

ANDRÉA KAMMERS PLETI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E VIDA DE PRATELEIRA DO OVO DE AVESTRUZ

**CURITIBA
2008**

ANDRÉA KAMMERS PLETI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E VIDA DE PRATELEIRA DO OVO DE AVESTRUZ

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de mestre no programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora:
Prof. Dr. Lys Mary Bileski Cândido

CURITIBA

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

P726c Pleti, Andréa Kammerz, 1978-
Caracterização química e vida de prateleira do ovo de
avestruz [manuscrito] / Andréa Kammerz Pleti. – 2008.
[13], 64 f. : il. [algumas color.] ; 30 cm.
Impresso.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor
de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de
Alimentos, 2008.
“Orientadora: Prof. Dr. Lys Mary Bileski Cândido”.
Bibliografia: f. 56-64.
1. Avestruz - Criação. 2. Ovos - Produção - Conservação.
3. Alimentos - Conservação. 4. Ovos - Controle de qualidade.
I. Universidade Federal do Paraná. II.. Cândido, Lys Mary
Bileski. III. Título.

CDD: 639.128524

Bibliotecário: Arthur Leitis Junior - CRB 9/1548

ANDRÉA KAMMERS PLETI

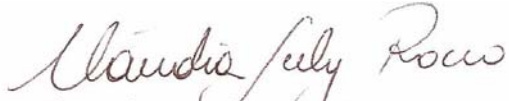
**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E VIDA DE PRATELEIRA DE OVO DE
AVESTRUZ**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora:



Prof.^a. Dr.^a LYS MARY BILESKI CÂNDIDO
Setor de Ciências da Saúde, UFPR



Prof.^a. Dr.^a. CLAUDIA SEELY ROCCO
Setor de Ciências da Saúde, UFPR



Prof.^a. Dr.^a ELIZABETH SANTIN
Setor de Ciências Agrárias, UFPR

Curitiba, 29 de agosto de 2008

Dedico
Ao Marcelo
pelo apoio, incentivo e compreensão
nos momentos de minha ausência.

À minha família
pela educação e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Deus por iluminar meu caminho e permitir que eu alcance meus objetivos.

À Professora Dra. Lys Mary Bileski Cândido pela dedicação e orientação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pelo fornecimento de bolsa de mestrado.

Ao meu marido.

Aos amigos Jair Lima, Lindamir Tomczak Túlio, pelo auxílio no laboratório.

Aos amigos Maria Isabel, Marcelo, Anne e por tornar mais alegre o tempo que passamos na Universidade, e pelo apoio.

À Professora Dra. Sila Mary Rodrigues Ferreira, pela permissão do uso do laboratório de Pós Graduação do Departamento de Nutrição.

Aos colegas e amigos do programa de Pós Graduação em Tecnologia de alimentos, pela troca de experiência e convivência.

Ao Rancho Maranatta pelo fornecimento das amostras.

A todos aqueles que colaboraram de alguma forma para a realização do trabalho.

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade interna do ovo de avestruz, as propriedades funcionais tecnológicas e determinar a vida de prateleira do ovo de avestruz armazenado sob refrigeração e temperatura ambiente foram utilizados 50 ovos de avestruz num período de 28 dias. Destes, metade foi armazenada em temperatura refrigerada 1 à 5°C e a outra metade foi armazenada em temperatura ambiente com variação de $25 \pm 3^\circ\text{C}$. As análises foram realizadas periodicamente aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento. Para: composição centesimal empregou-se os métodos propostos pela AOAC (2000). Foram determinados espessura e peso da casca, perda de peso, Unidade Haugh, pH do albúmen e da gema, viscosidade do albúmen e da gema, capacidade espumante e estabilidade espumante do albúmen, *Salmonella*, e *Coliformes totais*. Os dados foram avaliados pelo fatorial 2x 5. Houve pequena variação na composição centesimal. Ocorreu ao longo do armazenamento: perda de umidade em relação ao tempo e temperatura e, portanto perda de peso sendo mais evidente na temperatura ambiente. Observou-se aumento do pH da clara e da gema, queda da unidade Haugh e diminuição da viscosidade da clara e da gema com maior evidencia na temperatura ambiente. A estabilidade de espuma diminuiu, o líquido drenado aumentou e a capacidade espumante foi maior ao longo do tempo de armazenamento. Para todos os microorganismos analisados os resultados foram negativos. De acordo com os resultados pode-se concluir: a qualidade interna se altera ao decorrer do tempo e o armazenamento em temperatura de refrigeração mantém, por mais tempo, a qualidade interna dos ovos de avestruzes. A vida de prateleira dos ovos de avestruzes em temperatura ambiente é em média 21 dias de armazenamento já na temperatura de refrigeração a vida de prateleira do ovo é maior.

Palavras chaves: Ovo de avestruz. qualidade interna. viscosidade. unidade Haugh. vida de prateleira. armazenamento.

ABSTRACT

With the purpose of evaluating the internal quality of shell eggs determine the shelf life- and the technological functional properties of ostrich eggs were stored under refrigeration (from 1 up to 5°C) and room temperature with variation of 25 ± 3 °C for a period of 28 days. Sample 25 ostrich eggs of each treatment were periodically analyzed for chemical composition. thickness and eggshell weight, weight loss, Haugh Unit, pH of the albumen and yolk, albumen viscosity, capability of formation and stability of the egg white foam, besides the determination of *Salmonella* and total *coliformes*. The analyses were carried out periodically on the days: 3, 7, 14, 21 and 28 of storage. The design of experiments and the static analyses used was factorial 2×5 . Occurred along the storage: there was a little variation on the chemical composition, loss of humidity, and therefore loss of weight being more evident at room temperature. It was observed the pH increase of the yolk and egg white, slump at Haugh Unit and viscosity decrease of the yolk and egg white were more evident at room temperature. The foam stability decreased, the drained liquid increased and the foam capability got larger along the storage. For all the micro-organisms analysed the results were negative. According to the results it can be concluded: The inside quality changes along with the time and the storage at a refrigeration temperature keeps it, for longer time, the inside quality of the ostrich eggs. The shelf life of ostrich eggs at room temperature is about 21 days.

