEORES DE AMINAS  
BIOATIVAS EM OVOS**

**Faculdade de Farmácia, UFMG  
Belo Horizonte, MG  
2006**

**Giuliana Elisa de Oliveira**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE  
ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS E NOS TEORES DE AMINAS  
BIOATIVAS EM OVOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos

Orientadora: Dra. Maria Beatriz Abreu Glória

**Faculdade de Farmácia, UFMG  
Belo Horizonte, MG  
2006**



Ao meu filho, João Marcos, motivo de  
inspiração e alegria, meu amor maior.  
Aos meus pais, Marcos e Sebastiana, pelo  
apoio, amor, confiança e sacrifício  
dedicados em função da minha  
educação e durante toda a vida.

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Professora Doutora Maria Beatriz Abreu Glória, pela grande oportunidade e confiança, orientação, ensinamentos, dedicação, competência e sabedoria. Obrigada por tudo!

Ao Professor Doutor Afonso de Liguori Oliveira pelo direcionamento, ajuda e conhecimentos fornecidos no começo, sem os quais, tornar-se-ia mais difícil a realização desse trabalho.

À Professora Doutora Silvana de Vasconcelos Cançado pela disponibilidade sempre e confiança.

Ao Professor Doutor David Lee Nelson pela disponibilidade, ajuda e confiança.

Ao Professor Doutor José Virgílio Coelho pela disponibilidade.

À Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, da Escola de Veterinária da UFMG e ao Professor Nelson Carneiro Baião pela doação das amostras utilizadas neste estudo.

Aos Laboratórios de Química de Alimentos e de Nutrição Experimental da Faculdade de Farmácia e de Análises da Qualidade de Alimentos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG, pelas contribuições imprescindíveis ao desenvolvimento desse trabalho.

Às funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação Marilene Beatriz de Souza e Úrsula Regiane Martins pela atenção e dedicação.

Aos funcionários das Bibliotecas da Faculdade de Farmácia e Escola de Veterinária da UFMG.

Aos funcionários da Faculdade de Farmácia da UFMG.

À Karine Helena Theodoro e a Beatriz Depes Tallon Netto pela confiança depositadas em mim. O início de tudo.

Aos amigos do Laboratório de Bioquímica de Alimentos, Ana Paula de Souza Moreira, Sílvia Mendonça Vieira, Flávia Vitorino Freitas, Ana Amélia Paolucci Almeida, Lúcia Peret de Almeida, Cyntia Karine Barreto Batista, Tânia Maria Leite Silveira, Paula Santiago Silva, Bruna Alves Pereira Mendes, Fernanda Caroline Góes, Tarliane Maria da Sliva e Marcos da Costa Lage pela convivência, amizade e contribuições diversas que tornaram mais suave esta caminhada

À Tássia Costa Souza e à Renata Adriana Labanca pela amizade e grande ajuda nas realizações das análises.

À Leila Rodrigues Caldeira, Tadeu Chaves de Figueiredo e ao Igor Felipe Rodrigues Ribeiro pela grande ajuda durante a realização das análises.

À Flávia Beatriz Custódio pela disponibilidade e doação sempre.

À minha grande amiga Cristina da Cunha Naghetini, presente e companheira em todas as horas.

Ao Luciano pelo carinho, amor, paciência e companheirismo durante todos os momentos.

Aos tios Daniel e Margarida pela força e ajuda prestadas durante a realização desse trabalho.

Aos meus irmãos Alessandro, Adriano e Michela pela compreensão, ajuda e paciência durante toda essa caminhada.

Aos cunhados Flávio e Neide, aos sobrinhos Alessandra e Marcos Ernani.

Ao Adilson, Cássia e Mariana pela ajuda e companhia ao João Marcos durante esse período.

À Pink pela companhia desde o início.

Às aves que contribuíram com a árdua tarefa de botar os ovos que se tornaram a preciosidade para a realização desse trabalho.

À todos aqueles que de uma maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

"Pedras no caminho...  
Guardo todas, um dia construo  
um castelo."  
(Fernando Pessoa)

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
REVISÃO DA LITERATURA.....	16
1    Ovos.....	16
1.1    Definição, classificação, estrutura e composição.....	16
1.1.1    Casca.....	18
1.1.2    Albúmen.....	18
1.1.3    Gema.....	19
1.2    Valor nutritivo.....	19
1.3    Fatores que afetam a qualidade.....	20
1.4    Alguns parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade de ovos.....	23
1.4.1    Medidas diretas e indiretas da força necessária para quebrar a casca..	24
1.4.2    Unidades Haugh e altura do albúmen.....	27
1.4.3    pH.....	28
1.4.4    Peso do ovo e de seus principais componentes.....	29
1.4.5    Teores de sólidos totais.....	30
1.4.6    Bases voláteis totais.....	30
2    Aminas bioativas.....	31
2.1    Definição e classificação.....	31
2.2    Funções.....	32
2.3    Formação.....	33
2.4    Metabolismo e efeitos tóxicos.....	35
2.5    Aminas como critério de qualidade.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
1    Material.....	38
2    Metodologia de análise.....	38
2.1    Determinação do peso do ovo e de seus principais componentes.....	39
2.2    Determinação das unidades Haugh e altura do albúmen.....	39
2.3    Determinação do volume, área superficial e densidade do ovo, porcentagem, peso e espessura da casca.....	39
2.4    Medida direta da força necessária para quebrar a casca.....	41
2.5    Determinação do pH do albúmen.....	41
2.6    Determinação dos teores de sólidos totais.....	42
2.7    Determinação das bases voláteis totais.....	42
2.8    Determinação das aminas bioativas.....	43
3    Análise estatística.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
1    Características físico-químicas e teores de aminas bioativas em ovos frescos.....	46
2    Características físico-químicas e teores de aminas bioativas em ovos armazenados a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR.....	53
2.1    Características físicas dos ovos.....	53

2.2	Características físico-químicas e teores de aminas bioativas em ovos.....	61
	CONCLUSÕES.....	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	APÊNDICE.....	78

## LISTA DE TABELAS

1	Classificação do ovo de acordo com as características de qualidade.....	16
2	Conteúdo de vitaminas em ovo, albúmen e gema <i>in natura</i> .....	20
3	Resultados de métodos destrutivos para medir a força da casca em ovos.....	26
4	Características físicas de ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade.....	46
5	Correlações entre a força de fratura por compressão e medidas indiretas destrutivas e não destrutivas de ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade.....	50
6	Características físico-químicas de ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade.....	51
7	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos pesos do ovo, da gema e do albúmen.....	53
8	Coeficientes de correlação e equações da reta da perda de peso do ovo e do albúmen e do ganho de peso da gema durante armazenamento a $6 \pm 1$ °C e a $25 \pm 1$ °C.....	56
9	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no volume, área superficial e densidade de ovos.....	57
10	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no peso, na espessura e na percentagem de cascas.....	60
11	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na força por compressão para fraturar a casca, na deformação e na firmeza da casca de ovos.....	60
12	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de bases voláteis totais em ovos.....	64
13	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de aminas bioativas em gema de ovos.....	65

## LISTA DE FIGURAS

1	Estrutura do ovo.....	17
2	Estrutura química de algumas aminos bioativas.....	32
3	Equipamento TA.XT2 utilizado para realização do teste de fratura por compressão para medir a força da casca de ovos.....	41
4	Percentual de contribuição dos componentes albúmen, gema e casca ao ovo.....	47
5	Perfil cromatográfico de aminos bioativas em amostra de albúmen de ovo fresco de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade na ausência (a) e na presença (b) do padrão das dez aminos bioativas pesquisadas (pico x - composto não identificado).....	52
6	Perda percentual de peso do ovo (a) e do albúmen (b) e ganho percentual de peso da gema (c) durante o armazenamento a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR.....	55
7	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na altura do albúmen (a) e nas unidades Haugh (b) durante o armazenamento a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR.....	58
8	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no pH do albúmen de ovos durante o armazenamento a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR.....	62
9	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de sólidos totais de albúmen (a) e gema (b) durante o armazenamento a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR.....	63
10	Contribuição de aminos ao teor total em ovos armazenados à $6 \pm 1$ °C (a) e à $25 \pm 1$ °C (b).....	66
11	Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na área do pico de um composto não identificado em albúmen de ovos armazenados a $6 \pm 1$ °C (a) e $25 \pm 1$ °C (b).....	67

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGM.....	Agmatina
CAD.....	Cadaverina
DAO.....	Diaminoxidase
EMBRAPA.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPD.....	Espermidina
EPM.....	Espermina
FEN.....	Feniletilamina
HIM.....	Histamina
IAL.....	Instituto Adolfo Lutz
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LANARA.....	Laboratório Nacional de Referência Animal
MAO.....	Monoaminoxidase
MAPA.....	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PAO.....	Poliaminoxidase
PUT.....	Putrescina
SER.....	Serotonina
TCA.....	Ácido tricloroacético
TIM.....	Tiramina
TRM.....	Triptamina
UH.....	Unidades Haugh
UR.....	Umidade Relativa
USDA.....	United States Department of Agriculture

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e teores de amins bioativas em ovos. Ovos de poedeiras Dekalb foram armazenados a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C durante 50 e 30 dias, respectivamente. Ovos recém obtidos foram caracterizados quanto ao volume; área superficial; densidade; pesos do ovo, gema e albúmen; peso, espessura e percentagem de casca; altura do albúmen; unidades Haugh; força para fraturar a casca; pH do albúmen; sólidos totais; bases voláteis totais; e amins bioativas. Em ovos recém obtidos as bases voláteis totais estavam ausentes. Apenas a espermidina foi detectada na gema. No albúmen foi detectada uma amina não identificada. Durante o armazenamento, houve redução no peso do ovo e do albúmen, na densidade do ovo e aumento no peso da gema. A altura do albúmen e as unidades Haugh diminuíram enquanto os teores de sólidos totais e o pH aumentaram no albúmen. Os teores de sólidos totais diminuíram na gema de ovos armazenados a  $6 \pm 1$  °C. A força para fraturar a casca e a deformação elevaram-se em ovos armazenados à  $6 \pm 1$  °C. Houve formação de agmatina e putrescina na gema aos 40 e 15 dias de armazenamento a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C, respectivamente. Neste período, os teores totais de amins na gema excederam 1,0 mg/kg, podendo este ser utilizado como limite, acima do qual o ovo é considerado de má qualidade.

**Palavras-chave:** ovos, armazenamento, amins bioativas, qualidade, vida de prateleira.

## ABSTRACT

**Influence of storage temperature on the physico-chemical characteristics and levels of bioactive amines in eggs.** The objective of this study was to investigate the influence of storage temperature on the physico-chemical characteristics and the levels of bioactive amines in eggs. Eggs from Dekalb hens were stored at  $6 \pm 1$  °C and  $25 \pm 1$  °C during 50 and 30 days, respectively. The fresh eggs were characterized with regard to volume; superficial area; density; egg, egg white and yolk weight; thickness and percentage of shell; height of the egg white; Haugh unities; resistance to fracture the egg shell; pH of the egg white; total solids; total volatile bases (TVB); and bioactive amines. In fresh eggs TVB were not detected. Only spermidine was detected in the yolk. In the egg White a nonidentified amine was detected. During storage, there was weight loss of the egg and of the egg white, and an increase in the weight of the yolk. The height of the egg white and the Haugh unities decreased whereas the total solids and the pH increased in the egg white. The total solids of the yolk decreased in eggs stored at  $6 \pm 1$  °C. The force to fracture the shell and the deformation increased in eggs stored at  $6 \pm 1$  °C. There was formation of agmatine and putrescine in the yolk at 40 and 15 days of storage at  $6 \pm 1$  °C and  $25 \pm 1$  °C, respectively. At this time, the total levels of amines in the yolk exceeded 1.0 mg/kg. This value can be used as a limit, above which the egg would be of poor quality.

**Key words:** eggs, storage, bioactive amines, quality, shelf life.

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de ovos apresentou um crescimento significativo (35,1%) entre os anos de 1995 e 2004, porém no Brasil o crescimento foi somente de 10,2% no mesmo período. Este fato, se deve ao baixo consumo de ovos per capita no país, que em 2005 foi de 123 ovos/ano, abaixo da média mundial (168 ovos/ano). Entretanto a produção brasileira de ovos para consumo em 2005 foi de 2,018 bilhões de dúzias, quantidade esta 4,98% superior ao registrado em 2004 (SILVA, 2005; AVISITE, 2006).

O ovo é um dos mais completos alimentos conhecidos, possuindo um excelente balanço de proteínas, gorduras, carboidratos, minerais e vitaminas, sendo, portanto, altamente nutritivo (ENSMINGER, 1992). No entanto é um meio ideal para crescimento de microrganismos patogênicos, sendo, portanto, um alimento perecível, podendo perder sua qualidade rapidamente (ROSE, 1997; THERON et al., 2003).

O ovo fresco é aquele em casca que não foi conservado por qualquer processo industrial. O ovo perderá a sua denominação de fresco, se for submetido intencionalmente a temperaturas inferiores a 8 °C (MAPA, 1990). O período para consumo de ovos frescos tem sido definido como três semanas, no entanto, o período de tempo e temperatura máximos de armazenamento para ovos em temperatura ambiente e sob refrigeração são motivos de discussão permanente (CEPERO et al., 1995).

No Brasil ainda não foi desenvolvido um padrão de qualidade interna de ovos de consumo, sendo que somente o peso e as características da casca têm sido considerados. A qualidade de ovos frescos pode ser determinada principalmente por meio do cálculo das unidades Haugh que são baseadas na altura do albúmen denso corrigido para o peso do ovo. A perda de peso do ovo durante o armazenamento e o pH do albúmen são outros métodos analíticos que poderiam ser utilizados para avaliar a qualidade (BRASIL, 1997; MORAIS, 1997; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004; KAROUI et al., 2006). Entretanto, somente estes parâmetros não podem ser utilizados para a avaliação da qualidade do ovo. Há, portanto, necessidade de se dispor de métodos analíticos capazes de avaliar a qualidade de ovos e derivados de forma mais objetiva.

Além da qualidade interna, a qualidade externa em ovos, por meio da avaliação da qualidade da casca, é de suma importância. Os ovos são expostos a danos na casca durante a postura, coleta e transporte, dando origem à uma perda elevada na produção devido à cascas quebradas. Portanto a força da casca para resistir às

quebras torna-se um importante fator para manter a integridade do ovo e de seu conteúdo (HAMILTON, 1982; ROSE, 1997).

As aminas bioativas são bases orgânicas de baixo peso molecular que possuem atividade biológica. Estas podem ser classificadas em poliaminas e aminas biogênicas. As poliaminas são fatores de crescimento sendo relevantes em tecidos em crescimento. Algumas aminas biogênicas são inerentes a tecidos, entretanto, podem também ser formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas (LIMA & GLÓRIA, 1999).

Teores elevados de aminas biogênicas em alimentos podem causar intoxicação alimentar (BRINK et al., 1990; HALÁSZ et al., 1994). Além disso, vários índices de qualidade química já foram propostos para alimentos baseados nos teores de aminas bioativas, visto que a deterioração do alimento está associada ao aumento dos teores de algumas destas substâncias. Pode-se citar o uso de aminas como índice de qualidade de pescados (MIETZ & KARMAS, 1977; VECIANA NOGUÉS et al., 1997), de carne de frango e produtos derivados (SILVA & GLÓRIA, 2002), dentre outros. Desta forma, seria interessante verificar o potencial de utilização de aminas como índice de qualidade de ovos.

Com base nestes aspectos, este trabalho teve como objetivo geral verificar a influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminas bioativas em ovos. Os objetivos específicos foram:

- i) caracterizar o ovo recém obtido com relação a parâmetros físico-químicos e aos tipos e teores de aminas bioativas;
- ii) armazenar ovos a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C e analisar amostras periodicamente quanto aos parâmetros físico-químicos de qualidade e aos teores de aminas bioativas; e
- iii) verificar a possibilidade de utilizar aminas bioativas como critério de qualidade de ovos.

# REVISÃO DA LITERATURA

## 1. Ovos

### 1.1. Definição, classificação, estrutura e composição

Pela simples designação ovos, entendem-se os ovos de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie que procedem (BRASIL, 1997).

Os ovos são classificados em grupos, classes e tipos, segundo a coloração da casca, qualidade e peso. O ovo, segundo a coloração da casca, pode ser branco (grupo I) ou de cor (grupo II). Do grupo I fazem parte os ovos que apresentam casca com coloração branca ou esbranquiçada e, do grupo II, os ovos que apresentam casca de coloração avermelhada (MAPA, 1965).

Com relação à qualidade, o ovo pode ser ordenado nas classes A, B, e C, conforme pode ser observado na tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação do ovo de acordo com as características de qualidade

	Classes		
	A	B	C
Casca	Limpa, íntegra e sem deformação	Limpa, íntegra, ligeiramente deformada e manchada	Limpa, íntegra, com defeitos de textura, contorno e presença de manchas
Câmara de ar	Fixa, com o máximo de 4 mm de altura	Fixa, com o máximo de 6 mm de altura	Solta, com o máximo de 10 mm de altura
Clara	Límpida, transparente, consistente e com calazas intactas	Límpida, transparente, relativamente consistente e com calazas intactas	Ligeira turvação, apresenta-se ligeiramente consistente e com calazas intactas
Gema	Translúcida, consistente, centralizada e sem desenvolvimento de germe	Consistente, ligeiramente descentralizada e deformada, porém com contorno bem definido e sem desenvolvimento do germe	Descentralizada e deformada, porém com contorno definido e sem desenvolvimento do germe

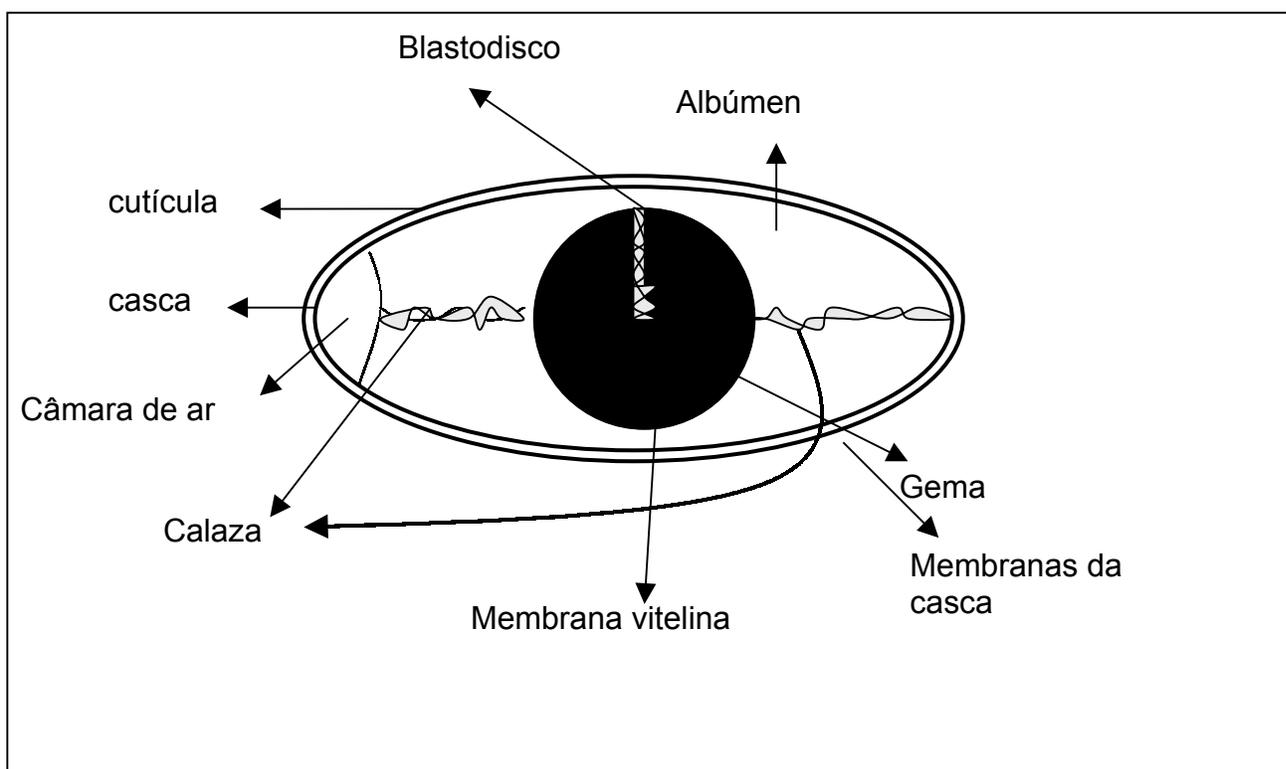
Fonte: MAPA (1965).

O ovo, observadas as características dos grupos e classes, será classificado (BRASIL, 1997) segundo seu peso em:

- a) tipo extra: com peso mínimo de 60 g por unidade ou 720 g por dúzia;
- b) tipo grande: com peso mínimo de 55 g por unidade ou 660 g por dúzia;
- c) tipo médio: com peso mínimo de 50 g por unidade ou 600 g por dúzia;
- d) tipo pequeno: com peso mínimo de 45 g por unidade ou 540 g por dúzia; e
- e) tipo industrial: com peso abaixo de 45 g por unidade.

O ovo é uma estrutura complexa (Figura 1) que possui três partes principais: a gema, o albúmen e a casca. Possui também outras partes em menor proporção, dentre elas, o blastodisco, a calaza, a câmara de ar, a cutícula e as membranas da casca (ROSE, 1997). Os ovos consistem de 8 a 11% de casca, 56 a 61% de albúmen e 27 a 32% de gema. A forma da casca e o peso de ovos de galinha dependem da hereditariedade, idade, estação do ano e dieta (ORDÓNEZ, 2005).