Key words: Ostrich egg, inside quality, viscosity, Haugh Unit, shelf life, storage

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 AVESTRUZ	3
2.2 OVO	4
2.2.1 Ovo de avestruz	5
2.2.2 Estrutura e composição do ovo	6
2.2.3 Clara do ovo	10
2.2.3.1 Ovalbumina	11
2.2.3.2 Ovotransferrina ou conalbumina	11
2.2.3.3 Ovomucóide	12
2.2.3.4 Ovoinibidor	13
2.2.3.5 Ovomucina	13
2.2.3.6 Lisozima	14
2.2.3.7 Ovoglobulinas G ₂ e G ₃	14
2.2.3.8 Ovoflavoproteína	14
2.2.3.9 Avidina	15
2.2.3.10 Ovomacroglobulina	15
2.2.4 Composição da gema	15
2.2.4.1 Proteínas da gema	18
2.2.4.2 Proteínas da fração de baixa densidade (LDF)	18
2.2.4.3 Proteínas da fração de densidade elevada (HDF)	18
2.2.4.3.1 Lipovitelina	18
2.2.4.3.2 Fosvitina	19
2.2.4.4 Proteínas da fração hidrossolúvel (HSF)	19
2.3 QUALIDADE INTERNA DO OVO	20
2.4 MICROBIOLOGIA DO OVO	22
2.5 ARMAZENAMENTO DO OVO	24
2.5.1 Alterações durante o armazenamento	25
2.6 FORMAÇÃO DE ESPUMA	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	30
3.1.1 Determinação de proteína	30
3.1.2 Determinação de cinzas	30
3.1.3 Determinação de umidade	31
3.1.4 Determinação de lipídios totais	31
3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO OVO	31
3.2.1 Espessura da casca (mm)	31
3.2.2 Peso da casca	31
3.2.3 Perda de peso	32
3.2.4 Qualidade interna do ovo: Unidade Haugh	32

3.2.5 pH do albúmen e da gema.....	33
3.2.6 Viscosidade.....	33
3.3 Formação e estabilidade de espumas.....	33
3.3.1 Capacidade espumante.....	33
3.3.2 Estabilidade da espuma.....	34
3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA.....	34
3.4.1 Pesquisa de <i>Salmonella</i>	34
3.4.2 Número mais prováveis de <i>coliformes totais e coliformes</i> <i>termotolerantes</i> em alimentos.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	36
4.1.1 Composição centesimal da clara.....	36
4.1.2 Composição centesimal da gema.....	38
4.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO OVO.....	41
4.2.1 Peso dos ovos.....	41
4.2.2 Perda de peso.....	41
4.2.3 Espessura da casca (mm).....	44
4.2.4 Qualidade interna do ovo: Unidade Haugh.....	45
4.2.5 pH do albúmen e da gema.....	48
4.2.6 Viscosidade.....	50
4.3 Formação e estabilidade de espumas.....	52
4.3.1 Capacidade espumante.....	52
4.3.2 Estabilidade da espuma (líquido drenado).....	53
4.4 MICROBIOLOGIA DO OVO.....	56
5 CONCLUSÕES.....	57
6 REFERÊNCIAS.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO OVO DE GALINHA.....	9
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE OVOS PRODUZIDOS POR DIFERENTES ESPÉCIES DE AVES.....	9
TABELA 3 - CARACTERÍSTICA FÍSICAS E QUÍMICAS DAS PRINCIPAIS PROTEÍNAS DA CLARA DE OVO.....	10
TABELA 4 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CLARA APÓS O ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADO.....	37
TABELA 5 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA GEMA APÓS O ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADO.....	39
TABELA 6 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CLARA E DA GEMA DE OVOS GALINHA EM SEPARADOS.....	41
TABELA 7 - PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH DE OVOS ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE.....	42
TABELA 8 - PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH DE OVOS ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO.....	42
TABELA 9 - PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH SEM REFRIGERAÇÃO.....	45
TABELA 10 - ANÁLISE BACTERIOLÓGICA PARA MICRORGANISMOS PATOGENICOS.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - COMPOSIÇÃO DA CLARA EM TEMPERATURA AMBIENTE.....	38
GRÁFICO 2 - COMPOSIÇÃO DA CLARA EM AMBIENTE REFRIGERADO.....	38
GRÁFICO 3 - COMPOSIÇÃO DA GEMA EM TEMPERATURA AMBIENTE	40
GRÁFICO 4 - COMPOSIÇÃO DA GEMA EM AMBIENTE REFRIGERADO.....	40
GRÁFICO 5 - CORRELAÇÃO LINEAR DA PERDA DE PESO (%) EM RELAÇÃO AO TEMPO DO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA.....	43
GRÁFICO 6 - CORRELAÇÃO LINEAR DA PERDA DE PESO (g) EM RELAÇÃO AO TEMPO DO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA.....	43
GRÁFICO 7- UNIDADE HAUGH EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADO.....	47
GRÁFICO 8 - UNIDADE HAUGH E PERDA DE PESO EM TEMPERATURA AMBIENTE.....	47
GRÁFICO 9 - UNIDADE HAUGH E PERDA DE PESO EM TEMPERATURA REFRIGERADA.....	48
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DE pH COM O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA	49
GRÁFICO 11 - VISCOSIDADE DA CLARA EM RELAÇÃO AO pH DA CLARA EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA.....	51
GRÁFICO 12 - VISCOSIDADE DA GEMA EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE.E REFRIGERADA.....	51
GRÁFICO 13 - CAPACIDADE ESPUMANTE EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS	

AMBIENTE E REFRIGERADO.....	53
GRÁFICO 14 - LÍQUIDO DRENADO EM FUNÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS AMBIENTE E REFRIGERADO NO TEMPO DE 30MINUTOS DE REPOUSO.....	54
GRÁFICO 15 - LÍQUIDO DRENADO EM FUNÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS AMBIENTE E REFRIGERADO NO TEMPO DE 60 MINUTOS DE REPOUSO.....	54
FIGURA 1 - DIAGRAMA DO OVO.....	8

INTRODUÇÃO

Pela designação "ovo" entende-se o ovo de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie de que procedem (BRASIL, 1990). O ovo é um alimento de grande valor nutritivo, e recomendado como alimento para uma dieta variada e equilibrada. O ovo é utilizado, com muita frequência, pela população brasileira, pois, além de apresentar preços acessíveis, faz parte também, do seu hábito alimentar.

Devido às suas características funcionais tecnológicas é amplamente utilizado pelas indústrias nos mais diversos produtos e preparações.

O ovo é um alimento de elevado teor de proteínas de excelente qualidade. Tão importante é o valor das proteínas do ovo, que a Organização Mundial de Saúde o propôs como padrão de referência para determinar a qualidade protéica de outros alimentos. Além disso, possui baixo custo sendo, portanto uma das principais fontes de proteínas de alto valor biológico da população de baixa renda.

O ovo de avestruz corresponde, em média, a 25 ovos de galinha, e os ovos inférteis servem para o consumo humano e para indústria de alimentos. No entanto não existe ainda legislação sobre o ovo de avestruz e também não foram encontrados muitos estudos sobre este tema. Sendo assim são necessárias pesquisas para avaliar a vida de prateleira do ovo de avestruz, para garantir o consumo com segurança e a as características funcionais tecnológicas para o melhor aproveitamento do ovo de avestruz pela indústria e para o consumo doméstico em preparações culinárias.

1.1 JUSTIFICATIVA

O ovo de avestruz sendo um produto recente no mercado, e em expansão, necessita de pesquisas para avaliação da vida de prateleira, caracterização das propriedades funcionais tecnológicas e utilização nos produtos alimentícios. Conforme pesquisado, ainda não existem na legislação parâmetros sobre estes aspectos e nem trabalhos científicos publicados. Portanto são necessários estudos para formulação destes parâmetros.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar as propriedades funcionais tecnológicas e determinar a vida de prateleira do ovo de avestruz armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração.

1.2.2 Objetivos Específicos

Ao longo do armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerada avaliar:

- a) Composição centesimal da clara e da gema, espessura da casca e seu peso.
- b) Perda de peso.
- c) Unidade Haugh
- d) Alteração do pH da clara e da gema
- e) Propriedade funcionais tecnológicas: viscosidade da clara e da gema e capacidade de formação e estabilidade da espuma da clara de ovo de avestruz.
- f) Qualidade microbiana

Correlacionar as variáveis estudadas com a temperatura de armazenamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AVESTRUZ

Os avestruzes pertencem à classe das aves e ao grupo e a família ratitas (*Ratitae*). São aves que não têm capacidade de voar e que apresentam características anatômicas e fisiológicas comuns, principalmente, com relação ao esterno plano e às asas atrofiadas. Também são denominadas aves corredoras (CARRER *et al.*, 2004).

Originário da Ásia, o avestruz traz diversas migrações assentando-se no continente africano. Pinturas rupestres constataam sua presença no Saara há 9000 anos. A exploração do avestruz não é um negócio novo, pois suas origens podem ser encontradas no final do século passado no Sul da África. O avestruz é indubitavelmente a maior ave do mundo. Os machos adultos medem 2,4 metros de altura e podem pesar mais de 100 kg. Com suas longas pernas podem alcançar a velocidade de 70 km/h quando necessário, com passos de 8 m de largura (SHANAWANY, 2004).

Vivem cerca de 60 a 70 anos, podendo chegar a 80 anos. São típicos habitantes das grandes planícies africanas. Podem ser encontrados numa variedade de diferentes *habitats* abertos, de savana a desertos. São capazes de viver em áreas pobres de vegetação e adaptar-se a temperaturas extremas, à falta de água e de alimentos. Possuem grande adaptação a estas condições, através de mecanismos de economia de água no organismo (CARRER *et al.*, 2004).

A alimentação dos avestruzes é bastante variada, poucos ingredientes não são aceitos nas dietas de avestruzes. Normalmente é utilizada uma mistura de alimentos como: forragens (gramíneas e leguminosas) vários tipos de capins, trevos, alfafas e cereais, na forma fresca ou conservada, além da utilização de restos de culturas ou hortaliças, frutas, raízes e tubérculos, sementes e cereais; farelos ou moídos como fubá de milho, farelo de trigo, farelo de soja; subprodutos agroindustriais como melaço, bagaço, leveduras; alimentos de origem animal como farinha de peixe, farinha de ostras; vitaminas e minerais. Muitos estrutiocultores optam pelo uso da ração junto com as forragens (CARRER *et al.*, 2004).

Hoje o cultivo de avestruzes é considerado o mais lucrativo entre os projetos de agricultura. São referidos com frequência como: “o cultivo do futuro” devido à grande variedade de comercialização de produtos e obtendo assim altos rendimentos. Avestruzes são explorados comercialmente por sua carne, couro e plumas (SHANAWANY, 2004).

A intensiva produção de avestruzes (*Struthio camelus*) em grandes rebanhos em várias partes do mundo está sendo um importante empreendimento econômico, principalmente devido ao alto valor de seu couro. Na Europa a carne de avestruz é conhecida popularmente por seu baixo conteúdo de colesterol quando comparado a carnes de outros animais (AMSALLEM-HOLTZMAN; BEN-ZVI, 1997).

O avestruz possui rendimento de carcaça em torno de 45 a 50%, porém respeitando técnicas de processamento e biosegurárias adequadas consegue-se elevar este índice para 50 a 55%, melhorando 20% na rentabilidade de produtos cárneos (CARRER *et al.*, 2004).

A criação de avestruzes vem aumentando atualmente e com isso cresce a oferta e procura por carnes, vísceras e ovos. Desta forma aumenta também o consumo desses produtos pela população.

2.2 OVO

O ovo comercial é o produto de uma eficiente transformação biológica feita pela galinha de postura. Esta ave transforma recursos alimentares de menor valor biológico em um produto com alta qualidade nutricional para o consumo humano. A transformação depende de fatores biológicos relacionados à fisiologia da ave e é influenciada pelo aporte nutricional e práticas de manejo e ambiente adequados para a sua criação (BERTECHINI, 2004).