Os ovos contêm cerca de 76,77 g/100 g de umidade, 0,90 g/100 g de cinzas, 10,54 g/100 g de lipídios e 12,90 g/100 g de proteínas perfazendo um total de 146 kcal (TORRES et al., 2005).



**Figura 1.** Estrutura do ovo.

### 1.1.1. Casca

A casca do ovo é composta de uma matriz constituída de proteínas e cristais calcínicos intersticiais, na proporção de 1:50. A parte mineral é composta por 98,2% de carbonato de cálcio; 0,9% de carbonato de magnésio; e 0,9% de fosfato de cálcio. A matriz orgânica contém proteína (STADELMAN & COTTERILL, 1977, RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002; ORDÓNEZ, 2005).

A parte mineral consiste de unidades colunares de cristais calcínicos, cobertos por uma cutícula. A região mamilar ou parte basal da casca é formada por cristais pequenos, enquanto que cristais grandes formam a região em paliçada. Os espaços de ar que ocorrem entre algumas colunas da camada em paliçada, dão origem a canais através da casca que formam um poro oval em sua superfície (ROSE, 1997; RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002).

A casca é composta por seis camadas. Na superfície interna da casca estão localizadas duas membranas, denominadas membranas da casca. Estas estão situadas entre o albúmen e a superfície interna da casca. A membrana externa está aderida firmemente à casca por numerosos cones e fibras (STADELMAN & COTTERILL, 1977; BURLEY, 1990). As membranas da casca estão em estreito contato, exceto na extremidade mais ampla do ovo onde se separam para a formação da câmara de ar. Logo após as membranas da casca, está situada a camada mamilar; seguida da camada em paliçada, que constitui a parte mais espessa da casca. Em seguida estão a camada de cristais verticais e a cutícula que formam a superfície externa da casca. A casca, em sua totalidade, é perfurada por poros que permitem a troca de gases entre o conteúdo do ovo e o ambiente externo. A cutícula é constituída de aproximadamente 90% de proteínas e pequenas quantidades de carboidratos e lípidios (PARSONS, 1982; HUNTON, 1995; BRAKE et al., 1997; MILES, 2000).

### **1.1.2. Albúmen**

O albúmen circunda a gema e possui a função de absorver impacto, assim como é uma fonte de nutrientes. O albúmen é composto por uma camada líquida circundando a gema, uma camada intermediária densa, e uma camada externa próxima à casca, que possui composição similar à camada mais interna (STADELMAN & COTTERILL, 1977; ROSE, 1997; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

A maior parte da água presente no ovo está armazenada no albúmen, correspondendo a 88% de seu conteúdo. O albúmen é uma solução de proteínas, estando a ovomucina presente em 54% do conteúdo total. Estão ainda presentes a ovalbumina, conalbumina, ovomucoide, lisozima, globulina e avidina. Há somente

cerca de 1% de carboidratos no albúmen e o conteúdo de lipídios é de 0,1 a 0,2% (ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

### 1.1.3. Gema

A gema que é envolta pela membrana vitelina, possui de cada lado duas calazas, firmemente aderidas à sua superfície de um lado e entrelaçadas com fibras no albúmen, do outro lado, cuja função é estabilizar a posição daquela próxima ao centro geométrico do ovo. O blastodisco é um pequeno disco que contém o código genético do ovo, situado na superfície da gema (ROSE, 1997; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

A gema consiste de uma solução de partículas em uma suspensão de proteínas. São várias as proteínas presentes na gema. A vitelina complexa-se a lipídios para formar lipovitelina, e a fosvitina é uma fosfoproteína não lipídica. A gema é constituída de aproximadamente 65,5% de triglicerídeos, 28,3% de fosfolipídios e 5,2% de colesterol. A quantidade de carboidratos da gema é de cerca de 1,0%. A gema adquire água do albúmen durante o período de armazenamento de ovos, portanto o seu conteúdo em umidade pode variar de 46 a 59%, dependendo do tempo e condições de armazenamento (ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

## 1.2. Valor nutritivo

Dentre os vários alimentos disponíveis, o ovo é o que mais se aproxima de um perfeito balanço de todos os nutrientes, é fonte absoluta de nutrição para o embrião, sendo valioso pela sua qualidade nutricional, *flavor* e outras propriedades funcionais, comparados a outros alimentos (ENSMINGER, 1992; YASHODA et al., 2004).

A gema contém aproximadamente a metade das proteínas presentes no ovo e a gordura total. As proteínas possuem alto valor biológico e são altamente digeríveis. Os ovos possuem aproximadamente 11% de lipídios, sendo que o conteúdo de ácidos graxos saturados é de 31% dos lipídios totais. Contém também altos teores de ácidos graxos insaturados e o conteúdo destes é afetado pela dieta das aves. Possuem um alto teor de colesterol, sendo este encontrado na gema em concentrações de 480 mg/100 g (SOLOMON, 1991; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

Os ovos contêm diversas vitaminas (Tabela 2), sendo particularmente ricos nas A e D. Possuem elevados teores de minerais, principalmente ferro e fósforo, que

podem ter sua composição afetada pela dieta fornecida (ENSMINGER, 1992; ROSE, 1997).

**Tabela 2.** Conteúdo de vitaminas em ovo, albúmen e gema *in natura*

Vitaminas	Teores (mg/100 g)		
	Ovo	Albúmen	Gema
A	0,22	0	1,12
Tiamina	0,11	-	0,29
Riboflavina	0,3	0,27	0,44
Niacina	0,1	0,1	0,1
Piridoxima	0,12	-	0,3
Ácido pantotênico	1,59	0,14	3,72
Biotina	0,025	0,007	0,04
Ácido fólico	0,051	0,016	0,15
Tocoferóis	1,0	0	3,0

- traços. **Fonte:** ORDÓNEZ (2005).

Os ovos contribuem de maneira significativa para as necessidades nutricionais durante o período de rápido crescimento, sendo considerado um excelente alimento durante a fase de desenvolvimento corporal. O alto conteúdo em nutrientes, baixo valor calórico e fácil digestibilidade, fazem dos ovos um importante alimento em muitas dietas terapêuticas (STADELMAN & COTTERILL, 1977).

### 1.3. Fatores que afetam a qualidade

A qualidade do ovo na granja é determinada pela qualidade da casca, resistência à manipulação, idade, origem genética e condição sanitária das galinhas, além da duração e das condições de armazenamento (BENABDELJELIL & RYADI, 1991).

A qualidade interna de ovos é avaliada por meio de parâmetros físicos, químicos, biológicos e funcionais. A linhagem, idade, alimentação, temperatura, umidade relativa e duração do armazenamento, doenças e até mesmo a manipulação e a coleta automática de ovos, são fatores que exercem influência na qualidade interna dos ovos (CEPERO et al., 1995; BERARDINELLI et al., 2003).

O albúmen exerce influência na qualidade do ovo, controlando a posição da gema no ovo intacto. A posição e o movimento da gema são indicações importantes da qualidade interna do ovo. Dentro do ovo intacto, o albúmen consiste de camadas

concêntricas de gel incolor e líquido. Quando um ovo fresco é cuidadosamente quebrado em uma superfície homogênea e plana, a gema está túrgida e localizada centralmente, circundada pelo albúmen denso e delgado. Quando um ovo velho é quebrado, a gema está flácida, freqüentemente localizada em um lado, e circundada por uma área ampla de líquido (SOLOMON, 1991; OVERFIELD, 1995).

O exame denominado ovoscopia determina as características de qualidade interna e da casca, em ovos inteiros, pela incidência de um foco de luz. A textura da casca, o tamanho da câmara de ar, a firmeza do albúmen, ovos trincados, falhas na calcificação e partículas de sangue podem ser detectados através deste exame. As partículas de sangue são resultado da ruptura de pequenos vasos enquanto o ovo está se formando. Estas manchas aparecem na superfície da gema tornando o ovo inapropriado para a venda (MAPA, 1990; ENSMINGER, 1992; ORDÓNEZ, 2005).

A proteção à atividade microbiana nos ovos provém da casca, membranas da casca e do albúmen. A casca é uma barreira física à contaminação, no entanto, contém numerosos poros que são grandes o suficiente para permitir a entrada de bactérias (STADELMAN & COTTERILL, 1977; BURLEY, 1990; HUTCHISON et al., 2003).

A casca do ovo e o seu conteúdo exibem mudanças físicas após a oviposição, devido à presença de porosidade da casca e a necessidade de troca de gases respiratórios durante o desenvolvimento do embrião. A cutícula, logo após a oviposição, é mole e úmida, sendo que posteriormente endurece e a diferença de temperatura entre o oviduto e o ambiente causa contração do conteúdo do ovo que está à 42 °C quando posto. Este processo pode facilitar a translocação de microrganismos pelos poros da casca. No entanto, com o endurecimento a cutícula torna-se uma barreira à penetração de bactérias e à perda de água (ROMANOFF & ROMANOFF, 1963; SOLOMON, 1991; BRAKE et al., 1997; HUTCHISON et al., 2003).

O albúmen possui várias defesas antimicrobianas contra microrganismos que possam invadir o conteúdo do ovo imediatamente após a oviposição (BRAKE et al., 1997). A defesa antimicrobiana do albúmen se deve provavelmente a imobilização de bactérias, ao efeito bactericida, à indisponibilidade de nutrientes para bactérias e inibição de enzimas. As bactérias podem ser eliminadas por enzimas que estão presentes no albúmen, principalmente se houver imobilização no gel composto por ovomucina. A lisozima provoca lise na parede de bactérias Gram-positivo enquanto que a N-acetilglucosaminidase inibe o crescimento de bactérias Gram-negativo (STADELMAN & COTTERILL, 1977; BURLEY, 1990).

O albúmen contém ainda várias proteínas que se ligam a nutrientes essenciais para os microrganismos, principalmente a metais e vitaminas. A mais conhecida, a avidina, se liga a biotina. A conalbumina, conhecida como ovotransferrina, possui alta afinidade por ferro di- e trivalente, assim como pelo cobre. É a proteína mais abundante, consistindo de cerca de 12% das proteínas ligantes presentes no albúmen. Há várias outras proteínas ligantes no albúmen, como a proteína ligante de riboflavina e a de tiamina (BURLEY, 1990).

Entretanto, o aumento no pH do albúmen durante o armazenamento provavelmente limita a propriedade antimicrobiana das proteínas que o constituem, porém a alta alcalinidade do mesmo observada durante o armazenamento contribui para a inibição do crescimento de microrganismos, sendo que o pH propício para o desenvolvimento de bactérias situa-se entre 4,0 e 9,0 (ROMANOFF & ROMANOFF, 1963; BRAKE et al., 1997; ALLEONI & ANTUNES, 2001).

Vários atributos de qualidade do albúmen e gema são perdidos com o armazenamento prolongado do ovo. A velocidade das alterações no albúmen e na gema está associada com a temperatura e movimento de dióxido de carbono através da casca. O aumento nos valores do pH do albúmen durante o armazenamento está relacionado à perda de dióxido de carbono para o ambiente externo que é acelerada em altas temperaturas. As reações químicas que ocorrem no interior do ovo à medida que este envelhece, transformam o albúmen denso em líquido. Essas reações possivelmente envolvem o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) e causam aumento no pH do albúmen. O  $H_2CO_3$ , um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se formando água ( $H_2O$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ), o qual é liberado para o ambiente elevando o pH. Quanto menor a temperatura, menor será a velocidade de declínio da qualidade (ROMANOFF & ROMANOFF, 1963; KOEHLER, 1974; STADELMAN & COTTERILL, 1977; DOGAN et al., 1996; ORDÓNEZ, 2005).

A temperatura recomendada para o armazenamento de ovo fresco está entre 8 e 15 °C, com uma umidade relativa do ar entre 70 e 90%. Quando o armazenamento ultrapassa 30 dias, recomenda-se temperaturas entre 4 e 12 °C ou em torno de 0 °C. Para longos períodos, a umidade relativa deve estar entre 70 e 80% (MAPA, 1990). De acordo com ORDÓNEZ (2005), o armazenamento entre 0 e 1,5 °C com umidade relativa de 85 e 90%, mantém a qualidade de ovos por 6 a 9 meses.

## **1.4. Alguns parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade de ovos**

As características de ovos frescos mudam durante o armazenamento, sendo influenciadas pela temperatura e condições ambientais. O albúmen possui uma grande influência na qualidade interna do ovo, sendo que a diminuição da viscosidade significa perda de qualidade em ovos. Esta pode ser avaliada pela medida da altura da porção densa do albúmen, utilizando-se as unidades Haugh, que é um método amplamente utilizado. O aumento no pH do albúmen durante o armazenamento devido à perda de CO<sub>2</sub>, também tem sido utilizado para determinar o frescor de ovos (KAROUI et al., 2006).

As características do albúmen não são a única medida da qualidade do ovo. O advento do processamento de ovos aumentou a importância da proporção relativa dos componentes do ovo. A gema e o albúmen possuem características e valores comerciais diferentes, sendo utilizados para diferentes fins. O conhecimento do conteúdo de sólidos totais dos ovos é importante, uma vez que essa variável determina o rendimento de ovos desidratados. Durante o armazenamento, ocorre a perda de peso em ovos, devido à transferência de umidade do albúmen para o ambiente externo, por meio da casca (AHN et al., 1997; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004; FARIA et al., 2005).

O aumento dos teores de aminos bioativas e das bases voláteis totais durante o armazenamento podem indicar a perda da qualidade do alimento, principalmente daqueles que apresentam um elevado conteúdo protéico (MIETZ & KARMAS, 1977; VECIANA NOGUÉS et al., 1997; BAIXAS-NOGUERAS et al., 2002; SILVA & GLÓRIA, 2002).

A qualidade da casca, assim como a avaliação da qualidade interna de ovos, é um aspecto importante da qualidade. A força da casca é um importante parâmetro para a avaliação da qualidade de ovos, visto que, ocorrem grandes perdas na produção devido a ovos quebrados (HAMILTON, 1982; SOLOMON, 1991).

### **1.4.1. Medidas diretas e indiretas da força necessária para quebrar a casca**

A avicultura de postura comercial registra perdas econômicas significativas devido aos problemas de cascas danificadas ou de quebras dos ovos, sendo que cascas quebradas acometem cerca de 6-8% do total de ovos produzidos (HAMILTON, 1982; SOLOMON, 1991; BAIÃO & CANÇADO, 1997).

A maioria das avaliações de qualidade da casca está relacionada com a sua força, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do ovo pode ser quebrada devido a fratura de impacto, que ocorre devido a colisão entre ovos ou com a máquina coletora, e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem. A ausência de força na casca e o impacto possuem importância similar na quebra de cascas (STADELMAN & COTTERILL, 1977; HAMILTON et al., 1979a; HAMILTON, 1982; LIN et al., 2004).

O genótipo, a idade das aves, a alimentação, o manejo, os fatores sanitários e ambientais influenciam na qualidade da casca. Esta é inversamente proporcional ao aumento da idade da ave e isto ocorre devido ao aumento do tamanho do ovo. A quantidade de cálcio depositado na casca permanece constante durante todo o ciclo de postura, porém com o aumento no tamanho do ovo, menor quantidade de cálcio é depositada por unidade de superfície, durante a formação da casca com conseqüente redução na qualidade (OLIVEIRA, 1991; MAZZUCO, 1998).

A alimentação exerce grande influência na qualidade da casca, sendo que, os nutrientes que contribuem de maneira mais significativa para a sua formação são o cálcio, o fósforo e a vitamina D. Uma grande parte dos problemas relacionados com a qualidade da casca são causados basicamente pelo consumo inadequado de cálcio. As dietas com deficiência em cálcio, dão origem a ovos com cascas finas (ROSE, 1997; MAZZUCO, 1998; MILES, 2000).

A habilidade da casca dos ovos para resistir a forças aplicadas externamente é uma função de sua força material e estrutural. A força material depende do tipo e da associação de componentes minerais e orgânicos da casca. A força estrutural depende da forma, tamanho, espessura e distribuição da casca no ovo. Uma casca de menor espessura possuindo altas propriedades de força material pode ser mais forte que uma de maior espessura possuindo baixa força material (HAMILTON et al., 1979a; HAMILTON, 1982).

Numerosas técnicas e instrumentos têm sido desenvolvidos para mensurar a força da casca em ovos, sendo a gravidade específica, espessura, força utilizada para quebrar e deformação não destrutiva os mais utilizados. Em geral, são utilizados testes que medem a força da casca de forma direta e indireta. Nos testes de compressão, os ovos colocados longitudinalmente entre duas placas paralelas são comprimidos, sendo a carga aumentada regularmente. A força e a deformação são registradas, e o resultado é fornecido em termos de força da casca. Outros tipos de testes utilizados são os que medem a força através do impacto e os testes de perfuração (STADELMAN

& COTTERILL, 1977; HAMILTON, 1982; SOLOMON, 1991; OVERFIELD, 1995; RODRIGUEZ-NAVARRO, 2002).

Os testes de compressão e impacto possuem a desvantagem de permitirem somente uma medida por ovo, enquanto que, nos testes de perfuração, mais de uma medida pode ser realizada. Nos testes de perfuração são utilizadas sondas com diâmetro de até 0,4 mm; acima dessa medida, o teste é considerado de compressão (HAMILTON, 1982).

A força necessária para quebrar a casca, como uma medida direta, é uma variável difícil de mensurar porque somente uma medida pode ser feita em cada ovo e o valor é altamente dependente da velocidade de compressão. Além disso, a força é uma medida local e uma variação considerável pode ocorrer quando avaliada em diferentes locais no mesmo ovo. Isto se deve principalmente, às variações que ocorrem na espessura da casca e na forma do ovo, sendo que o tamanho também influencia a força necessária para fraturar a casca. O contato entre o instrumento de medida e o ovo também pode exercer influência na força (HAMILTON, 1982; DE KETELAERE et al., 2002).

Alguns fatores que devem ser levados em consideração para a determinação da força da casca são: a velocidade da resposta do equipamento de medida; a velocidade da deformação utilizada e sua precisão; a exatidão pela qual a força e a deformação são registradas durante a medida; a característica do material em contato com o ovo durante a medida; a extensão do desvio dentro do equipamento de medida; a seqüência com que duas ou mais medidas são realizadas; a temperatura e idade do ovo; o conteúdo de umidade da casca; as condições sob as quais os ovos foram armazenados; a duração do armazenamento; a forma da casca assim como rachaduras minuciosas e anomalias em sua estrutura (HAMILTON, 1982; RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002).

Há uma relação inversa entre a temperatura e a força da casca. Foi observado que quando a temperatura diminuiu de 45 °C para - 5 °C ocorreu um aumento na força da deformação não destrutiva, fratura de compressão e fratura de impacto em ovos (VOISEY et al., 1979).

As diferentes técnicas utilizadas para mensurar a força da casca em ovos fornecem diferentes resultados, dependendo do método utilizado (DE KETELAERE et al., 2002). As propriedades da casca medida, a faixa de variabilidade e as medidas da força da casca do ovo por métodos destrutivos podem ser observadas na tabela 3.

**Tabela 3.** Resultados de métodos destrutivos para medir a força da casca em ovos

<b>Método</b>	<b>Propriedade da casca medida</b>	<b>Força (Kg)</b>	<b>Coefficiente de variação %</b>
Compressão	Material	2,7 – 4,9	14 – 25
Perfuração	Material	1,49 – 1,58	14,6 – 15,2
Impacto	Estrutural	5,2	18

Fonte: HAMILTON et al. (1979a).

As medidas indiretas da força da casca incluem densidade, espessura, porcentagem de casca, gravidade específica ou peso específico e deformação não destrutiva. A deformação não destrutiva, conhecida também como firmeza estática, é definida como a quantidade da casca que desvia sob a força aplicada. A força e a deformação são utilizadas para calcular a firmeza estática. A deformação e a firmeza estática medem a propriedade estrutural do ovo e a primeira pode ser usada para estimar a força requerida para quebrar a casca. A força da casca mede a propriedade material. O peso, comprimento e diâmetro do ovo e o peso da casca são outras variáveis associadas com a força as quais são medidas indiretamente (HAMILTON, 1982; OVERFIELD, 1995; LIN et al., 2004).

RODRIGUEZ-NAVARRO et al. (2002) determinaram a força de compressão necessária para fraturar a casca de ovos de galinhas com 30 e 58 semanas de idade. A força requerida pra fraturar ovos de galinhas mais velhas foi, em média, menor que para galinhas mais jovens. A força variou entre 0,35 e 2,30 Kg para galinhas com 58 semanas e entre 1,25 e 3,25 para galinhas com 30 semanas.

NARUSHIN et al. (2004) determinaram a força por compressão para fraturar a casca de ovos. Para ovos com peso médio de 67,17 g, de galinhas com 66 semanas de idade, a força média foi de 4,61 Kg, ao passo que para ovos pesando em média 54,48 g, provenientes de galinhas com 31 semanas de idade, a força média foi de 5,19 Kg.

#### **1.4.2. Unidades Haugh e altura do albúmen**

As unidades Haugh são calculadas como o log da altura do albúmen denso imediatamente circundante à gema, corrigido pelo peso do ovo (OVERFIELD, 1995; BERARDINELLI, 2003; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004). Para ovos mantidos sob refrigeração, a medição da altura do albúmen é recomendada quando a temperatura interna dos ovos está acima de 12 °C (CEPERO et al., 1995).