Em termos estritamente técnicos, o produto que o consumidor encontra no comércio é um óvulo e não um ovo. Não há presença de machos nas granjas de produção e, portanto, os ovos não são fertilizados. Convencionou-se chamar o produto que é comercializado de ovo por questão legal. (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Para efeito de comercialização, os ovos são agrupados em três classes (BRASIL, 1990):

- Ovos frescos: aqueles que, apresentando cor e sabor característicos, não sofreram outras manipulações além de limpeza a seco. Observados em um ovoscópio, parecem completamente claros, sem qualquer tipo de sombra. A clara é firme, transparente e sem turvações. A gema é de cor uniforme, podendo oscilar do amarelo claro ao laranja avermelhado, sem aderência com a casca e conservando-se fechada e inteira. Mantém este status se forem comercializados em até 15 dias após a postura.
- Ovos refrigerados: os que se mantêm de 15 a 30 dias após a postura, em câmaras frigoríficas ou locais onde a temperatura não passe dos 4°C.
- Ovos conservados: aqueles que permaneceram em câmara frigorífica a 0°C durante um período entre um e seis meses.

Foram estabelecidas três categorias para a comercialização de ovos, como pode ser visto a seguir. A categoria A corresponde exclusivamente a ovos frescos. As categorias B e C correspondem a ovos frescos, refrigerados e conservados. Os ovos da categoria C não são destinados ao consumo *in natura*, sendo utilizados como matéria-prima nas indústrias alimentícias.

Pela designação "ovo" entende-se o ovo de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie de que procedem (BRASIL, 1990). O ovo é um corpo unicelular, formado no ovário ou oviduto. Compõe-se de protoplasma, vesículas germinativas e envoltórios, e contém os nutrientes essenciais para nutrir o gérmen da respectiva espécie (ORNELLAS, 1985). Os ovos têm peso médio de 58g e são constituídos por 8 a 11% de casca, 56 a 61% de clara e 27 a 32% de gema; a membrana da casca possui peso desprezível (ORDÓÑEZ et al., 2005).

2.2.1 OVO DE AVESTRUZ

O ovo de avestruz é o maior existente, equivalendo aproximadamente a 24 ovos de galinha doméstica e possui casca extremamente espessa, variando entre 1,5 e 3,0 mm. Em geral os ovos medem de 12 a 18 cm de altura e de 10 a 15 cm de largura e seu peso varia de 1,0kg a 2,0 kg. Do peso total do ovo 59,5% se refere ao

albúmem, 21% à gema e 19,5% à casca. A coloração pode ir de branco ao bege escuro. Os ovos inférteis de avestruz servem para o consumo humano e para a indústria de alimentos desde que não tenham sido incubados (CARRER *et al*, 2004).

2.2.2 Estrutura e composição de ovos

O ovo é um dos alimentos mais completos que existe, sendo composto de proteínas, glicídios, lipídios, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais. Cada um dos componentes exerce uma função específica, cabendo ressaltar que estes componentes podem ser alterados, através da manipulação da composição da dieta usada (SOUZA-; IEWERDT, 2005).

A casca é formada por uma matriz de fibras entrelaçadas de natureza protéica (escleroproteína e colágeno) e cristais de carbonato de cálcio intersticiais. A casca é rica em minerais. É perpassada por numerosos poros em forma de funil (7.000 a 17.000 por ovo), que dão lugar a ductos que conectam as membranas da casca e a cutícula. Esses poros são preenchidos por fibras de natureza protéica que evitam a entrada de microorganismos, porém permitem a troca gasosa. A superfície do ovo é coberta por uma camada protéica denominada cutícula; é composta por mucoproteínas cujos polissacarídeos são constituídos basicamente de glicose, manose, frutose e galactose. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

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; ROSA; JAENISCH, 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; ROSA; JAENISCH, 1998; MILES, 2000).

A membrana interna e a casca externa, formadas por queratina, agem como camadas protetoras contra rompimentos e invasões microbianas. Sua espessura é de apenas 0,01 a 0,02 mm (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996). A membrana da casca é constituída de duas camadas: uma mais espessa (externa), chamada “esponjosa”, próxima à casca; e outra mais fina (interna), também chamada “mamilária”. Ambas são formadas por fibras protéicas inter cruzadas. Na extremidade mais larga do ovo, essas membranas estão separadas, dando lugar a um espaço normalmente considerado como câmara de ar. Este espaço é preenchido por ar que entra através da casca, depois que o ovo é posto. O ovo sofre resfriamento após a postura, pois deixa o corpo da galinha, onde a temperatura era de aproximadamente 39°C e passa à temperatura ambiente; o resfriamento provoca uma contração e o vácuo resultante favorece a entrada de ar na câmara. A casca permite a troca de gases (entrada de oxigênio e saída de gás carbônico), o que é necessário para o desenvolvimento do embrião. No ovo fresco, deve-se encontrar ainda duas estruturas esbranquiçadas e enroladas, que ficam ligadas à gema e incluídas na clara. Essas estruturas, as chalazas, sustentam a gema no centro do ovo (BEIG; GARCIA, 1987).