A fórmula desenvolvida por Haugh em 1937 (SILVERSIDES et al., 1993) para o cálculo das unidades Haugh é:

$$\text{Unidades Haugh (UH)} = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{37}),$$

sendo,

H = altura do albúmen (mm); e W = peso do ovo (g).

O albúmen denso, razoavelmente denso e de baixa viscosidade apresentam valores de unidades Haugh acima de 72 UH, entre 60 e 72 UH e abaixo de 60 UH, respectivamente (USDA, 2006).

SILVERSIDES et al. (1993) e SILVERSIDES & VILLENEUVE (1994) criticaram as unidades Haugh pelo fato destas serem corrigidas pela associação da altura do albúmen denso para o peso do ovo. Este aumenta com a idade da poedeira ocorrendo, portanto, uma variação nos valores de unidades Haugh. De acordo com estes autores, a medida somente da altura do albúmen denso seria adequada para avaliar a qualidade de ovos, pois aquela está associada com a aparência de ovos frescos quebrados e fornece uma indicação das condições ou extensão do armazenamento. O alto coeficiente de determinação entre altura do albúmen e UH, ao contrário do baixo coeficiente de determinação entre UH e peso do ovo, sugere que a medida da qualidade interna seja feita simplesmente pela altura do albúmen.

Os resultados obtidos em unidades Haugh de ovos armazenados a 4 °C foram sempre maiores do que as de ovos armazenados a 18 e a 32 °C independente da temperatura de armazenamento na granja e transporte (CEPERO et al., 1995).

MORAIS et al. (1997) analisaram durante sete dias a qualidade de ovos armazenados em temperatura ambiente distribuídos em hipermercado, supermercado atacadista e supermercado popular. Ocorreu uma redução durante o armazenamento nos valores médios de unidades Haugh encontrados para ovos frescos (77,22 UH) independente do tipo de estabelecimento. No entanto no supermercado popular estes valores foram menores (47,79 UH) que aqueles do supermercado atacadista (55,85 UH) e do hipermercado (55,88 UH), sendo esta diferença associada às condições de armazenamento (temperatura e umidade) de cada estabelecimento.

ALLEONI & ANTUNES (2001) observaram na segunda semana de armazenamento, valores de unidades Haugh de 67,76 UH para ovos armazenados a 8 °C ao passo que para aqueles armazenados a 25 °C estes valores foram igual a zero.

JONES & MUSGROVE (2005) armazenaram ovos à temperatura de 4 °C durante 10 semanas e observaram um valor de unidades Haugh de 67,43 UH ao final do armazenamento, indicando que os ovos apresentaram ainda qualidade ao final do armazenamento refrigerado.

Desta forma, um valor alto para unidades Haugh está associado com um ovo de boa qualidade e a taxa de diminuição nas unidades Haugh aumenta em temperaturas elevadas de armazenamento (STADELMAN & COTTERIL, 1977; BERARDINELLI, 2003).

Ainda, o tempo e as condições de armazenamento assim como a idade e a raça da galinha afetam a altura do albúmen. Com o aumento da idade da galinha, ocorre uma diminuição na altura do albúmen (THARRINGTON, 1999; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

### **1.4.3. pH**

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja através de hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio (IAL, 1985).

O efeito do armazenamento na qualidade do ovo pode ser determinado pelo aumento no pH do albúmen (ENSMINGER, 1992; SCOTT & SILVERSIDES, 2000). Com o armazenamento, o albúmen começa a clarear, perder viscosidade, e a ocorrer um aumento no pH. O albúmen fresco possui um pH de aproximadamente 7,8. Quando o ovo torna-se velho, ocorre liberação de dióxido de carbono, atingindo-se valores de pH de até 9,5. O pH da gema fresca é geralmente cerca de 6,0, podendo atingir 6,9 durante o armazenamento (STADELMAN & COTTERILL, 1977; SOLOMON, 1991; ENSMINGER, 1992; BRAKE et al., 1997; ALLEONI & ANTUNES, 2001; ORDÓNEZ, 2005).

SINGH & PANDA (1990) avaliaram o pH da gema e do albúmen de ovos armazenados a 5 e a 32 °C e observaram que o armazenamento à 5 °C propiciou um aumento lento no pH no decorrer do período de armazenamento, atingindo menores valores quando comparado à temperatura de 32 °C.

### **1.4.4. Peso do ovo e de seus principais componentes**

Na casca há presença de poros, que são parcialmente selados por proteína, mas que permitem troca gasosa liberando dióxido de carbono e umidade, causando

uma perda de peso em ovos com o armazenamento (STADELMAN & COTTERILL, 1977). A redução do peso pode também ser determinada pela provável perda de amônia, nitrogênio e sulfeto de hidrogênio que são produtos da degradação química de seus constituintes orgânicos (SOLOMON, 1991; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004). A redução no peso do albúmen determina a redução e o aumento nos pesos do ovo e da gema, respectivamente (SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

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 peso é acelerada em altas temperaturas e retardada por alta umidade relativa. Para minimizar a perda de peso de ovos, o armazenamento em umidade relativa de 75 a 80% é recomendado (STADELMAN & COTTERILL, 1977).

SINGH & PANDA (1990) avaliaram a perda de peso em ovos armazenados a  $5 \pm 1$  °C e a  $32 \pm 2$  °C e confirmaram que a perda de peso foi mais acentuada em ovos armazenados em temperatura ambiente. A perda de peso em ovos armazenados a  $32 \pm 2$  °C foi de 3,57 g após 7 dias, alcançando 9,25 g em 21 dias de armazenamento. Para ovos armazenados à  $5 \pm 1$  °C, após 14 dias, a perda de peso foi de 2,16 g, e após 8 semanas foi de 10,03 g.

CEPERO et al. (1995) encontraram uma perda de peso de 1,5 g, ou seja, 2,2% para ovos armazenados durante 28 dias à temperatura de 4 °C. Para os ovos armazenados a 18 °C, ocorreu perda de 3,5 g (5,1%), principalmente após 14 dias de armazenamento. Os ovos armazenados à 32 °C perderam cerca de 8,5 g (12,5%) e cerca de 40% desta perda de peso ocorreu na primeira semana de armazenamento.

#### **1.4.5. Teores de sólidos totais**

O conteúdo de sólidos totais no ovo inteiro é influenciado pela proporção de gema e albúmen e pelos seus conteúdos de sólidos. A proporção de gema e albúmen varia amplamente com o tamanho do ovo. Em ovos pequenos, há menor quantidade de gema que em ovos grandes (AHN et al., 1997; THARRINGTON et al., 1999; SCOTT & SILVERSIDES, 2000). O albúmen é constituído principalmente de 88% de água, sendo a quantidade de sólidos totais de 12%. O conteúdo de sólidos totais da gema é de aproximadamente 50%. Os ovos que contém gemas maiores terão maior conteúdo de sólidos totais (STADELMAN & COTTERILL, 1977; AHN et al., 1997).

AHN et al. (1997) analisaram a influência do tamanho do ovo, da idade e da linhagem da poedeira no conteúdo de sólidos totais de gema e albúmen. O conteúdo de sólidos totais do albúmen foi maior em ovos de galinhas com 28 semanas de idade

enquanto que a gema de ovos de galinhas com 97 semanas de idade apresentou teores mais elevados. Ovos extra grandes apresentaram teores mais elevados de sólidos que ovos grandes e médios, porém menores que ovos jumbo. Em contrapartida, observou-se um aumento no conteúdo de sólidos da gema diretamente proporcional ao tamanho do ovo. Foram verificadas diferenças no conteúdo de sólidos de albúmen e gema entre as linhagens.

Além dos fatores citados acima, o albúmen pode ter o seu conteúdo de sólidos totais aumentado durante o armazenamento, devido à perda de umidade. Com isso pode ocorrer uma redução no conteúdo de sólidos da gema em consequência da mobilização de água do albúmen para a mesma (AHN et al., 1997).

#### **1.4.6. Bases voláteis totais**

São exemplos de bases voláteis a amônia, a trimetilamina e a dimetilamina. Estes compostos podem ser quantificados todos juntos pela análise das bases voláteis totais (BVT), a qual é muito utilizada para determinar o frescor das carnes e produtos cárneos. A amônia e a trimetilamina são utilizadas como indicadores de deterioração alimentar e a primeira tem sido proposta como um índice químico de deterioração de ovos (MATHEWS et al., 1990; YAO et al., 1998; BAIXAS-NOGUERAS et al., 2002).

## **2. AMINAS BIOATIVAS**

### **2.1. Definição e classificação**

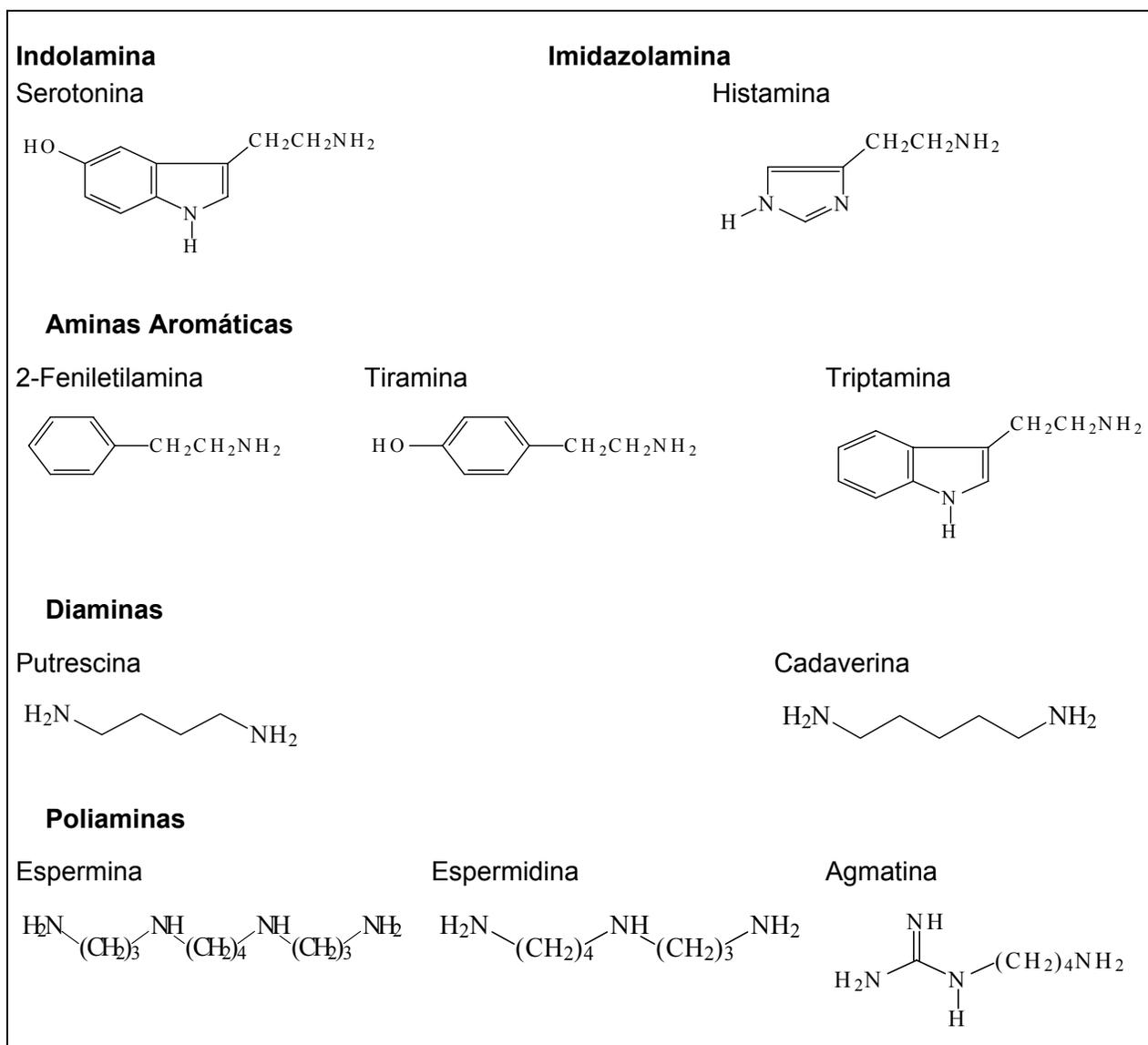
As aminas bioativas podem ser formadas e degradadas como resultado da atividade metabólica normal em animais, vegetais e microrganismos. Desta forma são encontradas naturalmente em baixas concentrações em tecidos animais e vegetais (BRINK et al., 1990; HALÁSZ et al., 1994; SALAZAR et al., 2000).

As aminas bioativas podem ser classificadas em função do número de grupamentos amina, da estrutura química e da via biossintética. Quanto ao número de grupamento amina na molécula, são classificadas em monoaminas (tiramina, feniletilamina), diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina) e poliaminas (espermina, espermidina e agmatina) (SMITH, 1980-1981; BARDÓCZ, 1995; SILLA-SANTOS, 1996).

De acordo com a estrutura química, as aminas podem ser classificadas em alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina e agmatina), aromáticas

(tiramina, feniletilamina) e heterocíclicas (histamina, triptamina) (SILLA-SANTOS, 1996; SALAZAR et al., 2000). A estrutura química das aminas bioativas pode ser visualizada na Figura 2.

Quanto a via biossintética, as aminas se classificam em biogênicas e naturais. As biogênicas são formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas (histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina). As aminas naturais espermina e espermidina são formadas *in situ* nas células à medida que são requeridas, sendo a agmatina e a putrescina intermediárias. A histamina está armazenada nos mastócitos e basófilos e poderia ser classificada como biogênica e natural (BARDÓCZ, 1995; SHALABY, 1996; LIMA & GLÓRIA, 1999).



**Figura 2.** Estrutura química de algumas aminas bioativas.

Fonte: LIMA & GLÓRIA (1999).

## 2.2. Funções

As aminas exercem importantes funções fisiológicas nos tecidos animais e vegetais. As poliaminas como espermidina e espermina são componentes indispensáveis das células vivas. Elas ocorrem universalmente em animais e plantas e pelo menos putrescina e espermidina são encontradas na maioria das bactérias. Estas aminas são importantes na regulação da função de ácidos nucléicos e síntese protéica e também na estabilização de membranas (SMITH, 1980-1981). Todas as células requerem poliaminas para crescimento, regeneração e metabolismo (BARDÓCZ, 1995).

As aminas biogênicas são neuroativas ou vasoativas. Aminas neuroativas agem no sistema nervoso central, enquanto as vasoativas agem direta ou indiretamente no sistema vascular (SHALABY, 1996). A feniletilamina e a tiramina causam um aumento na pressão sanguínea por vasoconstrição e aumento dos batimentos e da força de contração cardíaca (SMITH, 1980-1981). Putrescina e cadaverina causam hipotensão, bradicardia e potencializam a toxicidade de outras aminas (SHALABY, 1996). A serotonina é um vasoconstritor endógeno e está envolvida na regulação de diversas funções fisiológicas como sono, sede, fome, humor e atividade sexual (COUTTS et al., 1986).

A histamina exerce importantes funções metabólicas no homem, especialmente no sistema nervoso e no controle da pressão sanguínea (SMITH, 1980-1981). A histamina pode estimular diretamente o coração como resultado do seu efeito na liberação de adrenalina e noradrenalina pela glândula supra-renal, excitar a musculatura lisa uterina, o intestino e o trato respiratório, estimular tanto neurônios sensoriais quanto motores e controlar a secreção gástrica (SHALABY, 1996).

## 2.3. Formação

As aminas são formadas por transaminação de aldeídos ou cetonas, hidrólise de substâncias nitrogenadas, decomposição de fosfolipídeos, decomposição térmica ou descarboxilação de aminoácidos, sendo esta última a principal via de formação. A descarboxilação de aminoácidos ocorre pela remoção do grupo  $\alpha$ -carboxila formando a amina correspondente (SHALABY, 1996).

A histamina é formada pela descarboxilação da histidina catalisada pela histidina descarboxilase (COUTTS et al., 1986; ABABOUCHE et al., 1991). A triptamina é formada pela descarboxilação do triptofano, a putrescina e a cadaverina a partir da ornitina e lisina, respectivamente (BRINK et al., 1990), a agmatina a partir da arginina (COUTTS et al., 1986), a tiramina a partir da tirosina e a feniletilamina a partir da fenilalanina. A putrescina, formada a partir da agmatina, é intermediária da via metabólica que leva a formação da espermidina e da espermina (SMITH, 1980-1981; KALAC & KRAUSOVÁ, 2005).

Os pré-requisitos para a formação de aminas em alimentos são a disponibilidade de aminoácidos livres, a presença de microrganismos descarboxilase positivos e condições que permitam o crescimento bacteriano e a atividade descarboxilase (BRINK et al., 1990).

Aminoácidos livres ocorrem normalmente em alimentos, mas também podem ser liberados das proteínas como resultado de atividade proteolítica. Microrganismos com atividade descarboxilante de aminoácidos podem fazer parte da população associada ao alimento ou podem ser introduzidos por contaminação antes, durante ou após o processamento. A adição de cultura pode também favorecer a formação de aminas biogênicas (HALÁSZ et al., 1994).

A quantidade e tipo de amina formada dependem da natureza do alimento e dos microrganismos presentes (HALÁSZ et al., 1994). Muitas enterobactérias e alguns lactobacilos, pediococos e enterococos são particularmente ativos na formação de aminas biogênicas. A atividade histidina descarboxilase é amplamente distribuída nos gêneros *Escherichia*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Bacillus* e *Lactobacillus* (VOIGT & EITENMILER, 1977).

A formação de aminas por bactérias é influenciada pela temperatura de armazenamento do alimento. *Enterobacter cloacae* produziu 2 mg de putrescina/mL após 24 horas de incubação a 20 °C, sendo que a 10 °C não houve produção desta amina. *Klebsiella* também mostrou menor produção de cadaverina a 10 °C do que a 20 °C. Foi verificado que a produção de histamina é mais lenta a 10 °C e praticamente cessa a 5 °C (HALÁSZ et al., 1994). ABABOUCHE et al. (1991) verificaram que a produção de histamina por *Morganella morganii* e *Proteus* sp. em sardinhas (*Sardina pilchardus*) foi mais evidente a 25 °C do que a 35 °C e que os dois primeiros produziram níveis tóxicos a 4 °C após incubação por 24 horas.

A quantidade de oxigênio presente no meio também afeta a produção de aminas biogênicas. Em condições anaeróbicas, *Enterobacter cloacae* produziu metade da

concentração de putrescina que havia sintetizado em condições aeróbicas, enquanto *Klebsiella pneumoniae* sintetizou menos cadaverina e passou a produzir putrescina em condições anaeróbicas (HALÁSZ et al., 1994).

A atividade descarboxilase é máxima em alimentos com elevada acidez, sugerindo que a descarboxilação é um mecanismo de proteção da bactéria contra o ambiente ácido (VOIGT & EITENMILER, 1977; COUTTS et al., 1986). A atividade histidina descarboxilase e formação de histamina por bactérias foi mais evidente em pH 5,0 do que em pH 6,0 ou 7,0 (ABABOUCHE et al., 1991).

## 2.4. Metabolismo e efeitos tóxicos

As aminas bioativas normalmente não representam perigo para a saúde a não ser que grandes quantidades sejam ingeridas ou o mecanismo natural para o catabolismo de uma ou mais aminas seja inibido ou geneticamente deficiente (HALÁSZ et al., 1994).

Aminas biogênicas são oxidadas por monoaminoxidases (MAO) e diaminoxidases (DAO), enquanto poliaminas são oxidadas por DAO e poliaminoxidases (PAO) após reação de acetilação. As plantas e bactérias também utilizam DAO e PAO para catabolismo de poliaminas (BARDOCZ, 1995). Uma das funções da MAO no intestino e fígado é aparentemente destruir aminas potencialmente perigosas derivadas de alimentos, antes que alcancem a corrente sanguínea (SMITH, 1980-1981).

Indivíduos com problemas respiratórios, coronarianos, hipertensão ou deficiência de vitamina B12 são sensíveis a baixas doses de aminas biogênicas (BRINK et al., 1990; HALÁSZ et al., 1994) assim como aqueles em tratamento com drogas inibidoras da MAO (BARDOCZ, 1995). O uso de drogas inibidoras da MAO diminui a eficiência do sistema de detoxificação e o consumo de bebidas alcoólicas resulta em aumento da sensibilidade para com as aminas biogênicas (BRINK et al., 1990). Os agentes farmacológicos bloqueiam a desaminação de aminas primárias. Esses agentes tem sido utilizados no tratamento de depressão e de tuberculose (HALÁSZ et al., 1994).

A mais freqüente intoxicação veiculada por alimentos causada por aminas biogênicas envolve a histamina. A intoxicação por histamina é também referida como intoxicação por escombrídeo devido à associação da doença com o consumo de peixes da família *Scombridae*, tais como atum, cavala e bonito (BRINK et al., 1990; HALÁSZ et al., 1994). Alguns sintomas apresentados na intoxicação histamínica incluem

urticária, coceira, inflamação localizada, edema, náusea, vômito, diarreia, dor abdominal, hipotensão, dor de cabeça, rubor e taquicardia (LIMA & GLÓRIA, 1999).

A tiramina é responsável pela crise hipertensiva causada na maioria das vezes pelo consumo concomitante de alimentos contendo esta amina e o uso de medicamentos inibidores da MAO. A reação causada é freqüentemente denominada reação do queijo (BRINK et al., 1990).