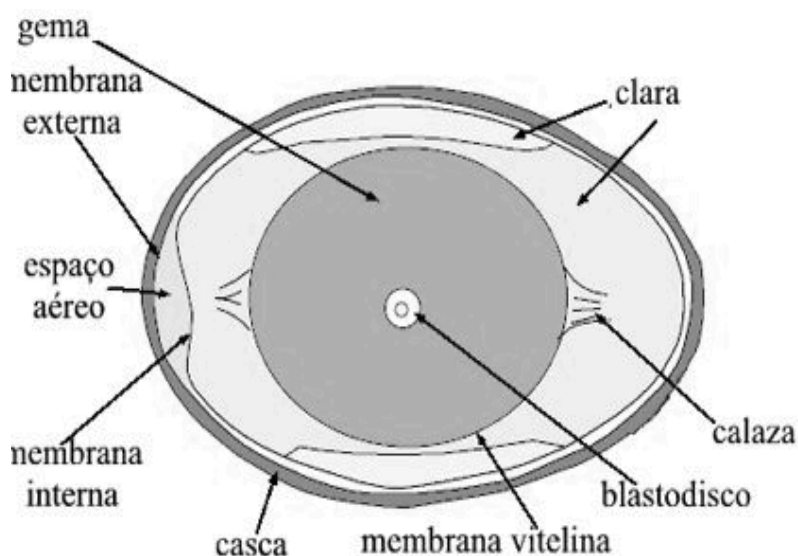
A clara do ovo é basicamente uma solução aquosa de proteínas de natureza viscosa. Possui quatro camadas distintas: externa fluida, densa, interna fluida e as chalazas (cordões de sustentação de gema) que constituem cerca de 23, 58, 17, 3% da clara (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Apresenta-se na Figura 1 um diagrama esquemático de um ovo. A gema contém camadas de cor amarelo claro e escuro, alternadas, cercadas pela membrana vitelina e inclui uma pequena gema branca que se estende do centro para o germe, onde o desenvolvimento do embrião, no ovo fértil, tem início. Essa gema branca nem sempre endurece completamente durante a cocção. (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

A chalaza, que mantém a gema em sua posição, no interior do ovo, é uma estrutura fibrosa, opaca, que se estende através da clara até as extremidades do ovo, de forma contínua, com uma camada chalazífera recobrindo a gema. Uma camada fluida da clara vem em seguida à gema, cercada após por uma clara espessa e, finalmente, por uma nova camada externa de clara fluida. A clara

espessa, também chamada saco albuminoso, adere à casca em cada extremidade do ovo, e cerca a camada albuminosa fina, mais interna (GRISWOLD, 1972).

FIGURA 1 -DIAGRAMA DO OVO



Fonte: <http://curlygirl.naturlink.pt/ovoave.jpg>

A composição aproximada da clara e da gema do ovo de galinha é apresentada na Tabela 1. Pode-se notar que a gema é composta por aproximadamente 50% de água sendo também muito rica em gorduras e proteínas e pobre em carboidratos. A gordura da gema é composta por colesterol (só 5% do total gorduroso) e, sobretudo, por triacilgliceróis e fosfolípidios. A composição pode variar bastante, dependendo do tipo de alimentação. Uma pequena parte dos carboidratos é formada de glicose em estado livre. Quanto ao conteúdo de minerais, o fósforo, o cálcio e o potássio são os mais importantes (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005). A clara possui 87 a 89% de água, 9,7 a 10,6% de proteína, segundo componente majoritário. O conteúdo lipídico é muito baixo (0,03%), os carboidratos 0,8% aparecem tanto unidos às proteínas como em estado livre; o componente majoritário é a glicose seguida da D-manose, e D-galactose, glicosamina, ácido siálico e galactosamina. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO OVO DE GALINHA

Componentes	Gema	Clara
Umidade (%)	51,0 – 52,0	87,0 – 88,0
Gorduras (%)	30,0 – 34,0	0,1 – 0,2
Proteínas (%)	16,0 – 17,0	10,6 – 10,9
Carboidratos (%)	1,0 – 1,5	0,8 – 1,5
Sais Minerais (%)	1,5 – 2,0	0,6 – 0,9
Valor calórico (cal/100g)	360	50

Fonte: MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996

A tabela 2 apresenta os tamanhos e a composições centesimais de ovos de diferentes espécies de aves. Nota-se que o maior ovo é o de avestruz, que em termos calóricos, protéicos e lipídicos não difere tanto das demais espécies. É importante ressaltar que o ovo não é uma fonte de fibra alimentar.

A composição de ácidos graxos, proteínas, minerais e vitaminas em ovos de aves depende da diferença genética entre as espécies e da dieta administrada (SURAI *et al*, 2000).

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE OVOS PRODUZIDOS POR DIFERENTES ESPÉCIES DE AVES.

Componente	Peru	Galinha	Gansa	Pata	Codorna	Avestruz
Tamanho(g)	79	50	144	70	9	1300
Calorias (cal/100g)	168	155	185	185	160	165
Umidade (%)	72,50	74,57	70,43	70,83	74,35	75,10
Proteínas (%)	13,68	12,14	13,85	12,81	13,05	11,20
Lipídios (%)	11,88	11,15	13,27	13,77	11,09	11,70
Carboidratos (%)	1,15	1,20	1,35	1,45	0,41	1,2
Fibras (%)	0	0	0	0	0	0
Cinzas (%)	0,79	0,94	1,08	1,14	1,10	0,96

Adaptado de STADELMAN *et al.* (1988)

O ovo é um alimento muito utilizado pela população. É consumido na sua forma original ou em preparações culinárias, principalmente nos produtos de confeitaria. Devido às características funcionais tecnológicas é amplamente utilizado pelas indústrias nos mais diversos produtos e preparações.

O ovo é um alimento de grande valor nutritivo. Contém proteínas, vitaminas e minerais, ácidos graxos saturados e insaturados, junto a outras substâncias não menos importantes, o ovo é recomendado como alimento para uma dieta variada e

equilibrada. O ovo é um alimento de elevado teor de proteínas de excelente qualidade. Tão importante é o valor das proteínas do ovo, que a Organização Mundial de Saúde o propôs como padrão de referência para determinar a qualidade protéica de outros alimentos (NECTA, 2004).

O ovo é utilizado, com muita frequência, pela população brasileira, pois, além de apresentar preços acessíveis, faz parte, também, do seu hábito alimentar. Sua gema é rica em vitamina A. Seu alto conteúdo de colesterol (385 g por 100 g do alimento) em determinadas situações, limita o consumo diário (RODRIGUES; SALAY, 2001).

Os estudos em relação ao uso dos ovos em preparações culinárias e suas propriedades reológicas ainda são insuficientes. Nos tempos modernos, a importância na comercialização dos produtos derivados do ovo tem sido grande no mercado internacional. Devido às suas propriedades funcionais únicas, tais como gelatinização e formação de espuma, as proteínas da clara do ovo de galinha têm sido extensivamente usadas como ingredientes em alimentos processados, sendo ingredientes desejáveis em muitos alimentos, tais como nos produtos de padaria, merengues, biscoitos e derivados de carne (PELEGRINI; GASPARETO, 2003).

2.2.3 Clara do ovo

A clara do ovo possui de 9,7 a 12% de proteínas (MINE, 1995). As quantidades relativas e algumas características físicas e químicas das principais proteínas de clara de ovo aparecem na tabela 2.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICA FÍSICAS E QUÍMICAS DAS PRINCIPAIS PROTEÍNAS DA CLARA DE OVO

Proteína	Porcentagem da clara	pI	PM (Daltons)	VPE (cm ³ /g)	Carboidrato (%)
Ovalbumina	54	4,5	45.000	0,750	3,2
Ovotransferrina	12	6,0	76.600	0,732	2,2
Ovomucoide	11	4,1	28.000	0,685	20,0 – 25,0
Ovoinibidor	1,5	5,0	49.000	-	-
Ovomucina	3,5	4,5 – 5,0	110.000	-	-
Lisozima	3,4	10,7	14.307	0,703	-
Ovoglicoproteína	1,0	3,9	24.400	-	-
Ovoflavoproteína	0,8	4,0	32.000	0,700	14,0
Ovomacroglobulina	0,5	4,5	900.000	0,745	-
Avidina	0,5	10,0	68.300	0,730	-

pI: ponto isoelétrico; PM: peso molecular, VPE: volume parcial específico.

Adaptado de BERK (1976) e de SGARBIERI (1996).

Pode ser considerada um sistema que consiste de numerosas proteínas globulares numa solução aquosa. A quantidade de ovomucina na camada espessa é quatro vezes maior do que na camada fina. As sete maiores frações são: ovalbumina A₁ e A₂, globulinas G₁, G₂, e G₃, ovomucóide e conalbumina.

2.2.3.1 Ovalbumina

A ovalbumina é a proteína predominante na clara do ovo, sendo classificada como uma fosfoglicoproteína por possuir carboidrato e fosfatos ligados ao polipeptídeo. A ovalbumina representa 54% das proteínas da clara e é encontrada em três formas: A₁, A₂ e A₃ na proporção 85:12:3, respectivamente. A diferença entre as três formas está na quantidade de fósforo ligada à proteína – dois, um ou nenhum átomo de fósforo por mol de ovalbumina, respectivamente (FENNEMA, 1993)

A ovalbumina possui peso molecular 45.000, uma ponte dissulfeto e quatro grupos sulfidrilos livres que só reagem após a desnaturação da proteína, indicando que, na forma original, os grupos sulfidrilos estão protegidos em regiões hidrofóbicas da proteína. Cerca de 50% dos aminoácidos da ovalbumina são hidrofóbicos. (SGARBIERI, 1996).

Essa proteína desnatura-se com relativa facilidade nas interfaces após a agitação ou batadura em solução aquosa (espumas e emulsões). Durante o armazenamento dos ovos, a ovalbumina converte-se em S-ovalbumina, proteína mais termoestável devido a um intercâmbio sulfidríla-dissulfeto. É resistente ao calor. A ovalbumina S é encontrada em pequena quantidade na clara de ovo fresco, porém, chegando a representar 81% da ovalbumina após seis meses de estocagem da clara em refrigeração (ORDÓÑEZ, *et al.* 2005).

2.2.3.2 Ovotransferrina ou conalbumina

A ovotransferrina, também chamada de conalbumina, é uma glicoproteína facilmente isolada por precipitação fracionada com sulfato de amônio. Representa 12% das proteínas da clara e tem peso molecular 76.600. É formada por um único

polipeptídio, contendo 0,8% de hexose e 1,4% de hexosamina na molécula; não possui grupo sulfidrilo livre ou radical prostético. Seu ponto isoelétrico é ao redor de pH 6,0. Todas as transferrinas conhecidas ligam-se ao ferro, dando uma coloração vermelha com absorção máxima a 465nm. Os sítios de complexação de ferro pelas diferentes transferrinas parecem ser similares e os ligantes são, em geral, cadeias laterais dos mesmos aminoácidos (SGARBIERI, 1996).

Três formas de ovotransferrina podem ser reconhecidas com diferentes conteúdos de Fe^{+3} , com nenhum, um ou dois moles Fe^{+3} / mol de proteína. A ligação do Fe^{+3} com a ovotransferrina envolve dois resíduos de histidina, três de tirosina e íons HCO_3^{-1} . Estes complexos metálicos são mais termoestáveis que a proteína nativa. A forte tendência de ligação do ferro à ovotransferrina confere a esta proteína, como às transferrinas em geral, propriedade bacteriostática (LINDEN; LORIENT, 1996).

2.2.3.3 Ovomucóide

A ovomucóide é uma glicoproteína possui uma única cadeia polipeptídica de peso molecular 28.000, com segmentos helicoidais (aproximadamente 22%), apresenta nove pontes dissulfeto, o que a torna mais estável à coagulação pelo calor. Precipita-se apenas em presença da lisozima e em meio alcalino. A ovomucóide representa 11% das proteínas da clara. Contém 20-25% de carboidrato na molécula, constituídos por D-galactose, D-manose, ácido siálico, e glicosamina (ORDÓÑEZ, *et al.* 2005).

A ovomucóide se diferencia bioquimicamente da albumina e da conalbumina porque não se coagula com o calor. Tem ação de anti-tripsina, diminuindo a atividade da protease. Os grupos essenciais para a atividade da tripsina são carboxílicos e fenóis, pois reagem com o grupo amino da tripsina. A inibição representa alguma troca da molécula de enzima e não o tipo onde a anti-enzima e o substrato atuam (MEYER, 1976).

Cinco tipos de ovomucóide foram separados de acordo com o seu ponto isoelétrico e referidos como O₁, O₂, O₃, O₄, O₅ com os seus respectivos pontos isoelétricos: 4,41; 4,28; 4,17, 4,01 e 3,83. Embora todos os tipos de ovomucóide tenham em comum a atividade de inibição de tripsina, propriedades imunoquímicas

e composição de aminoácidos, diferem na composição de carboidratos (LI-CHAN; NAKAI, 1989).