Cadaverina e putrescina podem reagir com aminoxidases e assim prejudicar a detoxificação de histamina e tiramina (BRINK et al., 1990). Estas aminas podem ainda reagir com nitrito para formar nitrosaminas que possuem propriedades carcinogênicas (HALÁSZ et al., 1994).

O nível tóxico de aminas bioativas é difícil de ser estabelecido porque depende da eficiência dos mecanismos de detoxificação de diferentes indivíduos, da existência de substâncias potencializadoras nos alimentos, do consumo de drogas inibidoras da oxidase e de álcool e da presença de doenças gastrintestinais (SHALABY, 1996).

Alguns países têm regulamentado a quantidade máxima de histamina em produtos alimentícios. A Suíça considera 10 mg de histamina/L de vinho como o limite permissível. Limites abaixo de 100 mg de histamina/kg em alimentos, 2 mg de histamina/L em bebidas alcoólicas e 100-800 mg de tiramina/kg e 30 mg de feniletilamina/kg em alimentos tem sido sugeridos (BRINK et al., 1990).

## **2.5. Aminas como critério de qualidade**

As aminas bioativas estão relacionadas com a deterioração, sendo que os teores destas substâncias podem aumentar durante o armazenamento. MIETZ & KARMAS (1977) observaram aumento de cadaverina, putrescina e histamina, e baixos níveis de espermina e espermidina em amostras de atum deterioradas. Estes autores estabeleceram um índice de qualidade química, igual a soma de histamina + putrescina + cadaverina dividido pela soma de 1 + espermidina + espermina, sendo que os valores entre 0 e 1, 1 e 10 e acima de 10 mg/kg indicam classes 1 (boa), 2 (intermediária) e 3 (decomposto), respectivamente.

VECIANA-NOGUÉS et al. (1997) analisaram atum quanto aos teores de aminas bioativas e detectaram aumento de putrescina, cadaverina, tiramina e histamina durante o armazenamento, sendo este, maior naquelas amostras armazenadas em temperaturas mais elevadas. Foi estabelecido um índice de aminas biogênicas

baseado na soma de histamina + tiramina + putrescina + cadaverina, sendo que, valores abaixo de 50 mg/kg, indicaria um alimento de boa qualidade.

SILVA & GLÓRIA (2002) estabeleceram um índice de qualidade química para frango, baseado na razão entre espermidina e espermina, em que valores abaixo de 0,5, entre 0,5 e 0,7 e acima de 0,7 mg/kg, indicariam um produto fresco, de consumo imediato e em estágio avançado de decomposição.

Os dados na literatura sobre aminas bioativas em ovos in natura são escassos, sendo encontradas poucas referências sobre o assunto. SILVESTRE, em 1979, através de cromatografia de camada delgada, encontrou espermidina, espermina e putrescina em albumina seca nas concentrações de 27,1; 13,9 e 11,6 mg/kg, respectivamente.

SAITO et al. (1992) avaliaram ovos deteriorados quanto ao teor de aminas bioativas e encontraram 15,2 mg/kg de putrescina e 55,2 mg/kg de cadaverina. Histamina, tiramina, espermidina e espermina estavam presentes em níveis abaixo do limite de detecção.

BARDÓCZ et al (1995) encontraram teores de 0,26 a 0,35; 0 a 0,14 e 0,20 a 0,60 mg/kg de putrescina, espermidina e espermina, respectivamente, em ovos cozidos.

OKAMOTO et al. (1997) encontraram baixos teores de poliaminas em ovos in natura e cozidos. Os teores máximos encontrados foram 0,4 mg/kg de putrescina, 1,0 mg/kg de espermina, 0,5 mg/kg de cadaverina, 0,5 mg/kg de histamina e 1,4 mg/kg de espermidina.

A determinação dos teores de aminas em ovos recém obtidos e durante o armazenamento, seria interessante para averiguação de sua qualidade e da possibilidade de estabelecimento de um índice de qualidade química.

# MATERIAL E MÉTODOS

## 1. Material

Ovos brancos de granja foram doados pela Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, da Escola de Veterinária da UFMG, localizada em Igarapé, Minas Gerais. Após coleta, os ovos foram transportados acondicionados em bandejas de papelão em temperatura ambiente ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. Os ovos eram brancos do tipo grande, frescos de galinhas da linhagem Dekalb, com 24 semanas de idade e alojadas em um mesmo galpão de postura.

Foram utilizados 120 ovos pesando em média 56,85 g. Os ovos foram colhidos em um mesmo horário, selecionados e classificados na própria granja. Todos os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão com capacidade de 2 dúzias e meia cada.

No laboratório, um lote constituído de 10 ovos foi utilizado como controle (4 h após a postura) e analisado imediatamente. Um segundo lote com 50 ovos foi armazenado sob refrigeração em estufa BOD (Tecnal, Piracicaba, SP) a  $6 \pm 1$  °C e 60% de umidade relativa (UR) por um período de 50 dias e o terceiro lote com 60 ovos foi armazenado em temperatura ambiente ( $25 \pm 1$  °C) e 66% de UR por um período de 30 dias.

Em intervalos de 10 e de 5 dias, amostras contendo 10 unidades de ovos armazenados a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C, respectivamente, foram retiradas e analisadas imediatamente.

Os reagentes utilizados eram de grau analítico e aqueles para a separação e quantificação de aminas bioativas eram de grau cromatografia.

## 2. Metodologia de análise

As amostras foram analisadas com relação às características físicas (peso do ovo e de seu principais componentes, volume, área superficial, densidade, percentagem e espessura da casca, unidades Haugh e altura do albúmen e medida da força para fraturar a casca), físico-químicas (pH do albúmen; teores de sólidos totais e

bases voláteis totais) e tipos e teores de aminas bioativas. Após as análises de força da casca e unidades Haugh, as mesmas amostras foram utilizadas para o restante do experimento.

### **2.1. Determinação do peso do ovo e de seus principais componentes**

O peso dos ovos e de seus componentes foi determinado, pesando-se os mesmos em balança analítica. Foi determinado o peso da gema, após separação do albúmen. O peso do albúmen foi determinado pela diferença entre o peso do ovo inteiro, da gema e da casca após secagem em temperatura ambiente (FLETCHER et al., 1981).

### **2.2. Determinação das unidades Haugh e altura do albúmen**

A determinação das unidades Haugh foi realizada utilizando-se o equipamento Sistema de Análises de Ovos (SAO) da empresa Gil Fabricação e Projetos Especiais (Ribeirão Preto, SP). O equipamento consiste de um micrômetro digital que registra a altura do albúmen (após a quebra do ovo) em uma superfície plana, no momento em que a superfície é tocada (EMBRAPA, 2006). As unidades Haugh são calculadas a partir do peso do ovo e da altura do albúmen, considerando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Unidades Haugh (UH)} = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{37}),$$

sendo,

H = altura do albúmen (mm); e W = peso do ovo (g).

### **2.3. Determinação do volume, área superficial e densidade do ovo, percentagem, peso e espessura da casca**

Os ovos foram analisados com relação ao peso, volume, área superficial, e densidade, os quais foram calculados conforme indicado a seguir (NARUSHIN, 2001).

Foi utilizado paquímetro DIGIMESS, modelo 100.001A, para mensurar o comprimento longitudinal e transversal do ovo.

$$\text{Volume (cm}^3\text{): } V = \frac{2\pi L}{3(3n + 1)}^3$$

sendo: L = comprimento (cm) do eixo longitudinal do ovo

$$n = 1,057 (L/B)^{2,372}$$

B = comprimento (cm) do maior diâmetro transversal do ovo;

$$\text{Área superficial (cm}^2\text{): } S = 3,142L^2n^{-0,532}$$

$$\text{Densidade (g/cm}^3\text{): } D = m/v$$

sendo: m = massa do ovo (g) e v = volume do ovo (cm<sup>3</sup>).

Foram também determinados a espessura, o peso da casca seca e a percentagem de casca. Foi utilizado o paquímetro DIGIMESS, modelo 100.001A, para mensurar a espessura da casca do ovo lavada e seca em temperatura ambiente (RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002), sendo a mesma pesada juntamente com suas membranas em balança analítica (SILVERSIDES et al., 1993). A espessura foi mensurada como a média de três pontos equidistantes no diâmetro transversal de cada ovo (LIN et al., 2004). A percentagem de casca (NARUSHIN et al., 2004) foi calculada utilizando-se a fórmula apresentada a seguir:

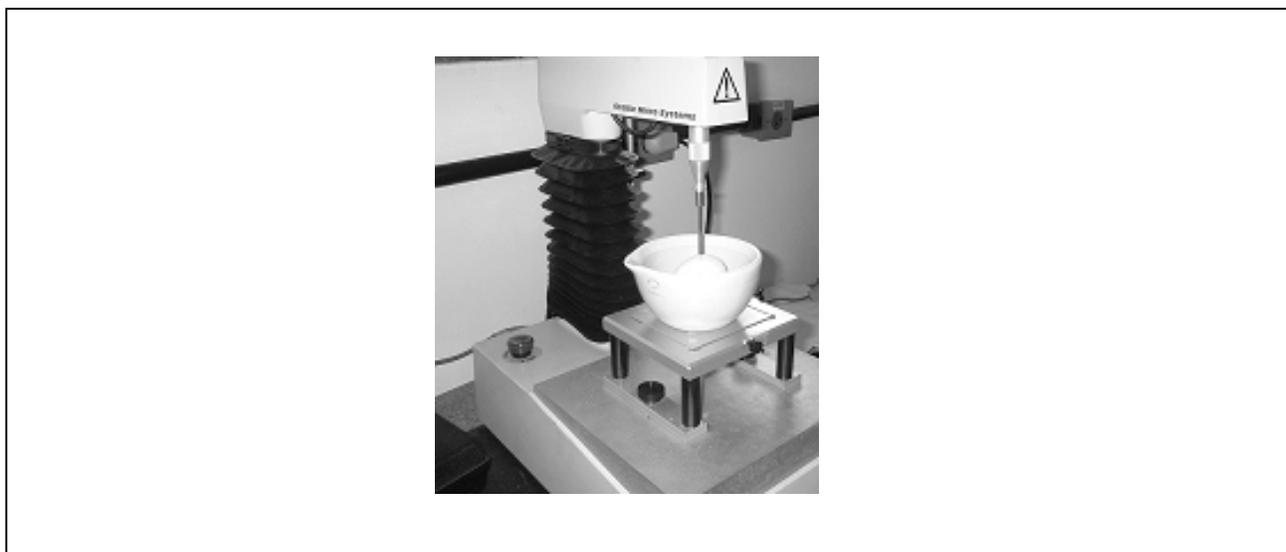
$$\text{Percentagem de casca: } \% \text{ casca} = \frac{p1 \times 100}{p2}$$

sendo: p1 = peso da casca (g), e p2 = peso do ovo (g).

O volume, a área superficial, a densidade e o peso do ovo, assim como, o peso, a espessura e a percentagem de casca foram utilizados para medir a força da casca de forma indireta.

## 2.4 Medida direta da força necessária para quebrar a casca

A força necessária para quebrar a casca, a deformação e a firmeza da casca foram determinadas utilizando-se o TA.XT2 Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, England), apresentado na Figura 3. Foi utilizada a sonda P4 DIA Cylinder de aço inoxidável, de 4 mm de diâmetro a velocidades pré, durante e pós teste de 3,0; 0,5; e 5,0 mm/s e uma distância de 6,0 mm. A força de gatilho utilizada foi de 3,0 g. O teste utilizado foi a fratura por compressão. O ovo inteiro colocado longitudinalmente (RODRIGUEZ-NAVARRO, 2002) sobre um suporte de metal em forma de anel com 5 cm de diâmetro dentro de um cadinho de porcelana, teve sua casca pressionada até que ocorresse sua quebra. Após a quebra que resultava em uma perfuração na estrutura da casca, o conteúdo do ovo permanecia íntegro e seus constituintes foram utilizados para a realização do restante das análises.



**Figura 3.** Equipamento TA.XT2 utilizado para realização do teste de fratura por compressão para medir a força da casca de ovos.

## 2.5. Determinação do pH do albúmen

A determinação do pH do albúmen foi realizada utilizando-se o potenciômetro marca Digimed, modelo DM-20, calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (BRASIL, 1999).

## 2.6. Determinação dos teores de sólidos totais

Os teores de sólidos totais foram determinados separadamente no albúmen e na gema. Foram pesados 5,0 g de albúmen e de gema, em cadinhos de porcelana previamente secos em estufa Quimis Q-317N22 (Diadema, SP) a  $105 \pm 2$  °C para retirada da umidade. Para o albúmen foi acrescentado ao recipiente areia calcinada e lavada, em quantidade de aproximadamente 4,0 g. As amostras de albúmen e gema foram colocadas em estufa a  $105 \pm 2$  °C para retirada da umidade durante 5 e 12 horas, respectivamente (MAPA, 1991). Os cálculos utilizados para a determinação da umidade e sólidos totais foram:

$$\text{Teor de umidade (g/100 g)} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

sendo: A = peso do recipiente (+ areia) e amostra,

B = peso do recipiente (+ areia) e amostra após secagem, e

C = peso da amostra.

$$\text{Teor de sólidos totais (g/100 g)} = 100 - \text{teor de umidade (g/100 g)}$$

## 2.7. Determinação das bases voláteis totais

Para a determinação das bases voláteis totais foram pesados 1,0 g de albúmen e gema separadamente em balão de destilação, aos quais foram adicionados 20 mL de água destilada e 2 g de óxido de magnésio. Este foi colocado em destilador de nitrogênio Tecnal TE-036/1 (Piracicaba, SP), e o destilado coletado em erlenmeyer de 250 mL contendo 20 mL de ácido sulfúrico 0,1 N, e 5 gotas de vermelho de metila a 0,1% como indicador. A solução final foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N até que a coloração final mudasse para amarelo (LANARA, 1981). O cálculo das bases voláteis totais foi feito utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Teor de bases voláteis (mg/100 g)} = \frac{V \times f \times 0,14}{p}$$

sendo:

V = diferença entre o volume da solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N e o da solução de NaOH 0,1 N

gastos na titulação,

f = fator de correção para o NaOH, e

p = peso da amostra (g)

## 2.8. Determinação das aminas bioativas

Os teores de aminas bioativas foram determinados na gema e no albúmen separadamente. Foram pesadas 3 g de cada amostra em tubos de centrífuga de polipropileno, aos quais foram adicionados 7 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 5%. Os tubos foram agitados por 10 minutos em mesa agitadora Tecnal TE140 (Piracicaba, SP) a 248 x g, e centrifugados a 10.000 x g a 4 °C por 21 minutos em centrífuga refrigerada Jouan CR31 (Saint-Herblain, França). Em seguida, o sobrenadante foi filtrado em papel de filtro quantitativo. Esta etapa foi repetida por mais duas vezes com adições de 7 e 6 mL de TCA 5%, totalizando 20 mL de ácido adicionado. Os extratos foram combinados e depois filtrados em membrana HAWP de 13 mm de diâmetro e 45 µm de tamanho do poro (Millipore Corp, Milford, MA, EUA).

As aminas bioativas foram separadas por cromatografia líquida de alta eficiência por pareamento de íons em coluna de fase reversa e quantificadas por fluorimetria após derivação pós coluna com *o*-ftalaldeído (VALE & GLÓRIA, 1997).

O cromatógrafo utilizado foi da Shimadzu (Kioto, Japão), composto por três bombas modelo LC-10 AD e LC-10 ADVP, com conjunto de lavagem automática do pistão, injetor automático modelo SIL-10 ADVP, detector espectrofluorimétrico modelo RF-551 a 340 e 445 nm de excitação e emissão, respectivamente, e uma unidade de controle CBM-10 AD conectada a um microcomputador. Foi utilizada coluna µBondapak C<sub>18</sub> de fase reversa (3,9 x 300 mm, 10 µm) e pré-coluna µBondapak (Waters, Milford, MA, EUA).

Foram empregadas duas fases móveis: fase móvel A: solução tampão contendo acetato de sódio 0,2 M e octanossulfonato de sódio 15 mM, com pH ajustado para 4,9 com ácido acético glacial; e fase móvel B: acetonitrila. Estas soluções, grau cromatografia, foram filtradas em membranas com poro de 0,45 µm, do tipo HAWP para a fase A e HVWP para a B (Millipore Corp., Milford, MA, EUA). As fases móveis

foram utilizadas em um fluxo de 0,8 mL/min, com gradiente de eluição com tempo (min)/%B de 0,01/11; 13/11; 19/26; 24/11; 45/11 e término aos 55 min.

A derivação pós-coluna foi realizada por meio de uma câmara de mistura instalada após a saída da coluna em um tubo de teflon de 2 m de comprimento conectando a câmara ao detector de fluorescência. A solução derivante consistiu de 0,2 g de o-ftalaldeído dissolvido em 3 mL de metanol, diluídos em solução de 25 g de ácido bórico e 22 g de hidróxido de potássio para 500 mL de água (pH 10,5 a 11,0). Foram adicionados a esta solução 1,5 mL de Brij 35 (Merck, Darmstadt, Alemanha) e 1,5 mL de mercaptoetanol (Sigma, St. Louis, MO, EUA). Esta solução foi preparada diariamente e mantida sob abrigo da luz.

A identificação das aminas foi feita por comparação entre o tempo de retenção dos picos encontrados nas amostras com os das aminas da solução padrão. As soluções padrão foram analisadas intercaladas às amostras. No caso de dúvida quanto aos picos correspondentes às aminas, a confirmação foi feita por meio da adição de quantidade conhecida de solução padrão da amina suspeita a amostra.

A quantificação de aminas foi feita por interpolação em curva padrão externa e estes valores foram multiplicados pelo fator de correção correspondente a cada amina.

Os padrões de aminas empregados foram da Sigma Chemical Co. (St Louis, MO, EUA): dicloridrato de putrescina (PUT), dicloridrato de cadaverina (CAD), cloridrato de tiramina (TIM), dicloridrato de histamina (HIM), cloridrato de 5-hidroxitriptamina (serotonina – SRT), complexo sulfato creatinina agmatina (AGM), tricloridrato de espermidina (EPD), tetracloridrato de espermina (EPM), cloridrato de 2-feniletilamina (FEA) e triptamina (TRM).

A solução estoque foi preparada por diluição do padrão de cada amina separadamente em ácido clorídrico 0,1 N, formando soluções padrão contendo 1 mg/mL de cada amina. Em seguida, 1 mL de cada solução padrão foi transferido para balão volumétrico, formando uma solução das dez aminas juntas, contendo 100 µg/mL. A partir desta solução foram preparadas as soluções nas concentrações desejadas para análise. Estas foram acondicionadas em tubo hermeticamente fechado, identificadas e armazenadas sob refrigeração até o momento das análises.

### **3. Análise estatística**

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado para o experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para o cálculo das aminas foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis para a comparação das medianas à 5 % de probabilidade. Os resultados obtidos para as medidas diretas e indiretas da força necessária para quebrar a casca foram correlacionados entre si utilizando a correlação de Pearson a 5 % de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear dos parâmetros em função do tempo de armazenamento, tendo sido calculados o coeficiente de correlação e as equações da reta.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 1. Características físico-químicas e teores de aminos bioativas em ovos frescos

Os resultados obtidos na análise dos ovos frescos, ou seja, 4 h após a postura, estão apresentados nas Tabelas 4 e 6. O peso dos ovos variaram de 54,60 a 60,56 g, sendo o coeficiente de variação de 3,5%, o que destaca a homogeneidade das amostras quanto ao peso. Os pesos dos ovos e de seus constituintes foram similares aos relatados por SILVERSIDES et al. (1993) e SCOTT & SILVERSIDES (2000). Entretanto, os pesos do ovo e do albúmen de amostras provenientes de galinhas com 24 semanas analisadas por FLETCHER et al. (1983) estavam abaixo dos encontrados neste estudo. Uma vez que as poedeiras eram da mesma idade, a linhagem deve, provavelmente, ser a causa principal das diferenças observadas entre os resultados (THARRINGTON et al., 1999; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

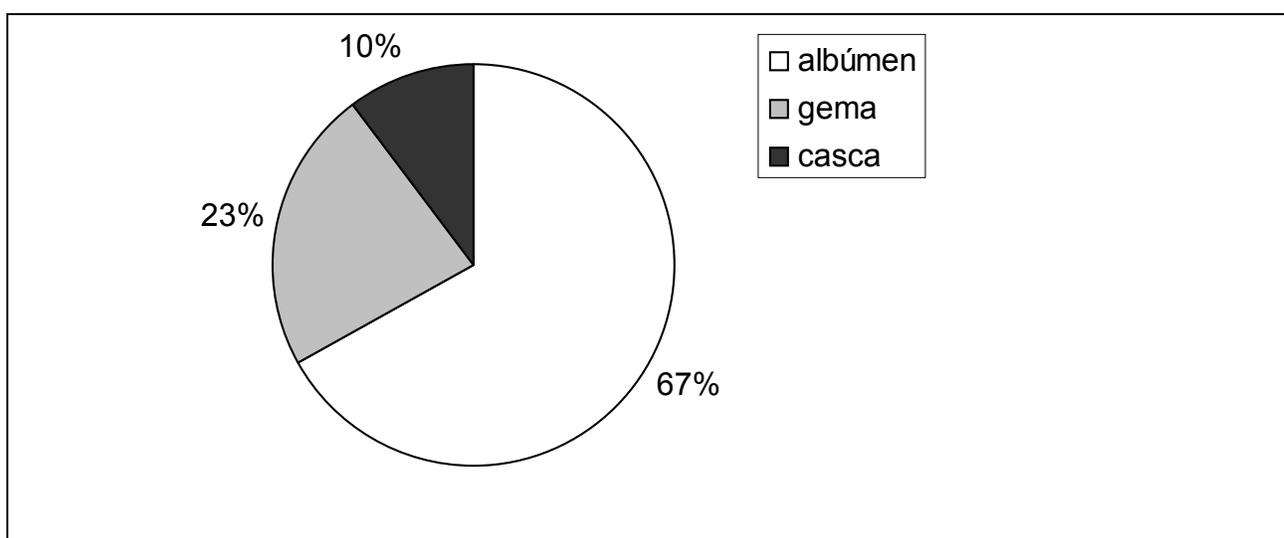
**Tabela 4.** Características físicas dos ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade

Parâmetros (unidades)	Valores			CV
	Mínimo	Máximo	Média	%
<b>Ovo</b>				
peso (g)	54,60	60,56	56,85	3,5
peso gema (g)	11,62	13,87	12,98	5,1
peso albúmen (g)	36,69	40,82	38,10	3,8
volume (cm <sup>3</sup> )	50,02	55,19	52,14	3,4
área superficial (cm <sup>2</sup> )	65,84	70,71	68,09	2,3
densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,940	1,100	1,061	4,4
altura do albúmen (mm)	8,88	11,54	9,67	7,8
unidades Haugh (UH)	95,22	105,59	98,55	3,0
<b>Casca</b>				
peso (g)	5,11	6,41	5,77	9,6
percentagem (%)	8,8	11,5	10,13	8,2
espessura (mm)	0,43	0,56	0,49	5,7
força à fratura por compressão (kg)	3,25	4,81	3,54	20
deformação (mm)	0,205	0,370	0,302	15
firmeza (kg/mm)	7,92	14,44	11,81	16

n = 10; CV = coeficiente de variação.