2.2.3.4 Ovinibidor

Da mesma forma que a ovomucóide, a ovinibidor, uma serina-protease, inibe duas moléculas de tripsina e duas de quimiotripsina simultaneamente. A ovinibidor representa apenas 1,5% das proteínas da clara, com peso molecular 49.000 e pI 5,1. Além da tripsina e da quimiotripsina, a ovinibidor inibe também proteases de fungos e de bactérias. Tanto a ovinibidor como a ovomucóide contêm arginina em seus centros ativos (SGARBIERI, 1996).

2.2.3.5 Ovomucina

A ovomucina é uma glicoproteína que contribui para a estrutura gelatinosa da camada espessa da clara, e representa 3,5% do total de proteínas da clara. O conteúdo de proteína purificada é de aproximadamente 30%, sendo os glicídios mais importantes a hexosamina e ácido siálico. Ocorrem duas frações de ovomucina: uma rica em carboidratos (50%) e outra pobre nestes componentes (15%), denominadas, respectivamente β e α -ovomucina. É uma proteína termoestável. Junto com a lisozima forma um complexo insolúvel em água, cuja estabilidade depende do pH. Essa ligação torna-se mais instável à medida que alcaliniza o meio. Durante o armazenamento, o pH da clara de ovo se eleva de 6,5 para valores ao redor de 9,5, devido à perda de CO₂ através da casca. Sugere-se que a perda da viscosidade da clara do ovo observada durante o armazenamento esteja relacionada à diminuição na quantidade do complexo ovomucina–lisozima, com a elevação do pH para 9,0 ou 9,5 (FENNEMA, 2000).

2.2.3.6 Lisozima

A lisozima é uma glicoproteína e está presente na clara do ovo na quantidade de 3,5%. Possui um peso molecular relativamente baixo, que pode variar de 14300 a 14600 Daltons, e o seu ponto isoelétrico é de 10,7. Possui forma de esfera alongada e está na forma de dímero entre o pH 5 e 9 (LI-CHAN; NAKAI, 1989).

A lisozima tem este nome devido à sua ação sobre *Micrococcus lysodeikticus*. Sua ação enzimática inclui a clivagem de polissacarídeos, ligação glicosídica β - 1,4 entre N-acetilglicosamina e ácido murâmico, em parede celular de bactérias. Além da atividade glicosídica, possui também atividade de transglicosidade e de esterase, exercendo ação antimicrobiana. A lisozima da clara de ovo é homóloga à lisozima humana e à α -lactalbumina. A grande estabilidade da lisozima pode ser atribuída à estrutura compacta da molécula, com quatro pontes dissulfeto intramoleculares e a presença de apenas três moléculas de água por molécula de lisozima (SGARBIERI, 1996). A inativação pelo calor depende do pH e da temperatura. (ORDÓÑEZ, *et al.*, 2005).

2.2.3.7 Ovoglobulinas G₂ e G₃

Correspondem juntas à 0,4 % do total de proteínas da clara do ovo. Possuem peso molecular de 30000 a 45000 Daltons, e os pontos isoelétricos são 5,5 e 5,8 para G₂ e G₃ respectivamente. São agentes espumantes e agregam-se pelo calor (JOHNSON; ZABIK, 1981).

2.2.3.8 Ovoflavoproteína

A ovoflavoproteína (RBP) é ligadora de riboflavina. Aparece na clara e na gema, bem como no soro sangüíneo de galinhas poedeiras. A clara de ovo de galinha contém quantidades aproximadamente iguais de flavoproteína e de apoproteína (proteína livre de riboflavina). Presume-se que a principal função da apoproteína é assegurar a transferência de riboflavina do soro sangüíneo para a

clara. Esta proteína é ácida (pI 4,2) e tem propriedades fracamente antimicrobianas. Em pHs mais ácidos que 4,2, a riboflavina se dissocia da apoproteína, e acima de 4,3, o complexo se forma novamente. Essa proteína representa 0,8% da proteína da clara e tem peso molecular 32.000. A apoproteína forma um complexo na proporção de 1:1 com a riboflavina, podendo ligar também os nucleotídeos de flavina (SGARBIERI, 1996).

2.2.3.9 Avidina

A avidina é uma glicoproteína básica composta de quatro subunidades idênticas; pode-se fixar a cada uma delas uma molécula de biotina com a conseqüente perda de atividade vitamínica. Representa 0,5% das proteínas da clara de ovo, apresenta também atividade antimicrobiana (ORDÓÑEZ, *et al.*, 2005).

2.2.3.10 Ovomacroglobulina

A ovomacroglobulina é uma glicoproteína de elevado peso molecular (900.000) que representa 0,5% das proteínas da clara e apresenta ponto isoelétrico em pH 4,5. É fortemente antigênica e mostra muita reatividade cruzada contra ovomacroglobulina de outras espécies de aves. É uma proteína praticamente esférica e sofre desnaturação em solução 6,0 M de hidrócloro de guanidina, mas não em 8,0 M de uréia. Sofre desnaturação térmica em temperatura entre 62 e 64 °C em pH 7,0, apresentando baixo teor de α -hélice na molécula. Em pH 2,0 sofre dissociação em duas metades com coeficiente de fricção 1,6, idêntico ao da proteína nativa. Dois grupos indólicos e 24 grupos fenólicos estão expostos em cada subunidade pela dissociação (SGARBIERI, 1996).

2.2.4 Composição da gema

A gema pode ser considerada como uma dispersão que contém diversas partículas distribuídas uniformemente em uma solução protéica denominada livetina

ou plasma. O plasma é constituído por uma fração protéica globular denominada livetina e por uma fração lipoprotéica de baixa densidade, que representam, respectivamente, 11% e 87% dos sólidos totais da gema. O plasma representa cerca de 78% da gema e contém 49% de água. Em termos de extrato seco, 77 a 81% são lipídeos, 18% proteínas e 2% cinzas. As partículas podem ser classificadas em 2 grupos:

- 1) gotículas de gema 20 a 40 µm de diâmetro de aspecto semelhante aos glóbulos de gordura. São constituídos essencialmente de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), e algumas delas apresentam membrana protéica.
- 2) grânulos no microscópio eletrónico são observados como estruturas densas, com diâmetro de 1 a 3 µm, bem menores e mais abundantes que as gotículas de gema e de tamanho mais uniforme. Os grânulos são compostos por 61% de lipovitelinas, 16% de fosvitina e 16% de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e representam de 20 a 23% dos sólidos totais da gema e, em termos de extrato seco, contêm 34% de lipídeos, 60% de proteínas e 6% de cinzas (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A composição da gema pode variar bastante de acordo com o tipo de alimentação oferecida às aves. Uma pequena parte dos carboidratos é formada de glicose em estado livre; estes e as cinzas podem chegar a 1%, sendo os principais elementos o fósforo, o cálcio e o potássio (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996).