Nas amostras de ovo fresco analisadas (Figura 4), o albúmen correspondeu a 67% do peso do ovo, seguido pela gema com 23%. A percentagem de casca

encontrada foi de aproximadamente 10%. Os ovos usados neste estudo apresentaram um menor percentual de gema, quando comparado a alguns trabalhos citados na literatura. Entretanto, de acordo com FLETCHER et al. (1981; 1983), a percentagem de albúmen diminui e a da gema aumenta com o avanço da idade das galinhas. Estes autores encontraram valores similares de 23,9 e 65,9% de gema e albúmen em ovos de galinhas com 24 semanas de idade.



**Figura 4.** Percentual de contribuição dos componentes albúmen, gema e casca ao ovo fresco de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade.

MOHAN et al. (1992) encontraram percentuais médios de 12,11% de casca e de 54,47% e 32,03% de albúmen e gema, respectivamente, para ovos pesando entre 53 e 60 g. Uma vez que estes autores não relataram as idades e linhagens das galinhas, fica difícil fazer uma comparação entre os resultados. SILVERSIDES et al. (1993) encontraram 65,14% de albúmen, 25,32% de gema e 9,55 % de casca em ovos de galinhas com 26 semanas de idade, portanto, um pouco mais velhas do que as utilizadas no presente estudo. THARRINGTON et al. (1999) verificaram uma variação de 60,33 a 62,26 %; 28,54 a 30,64 %; e 9,03 a 9,16 %, nos percentuais de albúmen, gema e casca, respectivamente. As galinhas utilizadas neste estudo tinham 28 semanas de idade, motivo este para as diferenças observadas. HAMILTON et al. (1979b) encontraram valores de 9,64% para a percentagem de cascas de poedeiras com 24 semanas de idade e, portanto, similares aos encontrados neste estudo.

Com relação ao volume e área superficial, foram encontrados neste estudo valores médios de 52,14 cm<sup>3</sup> e 68,09 cm<sup>2</sup>, respectivamente, para ovos frescos pesando uma média de 56,85 g. De acordo com MOHAN et al. (1992), que encontraram uma

média de 63,62 cm<sup>2</sup> de área para ovos pesando entre 53 a 60 g, a área superficial é diretamente proporcional ao peso do ovo, sendo esta afirmação confirmada neste estudo ( $R^2 = 0,82$ ).

A densidade dos ovos frescos analisados variou de 0,940 a 1,100 g/cm<sup>3</sup> e apresentou um valor médio de 1,061 g/cm<sup>3</sup>. MOHAN et al. (1992) verificaram um valor médio de 1,049 g/cm<sup>3</sup> para ovos pesando entre 53 a 60 g. THARRINGTON et al. (1999) encontraram valores médios de 1,080 a 1,081 g/cm<sup>3</sup> para ovos de galinhas com 28 semanas de idade pesando entre 58,57 e 63,88 g. Estas diferenças observadas nos valores de densidade provavelmente ocorreram devido às diferenças entre os pesos dos ovos uma vez que a densidade está relacionada ao peso.

A altura do albúmen dos ovos analisados neste estudo foi similar aos resultados relatados em ovos frescos na literatura. Os valores encontrados por SCOTT & SILVERSIDES (2000) e SILVERSIDES & BUDGELL (2004) foram de 9,16 e 8,45 mm, respectivamente. SILVERSIDES & SCOTT (2001) encontraram valores de 8,33 e 9,68 mm para poedeiras de duas linhagens diferentes. Algumas diferenças na altura do albúmen podem ocorrer devido a idade e raça da galinha e das condições e do tempo de armazenamento (THARRINGTON, 1999; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

Os resultados para as unidades Haugh encontrados para os ovos frescos no presente estudo, estavam acima de 72 UH, o que é característico de ovos de boa qualidade. Os valores de unidades Haugh obtidos foram maiores que os relatados por SILVERSIDES et al. (1993) e por THARRINGTON et al. (1999), apesar das poedeiras estarem no mesmo período de postura. A diferença entre os resultados pode ser devida à diferença entre os pesos dos ovos que, por sua vez, podem variar entre galinhas de diferentes idades e linhagens e influenciar nos valores de unidades Haugh (SILVERSIDES et al., 1993; THARRINGTON et al., 1999; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

Observa-se que o coeficiente de variação observado para as unidades Haugh foram menores que o coeficiente de variação para a altura do albúmen. Estes resultados sugerem que as unidades Haugh seria o parâmetro mais indicado para avaliar a qualidade de ovos frescos quando comparado à altura.

Com relação às características da casca (tabela 4), observou-se que a casca do ovo fresco apresentou uma espessura média de 0,49 mm, valor este superior aos relatados por EDMOND et al. (2004) que encontraram 0,258 mm para espessura da casca de ovos frescos de poedeiras com 25 semanas de idade. De acordo com DE

KETELAERE et al. (2002), em algumas linhagens foi observada uma diminuição na espessura da casca, enquanto que em outras, esta permaneceu constante com o avanço da idade da galinha, sugerindo que poderiam ocorrer mudanças na estrutura da casca com o envelhecimento das galinhas. A espessura da casca de ovos pode ser também influenciada pela estação do ano, nutrição e hereditariedade (ROMANOFF & ROMANOFF, 1963).

Com relação à força necessária para fraturar a casca, os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes aos descritos por HAMILTON et al. (1979b) para ovos de poedeiras com 24 semanas de idade (2,70 a 3,97 kg). O alto coeficiente de variação (CV) da força encontrado no presente estudo foi esperado, visto que, esta medida pode ser influenciada por vários fatores como a forma da casca e a presença de rachaduras minuciosas e anomalias em sua estrutura (HAMILTON, 1982; RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002, JONES, 2005).

A idade da galinha pode exercer influência na força necessária para fraturar a casca de ovos por compressão. No entanto, não há consenso quanto ao seu efeito, sendo observado um aumento até 42 semanas seguido de queda (HAMILTON et al., 1979b) ou redução (RODRIGUEZ-NAVARRO et al., 2002; EDMOND et al., 2005). Além da idade, a linhagem, a alimentação, o manejo, além de aspectos sanitários e ambientais podem também afetar a qualidade da casca (MAHAPATRA, 1989; MAZZUCO, 1998).

A deformação da casca do ovo fresco variou de 0,205 a 0,370 mm e a firmeza de 7,92 a 14,44 kg/mm, sendo os valores médios de 0,302 mm e 11,81 kg/mm, respectivamente (Tabela 4). HAMILTON (1982) encontrou valores entre 0,181 e 0,262 mm e entre 13,36 e 15,58 kg/mm para deformação e firmeza, respectivamente. As diferenças observadas entre os valores podem estar relacionadas provavelmente à velocidade da sonda utilizada durante a determinação (HAMILTON, 1982).

Na tabela 5, têm-se os coeficientes de correlação entre a força necessária para fraturar a casca por compressão e as medidas diretas e indiretas que poderiam estimar a força necessária para quebrar a casca. Foram observados baixos coeficientes de correlação sendo o mais elevado para a firmeza da casca. Resultados similares foram observados por NARUSHIN et al. (2004).

A menor correlação ocorreu com o peso do ovo ( $R = 0,07$ ). Resultados similares foram relatados por DE KETELAERE et al. (2002) que encontraram um baixo coeficiente ( $R = 0,0005$ ), e sugeriram que o peso do ovo não está relacionado com a força, ou seja, ovos grandes não possuem casca mais fraca do que ovos pequenos.

**Tabela 5.** Correlações entre a força de fratura por compressão e medidas indiretas destrutivas e não destrutivas de ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade

<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente de correlação (R)</b>
Firmeza	0,660
Densidade	0,592
Porcentagem de casca	0,563
Deformação	0,515
Peso da casca	0,508
Volume	0,161
Área	0,143
Espessura	0,118
Peso do ovo	0,069

Os resultados das análises físico-químicas dos ovos frescos estão apresentados na Tabela 6. Os valores de pH do albúmen variaram de 7,85 a 8,52. De acordo com a literatura (STADELMAN & COTTERILL, 1977; SOLOMON, 1991; ENSMINGER, 1992; ALLEONI & ANTUNES, 2001; ORDÓNEZ, 2005), o pH de ovos frescos é de aproximadamente 7,8, podendo atingir até 9,5 durante um armazenamento prolongado.

SINGH & PANDA (1988) encontraram um valor médio para o pH de 8,28, similar ao observado neste trabalho, assim como SILVERSIDES & SCOTT (2001) e SILVERSIDES & BUDGELL (2004) que observaram, em ovos frescos, valores de pH de 7,31 a 7,78 para duas diferentes linhagens de poedeiras.

Os teores de sólidos totais obtidos para os ovos frescos (Tabela 6) foram similares aos descritos na literatura, principalmente levando-se em consideração que a idade, a linhagem da poedeira e o tamanho do ovo podem influenciar o conteúdo de sólidos totais de seus componentes (AHN et al., 1997; THARRINGTON et al., 1999; SCOTT & SILVERSIDES, 2000). FLETCHER et al. (1981) encontraram 51,41 e 52,63% de sólidos na gema e 13,98 % de sólidos no albúmen de ovos de poedeiras com 26 e 29 semanas de idade, respectivamente. AHN et al (1997) encontraram para poedeiras com 28 semanas de idade, 50,69 e 12,72% de sólidos na gema e no albúmen respectivamente. THARRINGTON et al. (1999) encontraram uma variação no teor de sólidos de 11,60 a 11,90 % para o albúmen e de 50,73 a 51,53 % para a gema de poedeiras de diferentes linhagens com 28 semanas de idade.

**Tabela 6.** Características físico-químicas dos ovos frescos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade

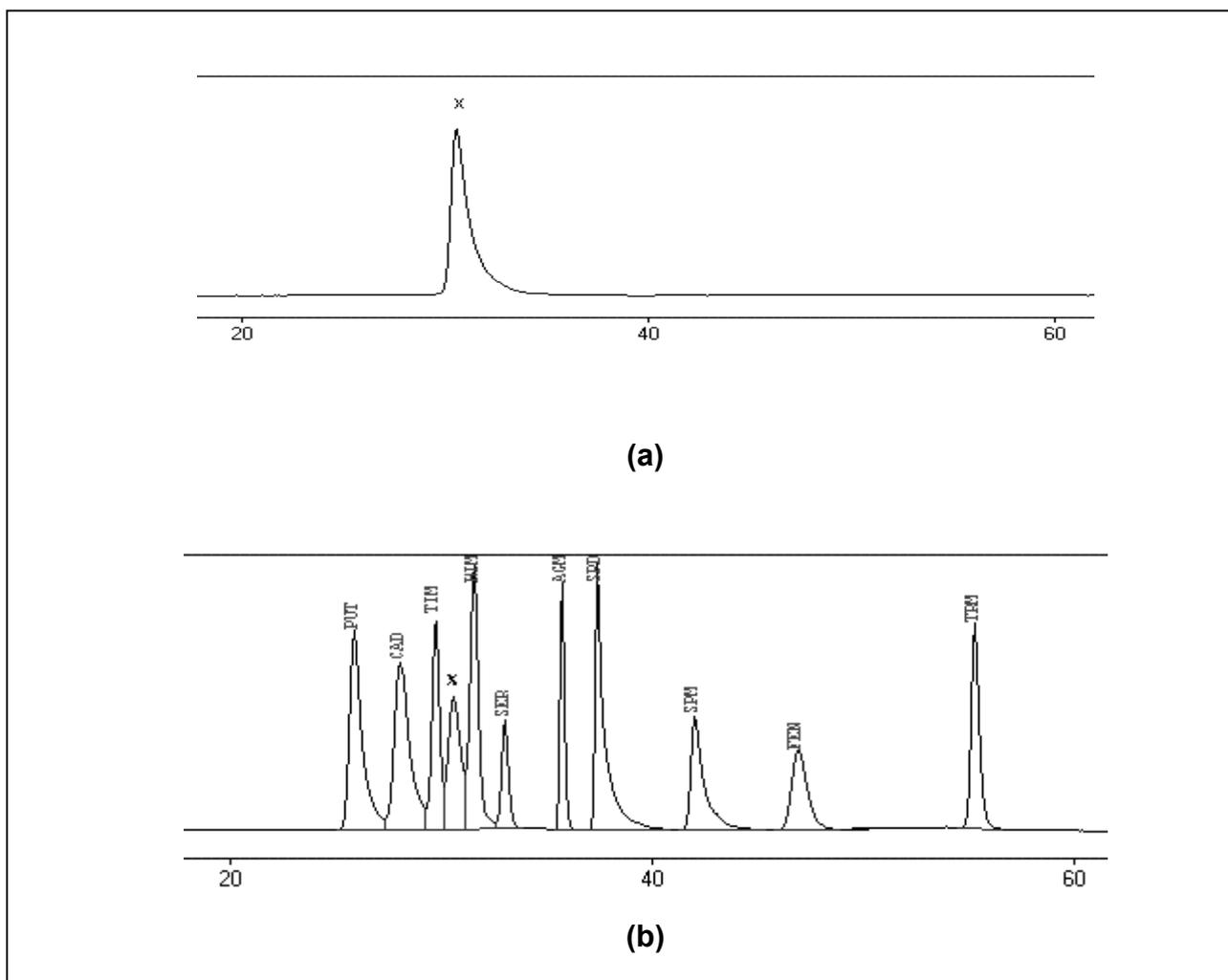
Parte do ovo Parâmetros (unidades)	Valores			CV %
	Mínimo	Máximo	Média	
<b>Albúmen</b>				
pH	7,85	8,52	8,02	2,5
sólidos totais (g/100 g)	11,36	12,82	12,17	3,5
umidade (g/100 g)	87,18	88,64	87,83	0,5
bases voláteis (mg/100 g)	nd	nd	nd	nd
aminas bioativas (mg/kg)	nd	nd	nd	nd
<b>Gema</b>				
sólidos totais (g/100 g)	51,63	52,95	52,43	0,9
umidade (g/100 g)	47,05	48,37	47,57	1,0
bases voláteis (mg/100 g)	nd	nd	nd	nd
aminas bioativas (mg/kg)	0,216	0,839	0,368	nd

n = 10. CV = coeficiente de variação. nd = não detectado (< 0,05 mg/kg de aminos bioativas).

As bases voláteis totais estavam ausentes em albúmen e gema, indicando que o ovo fresco não apresentou em sua composição substâncias como a amônia, a trimetilamina, a dimetilamina, dentre outras bases voláteis (BAIXAS-NOGUEIRAS et al., 2002).

Os teores totais de aminos bioativas encontrados nos ovos analisados estão indicados na Tabela 6. Observa-se que não foi encontrada nenhuma das dez aminos pesquisadas no albúmen. Por outro lado, nas gemas os teores totais de aminos variaram de 0,216 a 0,839 mg/Kg. Este teor coincide com os teores de espermidina, que foi a única amina detectada. Estes resultados diferiram daqueles encontrados por SILVESTRE (1979) que, analisando poliaminas em albúmen por cromatografia de camada fina, encontrou espermidina, espermina e putrescina nas concentrações de 27,1; 13,9 e 11,6 mg/Kg, respectivamente, de albumina seca.

No albúmen, entretanto, foi detectado um composto com um pico elevado e tempo de retenção de aproximadamente 31 minutos (Figura 5), o qual não pôde ser identificado neste estudo.



**Figura 5.** Perfil cromatográfico de aminas bioativas de amostra de albúmen de ovo fresco de poedeira Dekalb com 24 semanas de idade na (a) ausência e (b) na presença do padrão das dez aminas bioativas pesquisadas (pico x - composto não identificado).

O composto, certamente contém um grupo amina primário em sua estrutura química, pois o reagente derivante utilizado para a detecção das aminas, o *o*-ftalaldeído é específico para esse tipo de substância (SEILER, 1986; HURST, 1990; SALAZAR et al., 2000). O composto presente no albúmen poderia ser tanto uma amina primária, quanto um aminoácido, no entanto, a eluição de aminoácidos geralmente ocorre antes das aminas, nos primeiros cinco minutos da corrida cromatográfica. Então o composto provavelmente é uma amina.

Os dados sobre os tipos e teores de aminas em gema e albúmen são escassos na literatura. Em ovos cozidos, BARDÓCZ et al. (1995) encontraram baixos teores de aminas que variaram de 0,26 a 0,35; 0 a 0,14 e 0,20 a 0,60 mg/kg para putrescina, espermidina e espermina, respectivamente. OKAMOTO et al. (1997) também encontraram baixos teores de poliaminas em ovos *in natura* e cozidos. Os teores

encontrados foram de 0,4 mg/kg de putrescina, 1,0 mg/kg de espermina, 0,5 mg/kg de cadaverina, 0,5 mg/kg de histamina e 1,4 mg/kg de espermidina.

## 2. Características físico-químicas e teores de aminas bioativas em ovos armazenados a $6 \pm 1$ °C/60 % UR e a $25 \pm 1$ °C/66 % UR

### 2.1. Características físicas dos ovos

Os pesos dos ovos e de seus constituintes, albúmen e gema, em função do tempo de armazenamento nas diferentes temperaturas estão apresentados na tabela 7. Observou-se que ocorreu uma perda de peso significativa nos ovos nas duas temperaturas de armazenamento, sendo a perda mais acentuada a  $25 \pm 1$  °C comparada a  $6 \pm 1$  °C.

**Tabela 7.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos pesos do ovo, da gema e do albúmen

Temperatura /Tempo (dias)	Peso (g)		
	Ovo	Gema	Albúmen
<b><math>6 \pm 1</math> °C / 60% UR</b>			
0	56,85 <sup>a</sup> (3,5)	12,98 (5,1)	38,10 <sup>a</sup> (3,8)
10	55,25 <sup>ab</sup> (3,5)	12,90 (6,2)	36,29 <sup>ab</sup> (4,2)
20	55,20 <sup>ab</sup> (3,7)	13,63 (3,5)	35,80 <sup>ab</sup> (5,8)
30	54,88 <sup>ab</sup> (4,8)	14,31 (9,9)	34,65 <sup>b</sup> (7,3)
40	53,78 <sup>b</sup> (2,4)	14,24 (8,3)	33,85 <sup>b</sup> (4,8)
50	54,72 <sup>ab</sup> (3,7)	14,06 (10,9)	34,97 <sup>b</sup> (4,5)
<b><math>25 \pm 1</math> °C / 66% UR</b>			
0	56,85 <sup>a</sup> (3,5)	12,98 <sup>c</sup> (5,1)	38,10 <sup>a</sup> (3,8)
5	54,93 <sup>bc</sup> (3,3)	13,30 <sup>bc</sup> (5,5)	35,76 <sup>ab</sup> (4,5)
10	55,15 <sup>ab</sup> (3,9)	14,13 <sup>ab</sup> (5,9)	35,11 <sup>b</sup> (4,7)
15	53,90 <sup>bc</sup> (3,4)	13,92 <sup>ab</sup> (7,7)	34,53 <sup>b</sup> (6,2)
20	54,03 <sup>bc</sup> (3,2)	14,28 <sup>ab</sup> (3,9)	33,99 <sup>b</sup> (4,1)
25	53,12 <sup>bc</sup> (3,1)	13,79 <sup>bc</sup> (6,1)	33,57 <sup>b</sup> (5,4)
30	52,49 <sup>c</sup> (4,1)	15,02 <sup>a</sup> (6,6)	31,89 <sup>c</sup> (6,4)

n = 10. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) nas colunas seguidos de letras diferentes, apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

A perda de peso nos ovos nas duas temperaturas de armazenamento pode ser melhor visualizada na Figura 6a. Esta perda foi mais acentuada a  $25 \pm 1$  °C comparada a  $6 \pm 1$  °C. De fato, uma perda de 5 % no peso dos ovos foi observada aos 40 dias de armazenamento a  $6 \pm 1$  °C e aos 15 dias de armazenamento a  $25 \pm 1$  °C.

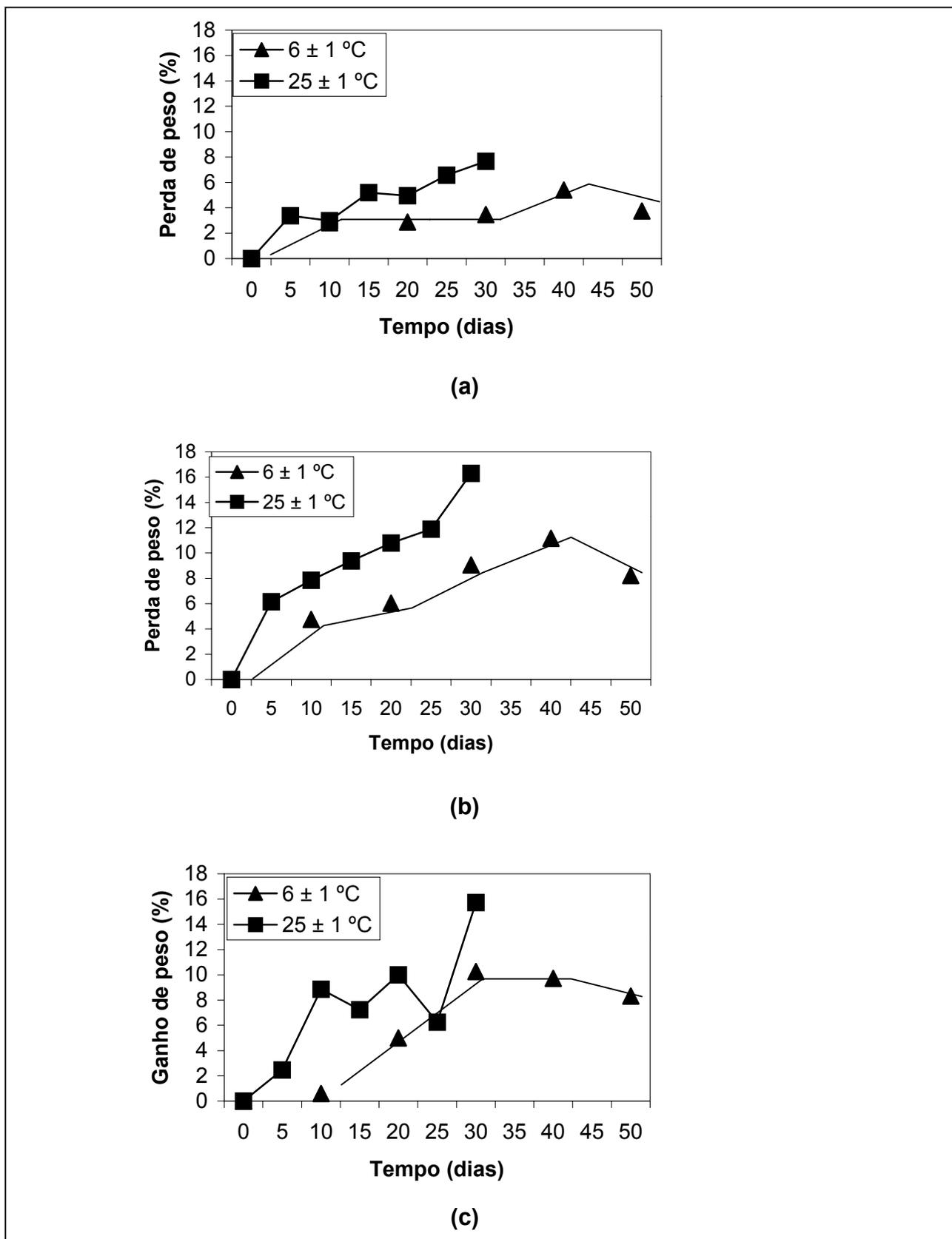
Aos 30 dias do armazenamento a  $25 \pm 1$  °C observou-se uma perda de 7,7% do peso do ovo.

Assim como o ovo inteiro, o albúmen sofreu uma redução do peso (Figura 6b) nas duas temperaturas de armazenamento, tendo sido observada uma mesma tendência com relação à taxa da perda de água (Tabela 1, Apêndice). A perda de peso no albúmen foi maior quando comparada à perda de peso do ovo, pois o albúmen perde água não somente para o ambiente externo, mas também para a gema, conforme relatado por SILVERSIDES & BUDGELL (2004).

Estes resultados foram similares aos apresentados por SINGH & PANDA (1988) ao armazenarem ovos nas temperaturas de  $5 \pm 1$  °C e  $32 \pm 2$  °C, por 56 e 21 dias, respectivamente. SILVERSIDES & SCOT (2001) também observaram uma perda de peso significativa no 5º dia em ovos armazenados durante 10 dias em temperatura ambiente.

Por outro lado, o peso da gema aumentou (Tabela 7 e Figura 6c), entretanto a diferença só foi significativa nos ovos armazenados a  $25 \pm 1$  °C, permanecendo o mesmo constante em ovos mantidos sob refrigeração. Provavelmente, a maior perda de água do albúmen de ovos armazenados em temperaturas mais elevadas ocasionou maior transferência para a gema com conseqüente aumento de peso desta. De acordo com BRAKE et al. (1997), a redução na temperatura de armazenamento acarreta uma diminuição no movimento de água do albúmen para a gema.

CEPERO et al. (1995) analisando ovos armazenados à 4, 18 e 32 °C, observaram uma perda de peso de 1,5; 3,5; e 8,5 g, respectivamente. Quanto maior a temperatura de armazenamento, maior foi a redução no peso do albúmen. Para a gema, quanto maior a temperatura de armazenamento, maior foi o ganho de peso. Resultados semelhantes foram citados por SCOTT & SILVERSIDES (2000) e por SILVERSIDES & BUDGELL (2004).



**Figura 6.** Perda percentual de peso do ovo (a) e do albúmen (b) e ganho percentual de peso da gema (c) durante o armazenamento a  $6 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}/60 \text{ } \%$  UR e a  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}/66 \text{ } \%$  UR.

O ovo e o albúmen perdem peso durante o armazenamento, devido à migração de umidade e CO<sub>2</sub> através da casca (SOLOMON, 1991; SILVERSIDES & BUDGELL 2004). A migração de água do albúmen para a gema durante o armazenamento, resulta em aumento de peso desta (SILVERSIDES & BUDGELL, 2004). Então, os resultados da perda de peso nos ovos, no albúmen assim como a perda de água são esperados. O mesmo pode ser afirmado para o aumento de peso na gema.

Os coeficientes de correlação linear obtidos para a perda de peso do ovo e do albúmen e para o ganho de peso da gema estão apresentados na Tabela 8. Observou-se que a inclinação das retas, representadas pelos valores de 'a' na equação ( $y = ax + b$ ), foram maiores à  $25 \pm 1$  °C comparado a  $6 \pm 1$  °C, reforçando que as alterações ocorridas ocorrem de forma mais acelerada em temperaturas de armazenamento mais elevadas.

**Tabela 8.** Coeficientes de correlação e equações da reta da perda de peso do ovo e do albúmen e do ganho de peso da gema durante armazenamento a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C

Variáveis / temperatura	R	Equação da reta
<b>Perda de peso ovo</b>		
6 ± 1 °C	0,822	$y = 0,0776x + 1,1057$
25 ± 1 °C	0,953	$y = 0,2254x + 1,0282$
<b>Perda de peso albúmen</b>		
6 ± 1 °C	0,866	$y = 0,1809x + 1,9986$
25 ± 1 °C	0,960	$y = 0,4524x + 2,1193$
<b>Ganho de peso gema</b>		
6 ± 1 °C	0,875	$y = 0,2119x + 0,3481$
25 ± 1 °C	0,839	$y = 0,3989x + 1,2357$

A influência do tempo e da temperatura de armazenamento no volume, na área superficial e na densidade dos ovos está indicada na Tabela 9. Como era de se esperar, não houve alteração significativa no volume e na área superficial do ovo durante o armazenamento, independente da temperatura e do tempo de armazenamento. Entretanto, como houve variação significativa no peso, esta pode refletir nos valores obtidos para a densidade. Durante o armazenamento dos ovos a  $6 \pm 1$  °C, uma densidade significativamente menor foi observada no 30º dia de armazenamento. Por outro lado, durante o armazenamento a  $25 \pm 1$  °C, à partir do 25º

dia de armazenamento, foi observada diferença significativa na densidade, sendo os valores menores.

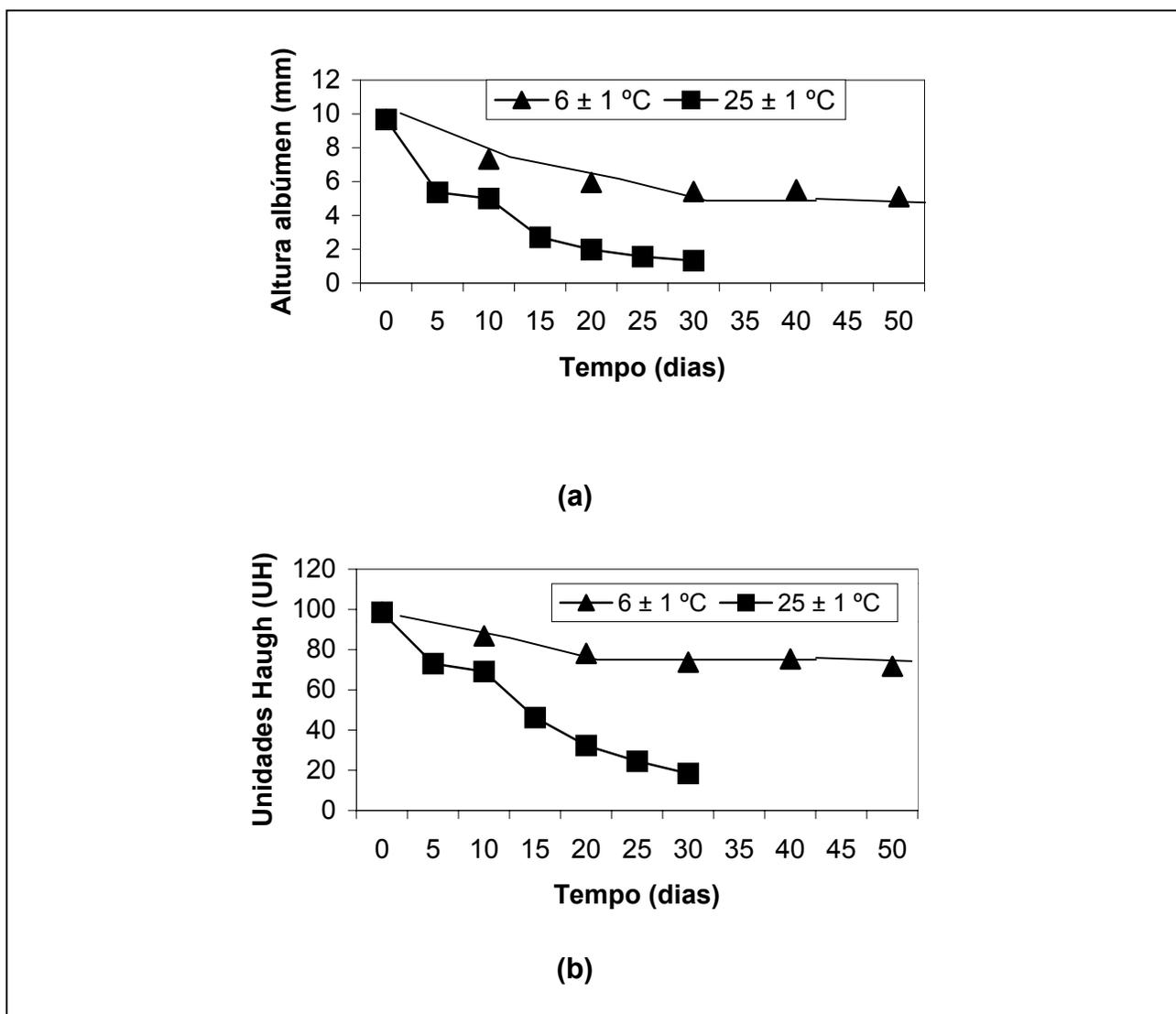
**Tabela 9.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no volume, área superficial e densidade de ovos

Temperatura / Tempo (dias)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Área superficial (cm <sup>2</sup> )	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
<b>6 ± 1 °C / 60% UR</b>			
0	52,14 (3,4)	68,09 (2,3)	1,061 <sup>a</sup> (4,4)
10	50,39 (3,6)	66,32 (2,6)	1,096 <sup>a</sup> (1,3)
20	50,04 (4,3)	65,83 (3,1)	1,104 <sup>a</sup> (4,1)
30	51,77 (5,0)	67,72 (3,4)	0,946 <sup>b</sup> (7,9)
40	50,58 (1,7)	66,60 (1,3)	1,064 <sup>a</sup> (3,2)
50	51,55 (4,4)	67,31 (3,1)	1,056 <sup>a</sup> (5,0)
<b>25 ± 1 °C / 66% UR</b>			
0	52,14 (3,4)	68,09 (2,3)	1,061 <sup>a</sup> (4,4)
5	51,06 (5,1)	66,54 (3,7)	1,084 <sup>a</sup> (5,7)
10	50,94 (3,8)	66,77 (2,7)	1,083 <sup>a</sup> (1,6)
15	51,42 (4,4)	66,78 (3,2)	1,077 <sup>a</sup> (6,5)
20	51,24 (2,8)	67,40 (1,9)	1,055 <sup>a</sup> (2,5)
25	49,65 (3,6)	65,65 (2,6)	0,945 <sup>b</sup> (4,6)
30	51,07 (4,0)	67,07 (2,8)	0,974 <sup>b</sup> (4,7)

n = 10. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) nas colunas seguidos de letras diferentes, apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

Na Figura 7, pode-se observar a influência da temperatura e do tempo de armazenamento na altura do albúmen (a) e nos valores de unidades Haugh (b). A altura do albúmen diminuiu significativamente ao longo do armazenamento em ambas as temperaturas. Entretanto, a diminuição foi mais acentuada a  $25 \pm 1$  °C, quando comparado a  $6 \pm 1$  °C. Este resultado pode ser confirmado por meio das inclinações das equações de correlação linear [ $y = -0,0825x + 8,5562$  ( $R = 0,885$ ) a  $6 \pm 1$  °C e  $y = -0,2546x + 7,763$  ( $R = 0,918$ ) a  $25 \pm 1$  °C] e também ao comparar os tempos requeridos para atingir uma altura de albúmen de 5,0 mm, os quais foram 10 dias a  $25 \pm 1$  °C e 50 dias na temperatura de  $6 \pm 1$  °C. ALLEONI & ANTUNES (2001) também observaram uma diminuição mais acentuada na altura do albúmen em ovos armazenados a 25 °C quando comparados àqueles armazenados a 8 °C

SCOTT & SILVERSIDES (2000), SILVERSIDES & SCOTT (2001) e SILVERSIDES & BUDGELL (2004) encontraram alturas de albúmen similares às relatadas neste estudo. De acordo com estes autores a temperatura e o tempo de armazenamento são fatores que podem interferir de forma significativa na altura do albúmen.



**Figura 7.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na altura do albúmen (a) e nas unidades Haugh (b) durante o armazenamento a  $6 \pm 1$  °C/60 % UR e a  $25 \pm 1$  °C/66 % UR.

De maneira semelhante, os valores obtidos para as unidades Haugh diminuíram significativamente com o tempo de armazenamento para ambas as temperaturas. Entretanto, a diminuição foi mais acentuada a  $25 \pm 1$  °C, quando comparado a  $6 \pm 1$  °C. Este resultado também pode ser confirmado por meio das inclinações das equações de correlação linear [ $y = -0,4927x + 93,025$  ( $R = 0,904$ ) a  $6 \pm 1$  °C e  $y = -2,675x + 91,86$  ( $R = 0,980$ ) a  $25 \pm 1$  °C], tendo sido atingidos 69,13 e 18,39 UH para ovos com 10 e 30 dias de armazenamento à  $25 \pm 1$  °C, respectivamente e 71,74 UH aos 50 dias de armazenamento a  $6 \pm 1$  °C.

Resultados similares de unidades Haugh foram encontrados por ALLEONI & ANTUNES (2001) que observaram valores de 60,63 UH ao final de 21 dias de armazenamento a 8 °C. Por outro lado, JONES & MUSGROVE (2005), analisando ovos armazenados a 4 °C durante 10 semanas encontraram valores de 67,43 UH ao final do armazenamento. De acordo com os resultados obtidos neste estudo e na literatura, observa-se que a temperatura de armazenamento influencia consideravelmente os valores de unidades Haugh, sendo que os ovos mantidos em menores temperaturas apresentam valores mais elevados.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos considera valores de unidades Haugh maiores que 72, entre 60 e 72 e abaixo de 60 para ovos de boa, intermediária e de baixa qualidade, respectivamente. Baseado neste critério, os ovos poderiam ser armazenados por até 50 dias a  $6 \pm 1$  °C ou por até 10 dias a  $25 \pm 1$  °C.

Os resultados obtidos ao se estudar a influência da temperatura e do tempo de armazenamento nas características físicas da casca dos ovos estão apresentados na Tabela 10. Não foi observada variação no peso, na espessura e na percentagem de casca em função da temperatura e do tempo de armazenamento.

Devido à diminuição do peso do ovo durante o armazenamento, deveria ocorrer um aumento no percentual da casca uma vez que o peso desta permaneceu constante. Provavelmente o aumento da percentagem de casca durante o armazenamento irá depender da quantidade de perda de peso ocorrida no ovo. De acordo com estudos realizados por SILVERSIDES & SCOTT (2001), houve um aumento na percentagem de casca em ovos que foram armazenados à temperatura ambiente durante 10 dias, a partir do 3 ° dia de armazenamento.

**Tabela 10.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no peso, na espessura e na percentagem de cascas

Temperatura / Tempo (dias)	Casca		
	Peso (g)	Percentagem (g/100 g)	Espessura (mm)
<b>6 ± 1 °C / 60% UR</b>			
0	5,77 (9,6)	10,13 (8,2)	0,49 (5,7)
10	6,05 (7,9)	10,95 (6,3)	0,51 (2,9)
20	5,79 (6,1)	10,49 (6,0)	0,51 (4,4)
30	5,92 (12,0)	9,88 (10,0)	0,51 (4,4)
40	5,68 (9,0)	10,56 (8,2)	0,49 (5,9)
50	5,69 (11,0)	10,45 (8,9)	0,50 (5,8)
<b>25 ± 1 °C / 66% UR</b>			
0	5,77 (9,6)	10,13 (8,2)	0,49 (7,9)
5	5,86 (5,6)	10,66 (5,3)	0,53 (3,2)
10	5,91 (7,9)	10,73 (7,8)	0,52 (4,1)
15	5,46 (7,3)	10,13 (8,3)	0,50 (9,1)
20	5,77 (12,0)	10,48 (9,6)	0,52 (5,5)
25	5,75 (6,7)	9,18 (5,5)	0,51 (4,5)
30	5,59 (6,9)	8,99 (13,0)	0,51 (6,3)

n = 10. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) nas colunas seguidos de letras diferentes, apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

As medidas diretas e indiretas da força necessária para fraturar a casca do ovo durante armazenamento a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C estão apresentadas na Tabela 11.

**Tabela 11.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na força por compressão para fraturar a casca, na deformação e na firmeza da casca de ovos

Temperatura /Tempo (dias)	Força (kg)	Deformação (mm)	Firmeza (Kg/mm)
<b>6 ± 1 °C / 60% UR</b>			
0	3,54 <sup>b</sup> (20)	0,302 <sup>b</sup> (15)	11,81 (16)
10	4,44 <sup>ab</sup> (12)	0,333 <sup>ab</sup> (7)	13,32 (7)
20	4,56 <sup>a</sup> (15)	0,338 <sup>ab</sup> (10)	13,47 (10)
30	4,59 <sup>a</sup> (15)	0,357 <sup>a</sup> (15)	13,09 (23)
40	4,49 <sup>a</sup> (16)	0,388 <sup>a</sup> (15)	11,67 (14)
50	4,29 <sup>ab</sup> (17)	0,337 <sup>ab</sup> (13)	12,77 (11)
<b>25 ± 1 °C / 66% UR</b>			
0	3,54 (20)	0,302 (15)	11,81 (16)
5	4,49 (19)	0,336 (14)	13,32 (10)
10	4,07 (20)	0,294 (14)	13,77 (9)
15	4,43 (18)	0,340 (8)	12,95 (12)
20	4,28 (24)	0,345 (11)	12,35 (19)
25	3,76 (17)	0,331 (36)	12,15 (23)
30	4,07 (16)	0,375 (15)	10,91 (11)

n = 10. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) nas colunas seguidos de letras diferentes, apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

Durante o armazenamento a  $6 \pm 1$  °C, a força necessária para fraturar a casca aumentou significativamente a partir dos 20 dias, comparado ao tempo inicial (tempo 0). Por outro lado, JONES & MUSGROVE (2005) não observaram diferença significativa na força da casca em ovos mantidos a 4 °C/80% UR durante 10 semanas durante o armazenamento. De acordo com VOISEY et al. (1979), quanto menor a temperatura de armazenamento na faixa de -5 a 45 °C, maior foi a força exercida por compressão para quebrar a casca. A força reduzida em temperaturas mais elevadas, poderia explicar a grande proporção de ovos quebrados na oviposição, quando comparado com outras áreas da cadeia de produção de ovos.

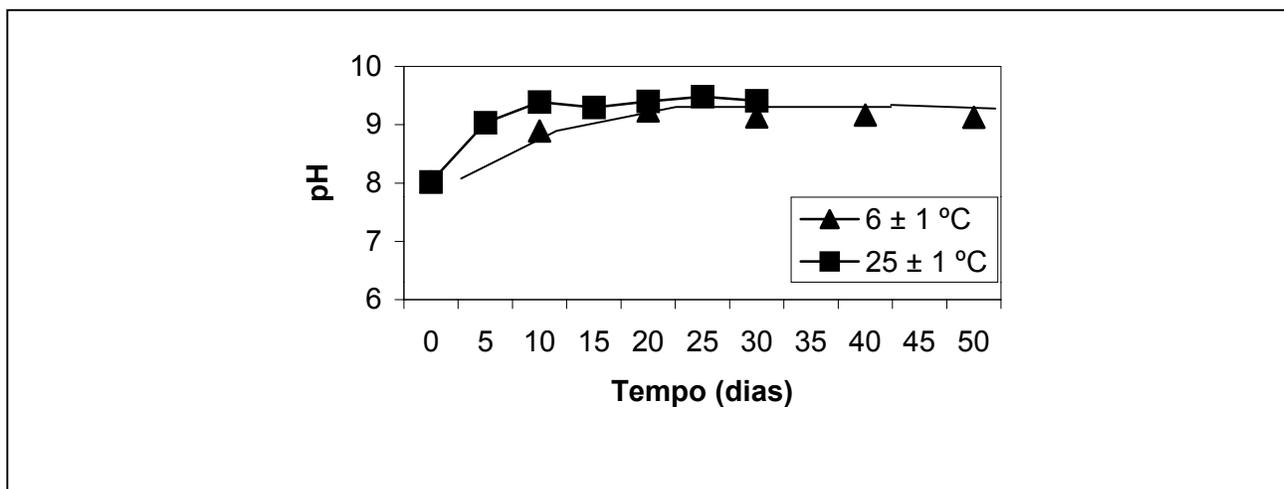
Desta forma, seria interessante o armazenamento de ovos à temperaturas de refrigeração após a postura, diminuindo-se o risco de quebras das cascas, uma vez que a força necessária para quebrar torna-se mais elevada. Com isso as perdas econômicas para os estabelecimentos de venda seriam minimizadas ao mesmo tempo em que um produto de maior qualidade seria garantido. No entanto são necessários mais estudos para elucidar o mecanismo da força da casca, pois na literatura alguns resultados observados foram contraditórios ao do presente estudo.

A deformação apresentou valores significativamente maiores aos 30 dias comparado ao tempo inicial. Entretanto, não foi observada diferença significativa na firmeza da casca ao longo do armazenamento a  $6 \pm 1$  °C. A deformação pode ser utilizada para estimar a força requerida para fraturar a casca (HAMILTON, 1982).

## **2.2. Características físico-químicas e teores de aminos bioativas em ovos**

Os resultados obtidos para o pH e o conteúdo de sólidos totais da gema e albúmen dos ovos durante o armazenamento a  $6 \pm 1$  °C e a  $25 \pm 1$  °C estão apresentados nas Figuras 8 e 9. Nas duas temperaturas de armazenamento ocorreu um aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) no pH do albúmen (Figura 8) somente até 10 e 20 dias para os ovos armazenados em temperatura ambiente e sob refrigeração, respectivamente, permanecendo o mesmo constante no decorrer do período. Em ovos armazenados à  $6 \pm 1$  °C, o pH alcançou um valor médio de 9,13 aos 50 dias, ao passo que, no armazenamento a  $25 \pm 1$  °C, o valor médio para o pH aos 30 dias foi de 9,41. Este resultado pode ser confirmado por meio das inclinações das equações de regressão linear [ $y = 0,0179x + 8,4805$  ( $R = 0,727$ ) a  $6 \pm 1$  °C e  $y = 0,0363x + 8,6025$  ( $R = 0,756$ ) a  $25 \pm 1$  °C].

O aumento no pH do albúmen com o tempo de armazenamento também foi observado por SINGH & PANDA (1988), SCOTT & SILVERSIDES (2000), SILVERSIDES & SCOTT (2001), e SILVERSIDES & BUDGELL (2004). SINGH & PANDA (1988), ao armazenarem ovos a  $5 \pm 1$  °C obtiveram menores valores de pH comparado a  $32 \pm 2$  °C.

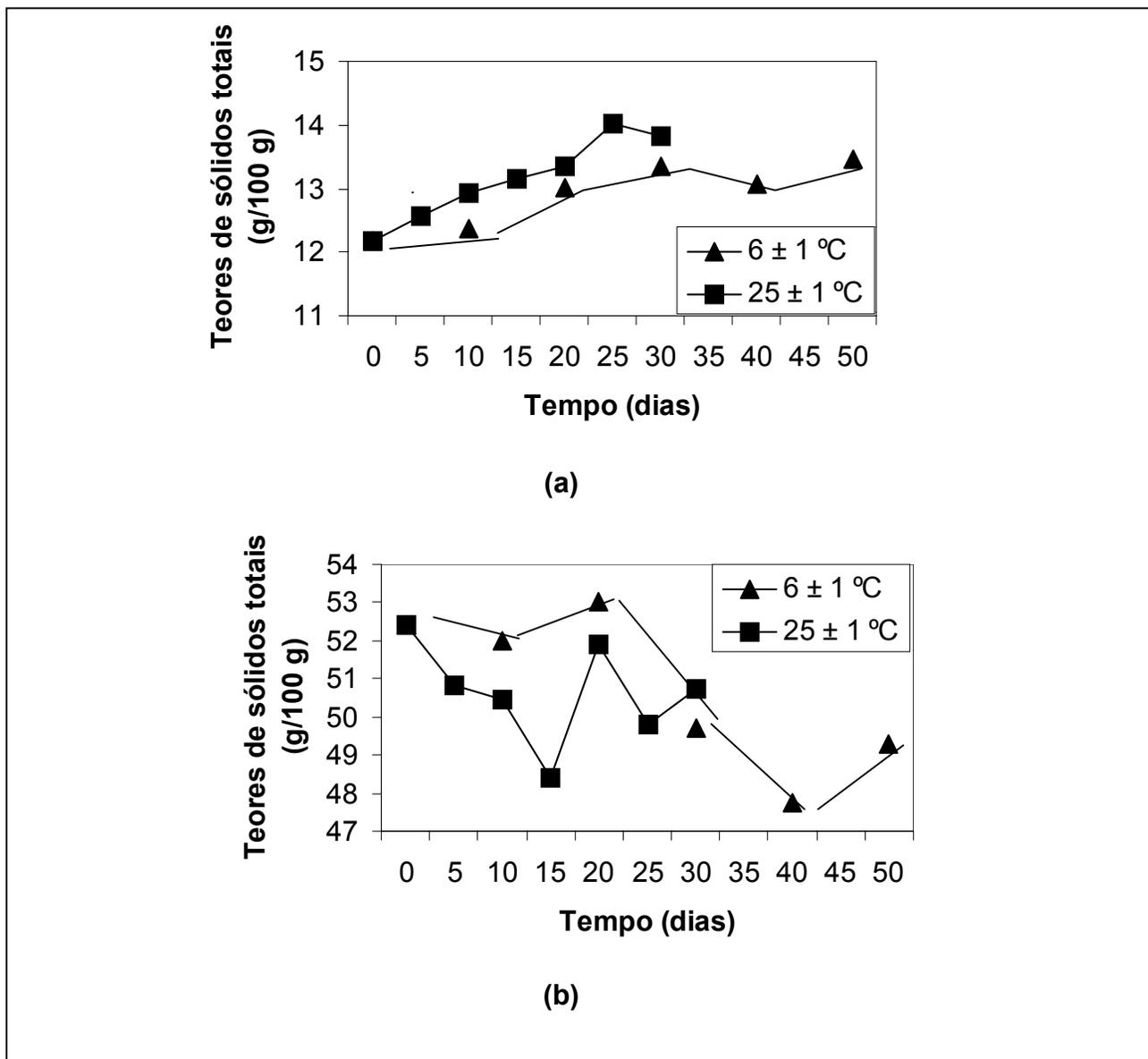


**Figura 8.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento no pH do albúmen em ovos durante o armazenamento a  $6 \pm 1$  °C/60 % UR e a  $25 \pm 1$  °C /66 % UR.

Os teores de sólidos totais do albúmen aumentaram durante o armazenamento em ambas as temperaturas pesquisadas (Figura 9a). Estes resultados são esperados, pois ocorre uma perda de umidade do albúmen para o exterior através da casca e para a gema durante o armazenamento. Assim o teor de sólidos aumenta no albúmen (AHN et al., 1997). Este resultado pode ser confirmado por meio das inclinações das equações de correlação linear [ $y = 0,0258x + 12,265$  ( $R = 0,906$ ) a  $6 \pm 1$  °C e  $y = 0,059x + 12,259$  ( $R = 0,973$ ) a  $25 \pm 1$  °C].

Para a gema (Figura 9b), ocorreu uma redução nos teores de sólidos totais na temperatura de  $6 \pm 1$  °C, e uma redução seguida de um aumento (valor similar ao tempo 0) na temperatura de  $25 \pm 1$  °C. Este aumento de sólidos na gema no final do armazenamento não é esperado, indicando que fatores externos podem ter influenciado nos resultados da análise. As equações das retas obtidas por regressão linear foram  $y = - 0,0994x + 53,691$  ( $R = 0,815$ ) e  $y = - 0,0404x + 51,253$  ( $R = 0,328$ ) para as temperaturas de  $6 \pm 1$  °C e  $25 \pm 1$  °C, respectivamente. O baixo coeficiente de correlação obtido para maiores temperaturas confirma a hipótese de que algum fator externo deve ter influenciado nos resultados, pois deveria ter ocorrido uma redução

mais acentuada dos sólidos da gema durante o armazenamento, devido à transferência de água proveniente do albúmen.



**Figura 9.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de sólidos totais do albúmen (a) e da gema (b) durante o armazenamento a  $6 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}/60 \text{ } \%$  UR e a  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}/66 \text{ } \%$  UR.

Os teores de bases voláteis totais observados nas amostras de ovos coletadas e analisadas durante o armazenamento encontram-se na Tabela 12. A presença de bases voláteis totais foi detectada somente aos 20 dias para a gema e para o albúmen de ovos armazenados à  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  e aos 20 e 30 dias para gema e albúmen, respectivamente, em ovos armazenados à  $6 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os teores diminuíram aos 25 e aos 40 dias e aumentaram aos 30 e 50 dias para ovos armazenados a  $25 \pm 1$  e a  $6 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectivamente. Foram obtidos coeficientes de variação elevados para as

amostras. Estes resultados indicam que a formação de bases voláteis ocorreu de forma aleatória, não seguindo um comportamento possível de ser correlacionado com o armazenamento. Desta forma, as bases voláteis totais não foram eficientes para acompanhar a qualidade de ovos durante o armazenamento.

**Tabela 12.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nas bases voláteis totais em ovos

Temperatura / tempo (dias)	Bases voláteis totais (mg/100 g)	
	Gema	Albúmen
<b>6 ± 1 °C / 60% UR</b>		
0	nd <sup>c</sup>	nd <sup>c</sup>
10	nd <sup>c</sup>	nd <sup>c</sup>
20	21,98 <sup>b</sup> (145)	nd <sup>c</sup>
30	11,80 <sup>bc</sup> (106)	18,24 <sup>b</sup> (97)
40	nd <sup>c</sup>	nd <sup>c</sup>
50	54,95 <sup>a</sup> (5)	73,154 <sup>a</sup> (45)
<b>25 ± 1 °C / 66% UR</b>		
0	nd <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>
5	nd <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>
10	nd <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>
15	nd <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>
20	20,13 <sup>b</sup> (83)	33,12 <sup>a</sup> (117)
25	nd <sup>c</sup>	nd <sup>b</sup>
30	50,52 <sup>a</sup> (69)	44,04 <sup>a</sup> (47)

n = 10. nd= não detectado. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) seguidos de letras diferentes, apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

Dentre as aminas pesquisadas, apenas a espermidina, a espermina, a agmatina e a putrescina foram detectadas nas gemas dos ovos durante o armazenamento (Tabela 13). No albúmen foi detectada somente espermidina nas concentrações de 0,482 e 0,347 mg/kg aos 40 e 50 dias de armazenamento, respectivamente.

Como pode ser observado na Tabela 13, os teores de espermidina aumentaram ao longo do armazenamento nas duas temperaturas, atingindo uma concentração significativamente maior na gema aos 15 e 40 dias, quando armazenados à  $25 \pm 1$  e a  $6 \pm 1$  °C, respectivamente. Posteriormente, houve uma queda significativa dos teores desta amina em ambas as temperaturas. Quando um máximo de espermidina foi observado, detectou-se também a presença de agmatina e de putrescina, as quais não haviam sido detectadas anteriormente. A espermina foi detectada em gema de ovos somente aos 30 dias de armazenamento a  $25 \pm 1$  °C. A presença de putrescina e agmatina no decorrer do armazenamento poderiam indicar início de deterioração, visto que estas são aminas biogênicas. Baseado neste fato, a vida de prateleira para ovos armazenados à  $6 \pm 1$  °C/60% UR e à  $25 \pm 1$  °C/66% UR seria de 40 e 15 dias

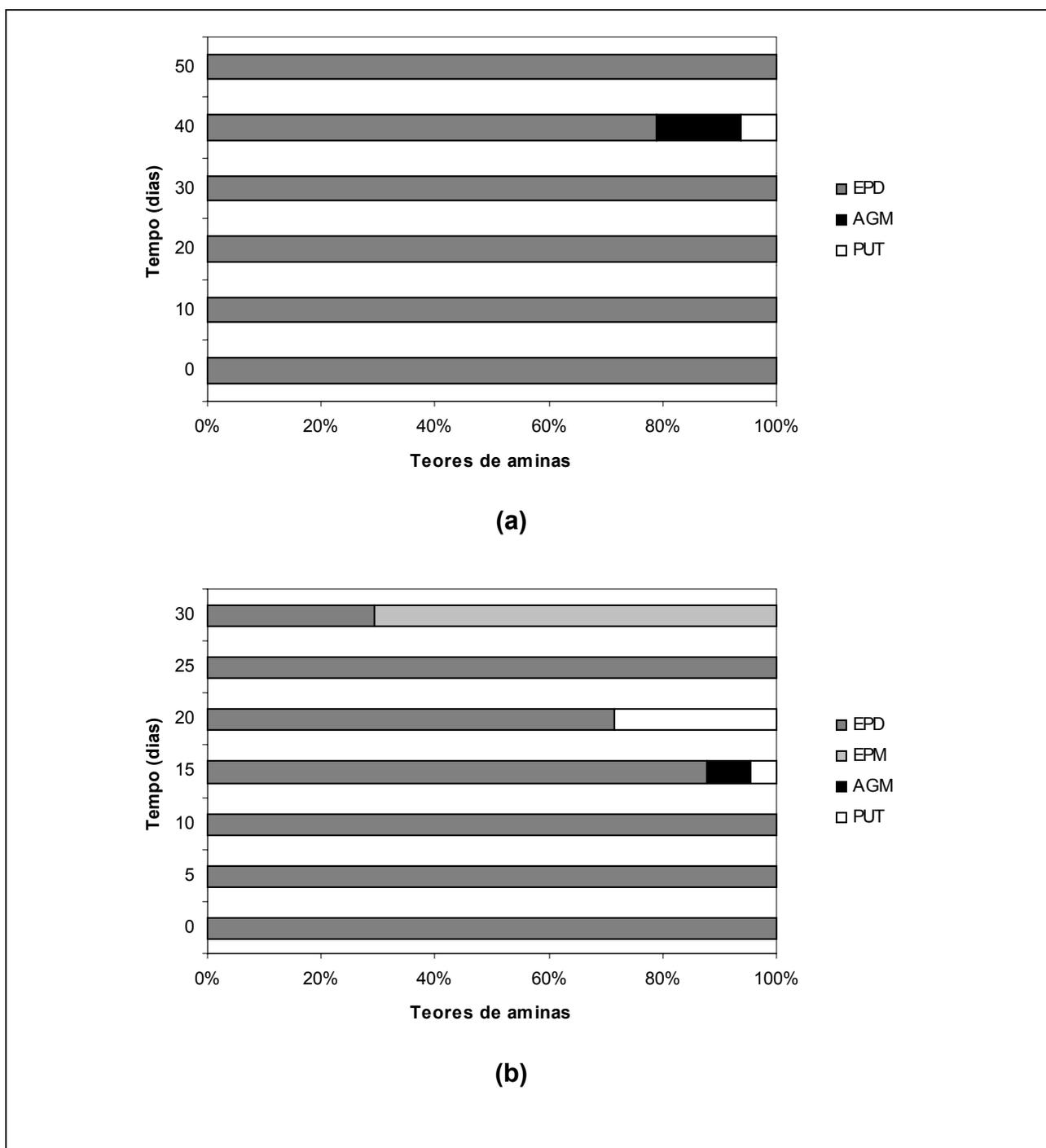
respectivamente, já que as aminos citadas acima foram detectadas neste período. Estudos são necessários para elucidar o mecanismo e determinar os fatores que podem afetar a formação destas aminos no ovo durante o armazenamento.

**Tabela 13.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de aminos bioativas em gema de ovos

Temperatura / tempo (dias)	Teores de aminos (mg/kg)				
	EPD	EPM	AGM	PUT	Total
<b>6 ± 1 °C / 60% UR</b>					
0	0,368 <sup>bc</sup>	nd	nd	nd	0,368 <sup>c</sup>
10	0,193 <sup>bc</sup>	nd	nd	nd	0,193 <sup>f</sup>
20	0,391 <sup>b</sup>	nd	nd	nd	0,391 <sup>b</sup>
30	0,360 <sup>bc</sup>	nd	nd	nd	0,360 <sup>d</sup>
40	1,840 <sup>a</sup>	nd	0,346	0,143	2,329 <sup>a</sup>
50	0,294 <sup>c</sup>	nd	nd	nd	0,294 <sup>e</sup>
<b>25 ± 1 °C / 66% UR</b>					
0	0,368 <sup>bc</sup>	nd	nd	nd	0,368 <sup>e</sup>
5	0,258 <sup>c</sup>	nd	nd	nd	0,258 <sup>g</sup>
10	0,928 <sup>b</sup>	nd	nd	nd	0,928 <sup>c</sup>
15	1,157 <sup>a</sup>	nd	0,101	0,060	1,318 <sup>b</sup>
20	0,422 <sup>b</sup>	nd	nd	0,169	0,591 <sup>d</sup>
25	0,290 <sup>c</sup>	nd	nd	nd	0,290 <sup>f</sup>
30	0,461 <sup>bc</sup>	1,106	nd	nd	1,567 <sup>a</sup>

n = 10. nd = não detectado. EPD = espermidina; EPM = espermina; PUT = putrescina; AGM = agmatina. Em cada temperatura, as medianas nas colunas seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Kruskal-Wallis. (não detectado < 0,05 mg/kg para cada amina).

A contribuição de cada amina ao teor total em gema de ovos com 30 dias à 25 ± 1 °C e com 50 dias à 6 ± 1 °C está indicada na Figura 10. Quando os ovos foram armazenados à 6 ± 1 °C, o perfil de aminos só foi alterado aos 40 dias, retomando o perfil anterior aos 50 dias. Por outro lado, durante o armazenamento a 25 ± 1 °C o perfil foi alterado a partir do 15º dia.

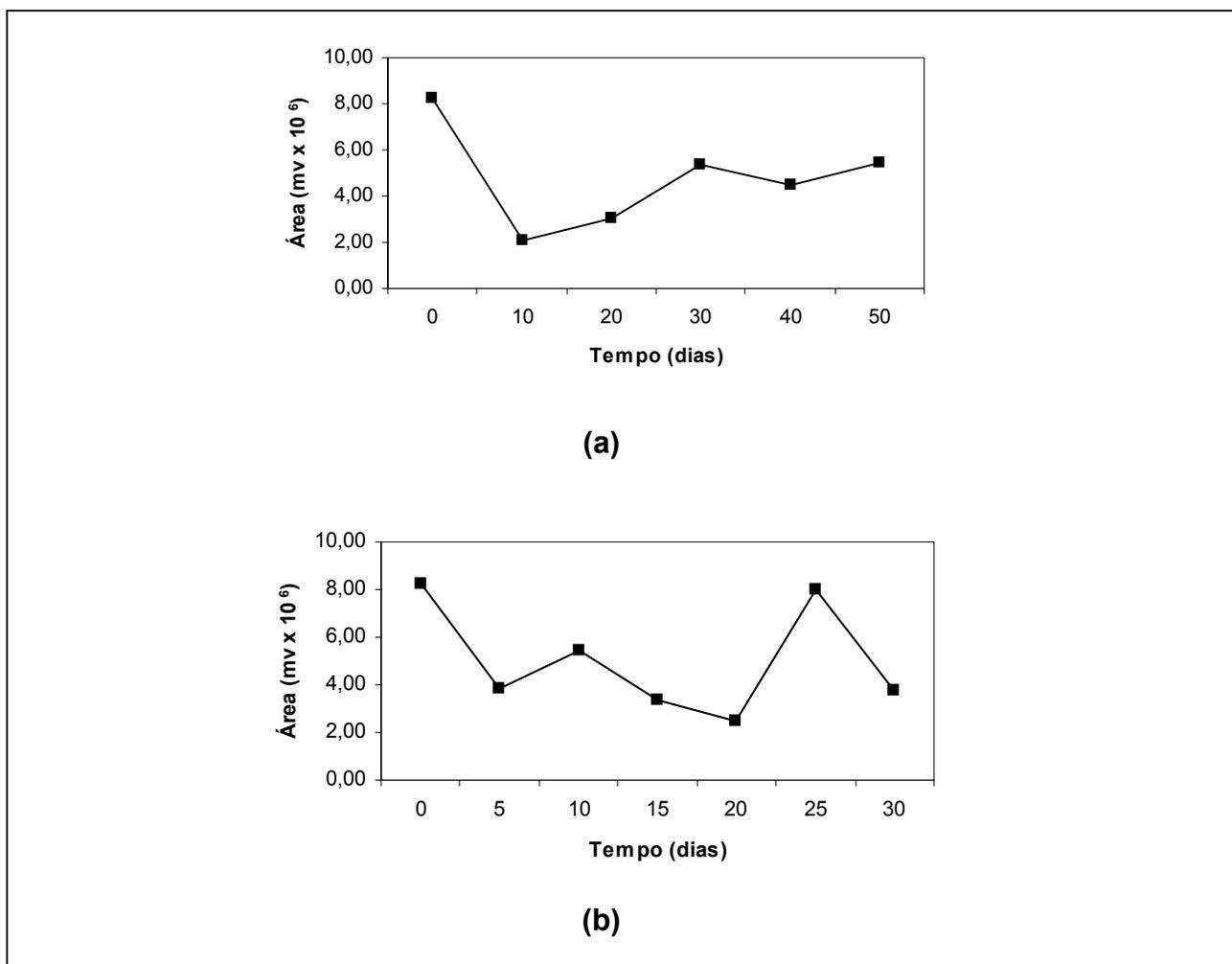


**Figura 10.** Contribuição de aminas ao teor total em ovos armazenados à (a)  $6 \pm 1$  °C e a (b)  $25 \pm 1$  °C. EPD = espermidina; EPM = espermina; PUT = putrescina; AGM = agmatina.

Resultados diferentes dos encontrados neste estudo foram descritos por SAITO et al. (1992), que avaliaram ovos deteriorados quanto ao teor de aminas bioativas, e encontraram 15,2 mg/kg de putrescina e 55,2 mg/kg de cadaverina. Histamina, tiramina, espermidina e espermina estavam em níveis abaixo do limite de detecção.

A amina detectada inicialmente em albúmen de ovos frescos permaneceu no mesmo durante todo o período de armazenamento nas duas temperaturas, sendo

observado no cromatograma variações na altura do pico. O comportamento desta durante o período em que os ovos foram armazenados pode ser visualizado na Figura 11.



**Figura 11.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na área do pico de uma amina não identificada em albúmen de ovos armazenados a  $6 \pm 1$  °C (a) e  $25 \pm 1$  °C (b).

Os baixos teores de aminas encontrados em gema de ovo no início e no final do armazenamento para as duas temperaturas pode ser explicado pelo fato deste alimento ter a casca como barreira física de proteção contra invasão por microrganismos. Além disso, as membranas da casca e o albúmen auxiliam na defesa do ovo contra a contaminação (THERON et al., 2003; JONES et al., 2004). No albúmen, a presença de enzimas com atividade antimicrobiana pode ter impedido o desenvolvimento de microrganismos e a formação de algumas aminas (STADELMAN & COTTERILL, 1977; BURLEY, 1990; BRAKE et al., 1997). Além disso, o pH ideal para o desenvolvimento da atividade descarboxilase é menor que o pH atingido pelo

albúmen (8,02 - 9,41) durante o armazenamento (VOIGT & EITENMILLER, 1977; COUTTS et al., 1986).

## CONCLUSÕES

Os ovos recém obtidos de poedeiras Dekalb com 24 semanas de idade apresentaram um peso médio de 56,85 g, enquanto que o albúmen e a gema pesaram 32,10 e 12,98 g, respectivamente. Os ovos foram caracterizados ainda quanto ao volume (52,14 cm<sup>3</sup>), área superficial (68,09 cm<sup>2</sup>), densidade (1,061 cm<sup>3</sup>/g), altura de albúmen (9,67 mm), unidades Haugh (98,55 UH); peso (5,77 g), espessura (0,49 mm) e percentagem de casca (10,13%); força para fraturar a casca (3,54 kg), deformação (0,302 mm), firmeza (11,81 kg/mm) e pH do albúmen (8,02). As bases voláteis totais estavam ausentes em gema e albúmen. A espermidina foi detectada na gema em teores de 0,368 mg/kg. No albúmen foi detectada uma amina não identificada.

Durante o armazenamento foram observados perda de peso do ovo e do albúmen, ganho de peso da gema, diminuição na altura do albúmen, nas unidades Haugh e na densidade mais acentuados sob armazenamento a 25 ± 1 °C. Ocorreu um aumento na força necessária para fraturar a casca e na deformação em ovos armazenados a 6 ± 1 °C. A espessura, percentagem e o peso da casca assim como o volume e a área superficial do ovo permaneceram constantes nas duas temperaturas de armazenamento.

Observou-se uma elevação no pH do albúmen, no entanto este permaneceu constante a partir de 10 e 20 dias em ovos armazenados a 25 ± 1 °C e a 6 ± 1 °C, respectivamente. Ocorreram variações aleatórias nos teores de bases voláteis totais. Os teores de sólidos totais aumentaram no albúmen em ambas as temperaturas e sofreram uma redução na gema de ovos armazenados a 6 ± 1 °C.

Foram encontrados baixos teores de aminas sendo que a espermidina foi predominante na gema nas duas temperaturas. No albúmen de ovos armazenados a 6 ± 1 °C esta amina foi detectada aos 40 dias. Na gema a putrescina e a agmatina foram encontradas aos 15 e 40 dias durante o armazenamento a 25 ± 1 °C e a 6 ± 1 °C. Houve o aparecimento de espermina aos 30 dias em ovos armazenados a 25 ± 1 °C. Os teores totais de aminas na gema aumentaram durante o armazenamento, atingindo valores máximos aos 40 e 15 dias a 6 ± 1 °C e a 25 ± 1 °C, respectivamente. Sugere-se o teor total de aminas na gema como índice de qualidade, sendo que ovos contendo teores > 1,0 mg/kg na gema são considerados de baixa qualidade. Assim, a vida de prateleira para ovos seria de 40 dias a 6 ± 1 °C e 15 dias a 25 ± 1 °C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABABOUC, L.; AFILAL, M.E.; RHAFIRI, S.; BUSTA, F.F. Identification of histamine-producing bacteria isolated from sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature (25 °C). *Food Microbiology*, v. 8, p. 127-136, 1991.
- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, v. 76, p. 914-919, 1997
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agrícola*, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001.
- AVISITE. Disponível em:  
 <<http://www.avisite.com.br/noticias/maisnotss.asp?CodCategoria=&CodNoticia=6620&Mes=3&Ano=2006>> Acesso em 18 abril 2006.
- BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo. *Caderno Técnico da Escola de Veterinária UFMG*, Belo Horizonte, n. 21, p. 43-59, 1997.
- BAIXAS-NOGUERAS, S.; BOVER-CID, S.; VECIANA-NOGUÉS, T.; VIDAL-CAROU, M.C. Chemical and sensory changes in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) under refrigeration (6-8 °C) and stored in ice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, p. 6504-6510, 2002.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends in Food Science and Technology*, v. 6, p. 341-346, 1995.
- BARDÓCZ, S.; DUGUID, T.J.; BROWN, D.S.; GRANT, G.; PUSZTAI, A.; WHITE, A.; RALPH, A. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. *British Journal of Nutrition*, v.73, p.819-928, 1995.
- BENABDELJELIL, K.; RYADI, A. Egg quality: a preliminary case study. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, v. 39, n. 2, p. 143-147, 1991.
- BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. *Biosystems Engineering*, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.
- BRAKE, J.; WALSH, T.J.; JR. BENTON, C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R.; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. *Poultry Science*, v. 76, p. 144-151, 1997.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. DOU. Brasília atualizado em 1997.
- BRASIL. Instrução normativa nº 20 de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – sal e salmoura: DIPOA, Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1999.
- BRINK, B.T.; DAMINK, C.; JOOSTEN, H.M.L.J.; VELD, J.H.J.H. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 11, p. 73-84, 1990.
- BURLEY, R.W. The hen's egg as a model for food technology. *Food Research Quarterly*, v. 50, n. 2, p. 42-47, 1990.
- CEPERO, R.; ALFONSO, M.; ARNAIZ, A.; ALVARO, J.R.; ELÍA, I.; ENFEDAQUE, A. Effects of transport and storage conditions on the commercial quality of eggs. In: BRIZ, R.C. *Egg and egg products quality*, Zaragoza, 1995, 429 p.
- COUTTS, R.T.; BAKER, G.B.; PASUTTO, F.M. Foodstuffs as sources of psychoactive amines and their precursors: content, significance and identification. *Advances in Drug Research*, v. 15, p. 169-231, 1986.
- DE KETELAERE, B.; GOVAERTS, T.; COUCKE, P.; DEWIL, E.; VISSCHER, J.; DECUYPERE, E.; BAERDEMAEKER, J. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons. *British Poultry Science*, v. 43, p. 238-244, 2002.
- DOGAN, H.K.; BAYINDIRLI, L. Mechanism of egg deterioration induced by exposure to high temperatures. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 66, n.10, p. 1060-1063, 1996.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Disponível em: <[http://www.cnpdia.embrapa.br/menutop\\_imprensa\\_avessui.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/menutop_imprensa_avessui.html)> Acesso em 24 abril 2006.
- EDMOND, A.; KING, L.A.; SOLOMON S.E.; BAIN, M.M. Effect of environmental enrichment during the rearing phase on subsequent eggshell quality in broiler breeders. *British Poultry Science*, v. 46, n. 2, p. 182-189, 2005.
- ENSMINGER, M.E. *Poultry science*. 3 ed. Illinois: Interstate Publishers, 1992. 469 p.
- FARIA, D.E.; FILHO, D.E.F.; RIZZO, M.F. Interação nutrição e qualidade de ovos para processamento industrial. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/ovos\\_CBNA.2002.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/ovos_CBNA.2002.pdf)> Acesso em 24 out. 2005

- FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; RAHN, A.P.; SAVAGE, S.I. The influence of layer flock age on egg component yields and solids content. *Poultry Science*, v. 60, p. 983-987, 1981.
- FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M.; RAHN, A.P. The relationship of layer flockage and egg component yields and solids content. *Poultry Science*, v. 62, p. 1800-1805, 1983.
- HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, v. 5, p. 42-49, 1994.
- HAMILTON, R.M.G.; HOLLANDS, K.G.; VOISEY, P.W.; GRUNDER, A.A. Relationship between egg shell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field – a review. *World's Poultry Science Journal*, v.35, p. 177-190, 1979a.
- HAMILTON, R.M.G.; THOMPSON, B.K.; VOISEY, P.W. The effects of age and strain on the relationships between destructive and non-destructive measurements of eggshell strength for white leghorn hens. *Poultry Science*, v. 58, p. 1125-1132, 1979b.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry Science*, v.61, p. 2022-2039, 1982.
- HUNTON, P. Understanding the architecture of the egg shell. *World's Poultry Science Association*, v. 51, p. 141-147, 1995.
- HURST, W.J. A review of HPLC methods for the determination of selected biogenic amines in foods. *Journal of Liquid Chromatography*, v. 13, n. 1, p. 1-23, 1990.
- HUTCHISON, M.L.; GITTINS, J.; WALKER, A.; MOORE, A.; BURTON, C.; SPARKS, N. Washing table eggs: a review of the scientific and engineering issues. *World's Poultry Science Journal*, v. 59, p. 233-248, 2003.
- IAL (Instituto Adolfo Lutz). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo: IAL, 1985. v. 1, 533 p.
- JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T.; NORTHCUT, J.K. Variations in external and internal microbial populations in shell eggs during extended storage. *Journal of Food Protection*, v. 67, n.12, p. 2657-2660, 2004.
- JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science*, v. 84, p. 1774-1777, 2005.
- KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*, v. 90, p. 219-230, 2005.

- KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; DE DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. *European Food Research and Technology*, v. 222, p. 727-732, 2006.
- KOEHLER, H.H. Physicochemical appraisal of changes in egg white during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 22, n 2, p. , 1974
- LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal). *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. v. 2. Brasília, 1981.
- LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em alimentos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 33, n. 1, p. 70-79, 1999.
- LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B.; GOVAERTS, T.; DE DE KETELAERE, B.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. *British Poultry Science*, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.
- MAHAPATRA, C.M.; PANDEY, N.K. Estimation of egg shell strength from egg weight, shape index, specific gravity and egg surface area in different breeds of chicken. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 59, n. 1, p. 181-183, 1989.
- MAPA. Decreto n. 56585 de 20 de julho de 1965. Aprova as novas especificações para a classificação e fiscalização do ovo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1965.
- MAPA. Portaria n. 01 de 21 de fevereiro de 1990. Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1990.
- MAPA. Portaria n. 108 de 4 de setembro de 1991. Aprova os métodos analíticos para controle de alimentos para uso animal, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1991.
- MATHEWS, S.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Chemical indices of food decomposition. *Trends in Food Science e Technology*, v. 1, p. 89-91, 1990.
- MAZZUCO, H.; ROSA, P.S.; JAENISCH, F.R.F. *Problemas de casca de ovos: identificando as causas*. Concordia: Embrapa, 1998. 20 p.
- MIETZ, J.L.; KARMAS, E. Chemical quality index of canned tuna as determined by HPLC. *Journal of Food Science*, v. 42, p. 155-158, 1977.
- MILES, R.D. *Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos*. In: IV Simpósio Goiano de Avicultura, 2000, Goiânia. Anais... Goiânia: Sebrae, 2000. p. 163-173.
- MOHAN, B.; RAMAKRISHNAN, M.; MANI, V. Influence of egg weight on quality characteristics of commercial chicken egg. *Indian Veterinary Journal*, v. 69, p. 41-44, 1992.

- MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J.; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em diferentes supermercados na cidade de Uberlândia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 49, p. 365-373, 1997.
- NARUSHIN, V.G. Shape geometry of the avian egg. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 79, n. 4, p. 441-448, 2001.
- NARUSHIN, V.G.; KEMPEN, T.A.; WINELAND, M.J.; CHRISTENSEN, V.L. Comparing infrared spectroscopy and egg size measurements for predicting eggshell quality. *Biosystems Engineering*, v. 87, n. 3, p. 367-373, 2004.
- OKAMOTO, A.; SUGI, E.; KOIZUMI, Y.; YANAGIDA, F.; UDAKA, S. Polyamine content of ordinary foodstuffs and various fermented foods. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, v. 61, n. 9, p. 1582-1584, 1997.
- OLIVEIRA, B.L. *Avicultura: Produção de ovos comerciais*. Universidade Federal de Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991, p. 72.
- ORDÓNEZ, J.A. Ovos e produtos derivados. In: *Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 269-279.
- OVERFIELD, N.D. Egg quality assessment techniques at laboratory and field level. In: BRIZ, R.C. *Egg and egg products quality*. Zaragoza: 1995, 429 p.
- PARSONS, A.H. Structure of the eggshell. *Poultry Science*, v. 61, p. 2013-2021, 1982.
- RODRIGUEZ-NAVARRO, A.; KALIN, O.; GARCIA-RUIZ, J.M. Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. *British Poultry Science*, v. 43, p. 395-403, 2002.
- ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. *The avian egg*. New York: John Wiley, 1963. 918 p.
- ROSE, S.P. *Principles of Poultry Science*. New York: CAB international, 1997. 135 p.
- SAITO, K.; HORIE, M.; NOSE, N.; NAKAGOMI, K.; NAKAZAWA, H. Determination of polyamines in foods by liquid chromatography with on-column fluorescence derivatization. *Analytical Sciences*, v. 8, p. 675-680, 1992.
- SALAZAR, M.T.; SMITH, T.K.; HARRIS, A. High-performance liquid chromatographic method for determination of biogenic amines in feedstuffs, complete feeds, and animal tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 48, p. 1708-1712, 2000.
- SEILER, N. Polyamines. *Journal of Chromatography*, v. 379, p. 157-176, 1986.
- SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, v. 79, p. 1725- 1729, 2000.

- SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, v. 29, n. 7, p. 675-690, 1996.
- SILLA-SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 29, p. 213-231, 1996.
- SILVA, C.M.G.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at  $4 \pm 1$  °C and in chicken-based meat products. *Food Chemistry*, v. 78, p. 214-248, 2002.
- SILVA, J.C.T. A avicultura de postura em 2005. Disponível em: <[http://www.avesevovos.com.br/m\\_ovos\\_analise.html](http://www.avesevovos.com.br/m_ovos_analise.html)> Acesso em: 18 abril 2006.
- SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science*, v. 72, p. 760-764, 1993.
- SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poultry Science*, v. 73, p. 50-55, 1994.
- SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, v. 80, p. 1240-1245, 2001.
- SILVERSIDES, F.G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, v. 83, p. 1619-1623, 2004.
- SILVESTRE, M.C. *Determinação das poliaminas da clara do ovo e sua participação na reação de Maillard*. Campinas: Unicamp. 1979. 55 f. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).
- SINGH, R.P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 60, n. 1, p. 114-117, 1990.
- SMITH, T.A. Amines in food. *Food Chemistry*, v. 6, p. 169-200, 1980-81.
- SOLOMOM, S.E. *Egg and eggshell quality*. London: Wolfe Publishing Ltd, 1991. 149 p.
- SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. *Aves e ovos*. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137 p.
- STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. *Egg science and technology*. 2 ed. Westport: Avi Publishing Company, 1977. 323 p.
- THARRINGTON, J.B.; CURTIS, P.A.; JONES, F.T.; ANDERSON, K.E. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens. *Poultry Science*, v. 78, p. 591-594, 1999.

- THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J.F.R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. *Food Research International*, v. 36, p. 969-975, 2003.
- TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; MINAZZI-RODRIGUES, R.S. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. Disponível em: <[http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/hemeroteca/cta/vol20n2/cta20n2\\_3.pdf](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/hemeroteca/cta/vol20n2/cta20n2_3.pdf)>. Outubro 2000. Acesso em: 24 out. 2005.
- USDA (United States Department of Agriculture). Egg grading manual. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf>> Acesso em 12 abril 2006.
- VALE, S.R.; GLÓRIA, M.B.A. Methodology for the determination of biogenic amines in cheese. *Journal of the Association of Official Analytical Chemistry International*, v. 80, n. 5, p. 1006-1012, 1997.
- VECIANA-NOGUÉS, M.C.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationship with microbial counts, ATP-related compounds volatile amines and organoleptic changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, p. 2036-2041, 1997.
- VOIGT, M.N.; EITENMILLER, R.R. Production of tyrosine and histidine decarboxylase by dairy-related bacteria. *Journal of Food Protection*, v. 40, n.4, p.241-245, 1977.
- VOISEY, P.W.; HAMILTON, R.M.G.; THOMPSON, B.K. The effect of temperature on the resistance of the hen's egg shell to fracture under impact and compression and to deformation under non-destructive forces. *Poultry Science*, v. 58, p.1149-1153, 1979.
- YAO, S.; YANG, X.; ZHANG, H.; XIE, Y.; WEI, W. Determination of ammonia and aliphatic amines in food by ion chromatography with double-cell bulk acoustic wave detection. *Journal of the Association of Official Analytical Chemistry International*, v. 81; n. 5, p. 1099-1103; 1998.
- YASHODA, K.P.; RAO, R.J.; MAHENDRAKAR, N.S.; RAO, D.N. Egg loaf and changes in its quality during storage. *Food Control*, v. 15, p. 523-526, 2004.



## APÊNDICE

**Tabela 1.** Influência da temperatura e do tempo de armazenamento nos teores de umidade em albúmen e gema de ovos

Temperatura /Tempo (dias)	Teor de umidade (g/100 g)	
	Albúmen	Gema
<b>6 ± 1 °C/60 % UR</b>		
0	87,83 <sup>a</sup> (0,5)	47,57 <sup>bc</sup> (1,0)
10	87,64 <sup>ab</sup> (0,5)	48,01 <sup>ab</sup> (3,8)
20	86,98 <sup>bc</sup> (1,0)	43,93 <sup>d</sup> (1,9)
30	86,64 <sup>c</sup> (0,5)	50,29 <sup>ab</sup> (3,2)
40	86,92 <sup>bc</sup> (0,4)	52,25 <sup>a</sup> (7,9)
50	86,53 <sup>c</sup> (0,8)	50,71 <sup>a</sup> (1,5)
<b>25 ± 1 °C/66 % UR</b>		
0	87,83 <sup>a</sup> (0,5)	47,57 <sup>c</sup> (1,0)
5	87,42 <sup>ab</sup> (0,7)	49,19 <sup>bc</sup> (1,0)
10	87,08 <sup>ab</sup> (0,6)	49,56 <sup>bc</sup> (3,3)
15	86,85 <sup>ab</sup> (0,5)	51,60 <sup>a</sup> (1,1)
20	86,65 <sup>bc</sup> (1,3)	48,10 <sup>c</sup> (3,8)
25	85,99 <sup>c</sup> (0,4)	50,19 <sup>ab</sup> (2,0)
30	86,17 <sup>bc</sup> (1,3)	49,27 <sup>bc</sup> (5,3)

n = 10. Em cada temperatura, os valores médios (coeficientes de variação) seguidos de letras diferentes, apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.