A gema do ovo é uma emulsão de gordura em água com extrato seco em torno de 50%, constituído por um terço de proteínas e dois terços de lipídeos. A fração lipídica é constituída por 66% de triacilgliceróis, 28% de fosfolipídeos e 5% de colesterol; 64% dos ácidos graxos são insaturados, predominando o C18:1 e o C18:2. (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Os fosfolipídios são mais ricos em ácidos graxos insaturados do que os triacilgliceróis, sendo que a composição dos ácidos graxos destes lipídios pode variar em função do alimento ingerido pela ave. Há também algumas lecitinas que, juntamente com certa quantidade de lipoproteínas, tornam a gema de ovo um ótimo emulsificante (ORNELLAS, 1985).

A composição dos ácidos graxos saturados, principalmente palmítico e esteárico, não varia com a alimentação (MADRID; CENZANO; VICENTE, 1996). Os

lipídios da gema do ovo têm digestibilidade elevada no homem (94 a 96%), por se encontrarem em estado emulsionado. Esta digestibilidade é maior para os triacilgliceróis (98%), que é a fração mais rica em ácidos graxos saturados. A digestibilidade dos fosfolipídios pode chegar a 90%. A riqueza da gema do ovo em ácidos graxos insaturados (cerca de dois terços dos ácidos graxos totais) e especialmente em ácido linoléico, é nutricionalmente importante para o homem (CLOSA, *et al.*, 1999).

De acordo com Collins *et al.* (1968); Turk e Barnett (1971) e Shafey; Dingle e McDonald (1992), os níveis de colesterol na gema do ovo de galinhas variam entre as linhagens, sendo que as linhagens pesadas apresentam um nível maior de colesterol em relação as linhagens leves. Outra observação feita por Hall e McKay (1993), mostraram que galinhas com elevada produção de ovos depositam menos colesterol na gema, que aquelas com menor produção. Os níveis de colesterol na gema são mais elevados no início de postura, 19,52 mg/g de gema úmida, diminui para 16,15 mg/g às 30 semanas de idade e permanece relativamente constante até as 70 semanas de idade.

A fração protéica é formada de uma mistura de proteínas complexas compostas de glicoproteínas, fosfoglicoproteínas, lipoproteínas e fosfoglicolipoproteínas (SGARBIERI, 1996). Esta parte do ovo é composta por aproximadamente 50% de sólidos. Durante o período de armazenamento ocorre migração de aproximadamente 2% de água da clara para a gema (MULLER; TOBIN, 1996; PROUDLOVE, 1996).

A coloração amarelada da gema é devida principalmente à presença de pigmentos, xantofila, carotenóides, criptoxantina, cuja concentração depende da qualidade do ovo, vale dizer da alimentação da ave (ORNELLAS, 1985). A gema é mais rica em vitaminas do que a clara, e contém principalmente vitamina A e ácido pantotênico. O aroma deve-se a mais de 80 substâncias voláteis, das quais mais de 60% são 2-metilbutanol, ácido 5-heptadecanóico e indol. Sua alteração se deve à formação de trimetilamina por degradação da colina. O açúcar majoritário é a glicose, sendo que entre os minerais predominam o fósforo, o potássio e o cálcio. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

2.2.4.1 Proteínas da gema

Os constituintes da gema podem ser separados por centrifugação. Quando a gema do ovo é submetida à ultracentrifugação, se separa em duas frações: a fração que sedimenta que possui duas proteínas lipovitelina e fosfotilina lipoproteínas de baixa densidade (LDL), e a solução sobrenadante denominada plasma o qual contém livetina (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

2.2.4.2. Proteínas da fração de baixa densidade (LDF)

A LDF parece possuir estrutura em micelas, contendo fosfolipoproteínas em que a porção rica em lipídios neutros constitui a parte central da micela, enquanto que as porções fosfolipídica e protéica se posicionariam na superfície da micela. As forças que dão estabilidade a esse sistema formado por lipídios, fosfolipídios e glicoproteínas são do tipo interações hidrofóbicas ou de Van der Waals. A fração LDF é composta de duas lipoproteínas de elevado peso molecular, A fração LDF é formada de fosfolipoproteínas e de glicoproteínas, contendo 3,0% de carboidrato ligado à asparagina (SGARBIERI, 1996).

2.2.4.3 Proteínas da fração de densidade elevada (HDF)

A HDF foi também denominada lipovitelina e aparece em grânulos, associadas com outra proteína, a fosvitina. Essa associação é provavelmente devida às propriedades acídicas e atípicas da fosvitina (SGARBIERI, 1996).

2.2.4.3.1 Lipovitelina

É uma proteína cujo grupo prostético é um fosfolipídio. Tem peso molecular ao redor de 500.000 e o pH ácido forma um dímero de $\alpha - \beta$ lipovitelina; à medida que o pH aumenta, as cadeias peptídicas que formam o dímero vão se separando até chegarem à forma monômera. Grupos sulfidrilos e fosfóricos não estão

envolvidos na dimerização, o que parece indicar que as associações são, predominantemente, do tipo hidrofóbico (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

2.2.4.3.2 Fosvitina

É uma fosfoglicoproteína que contém 10% de fósforo o que representa cerca de 80% de todo o fósforo da gema de ovo. Representa 12% da proteína total da gema que se apresenta na forma de um complexo nos grânulos da fração HDF. Todo o fósforo está ligado à proteína como O-fosforilserina. Tem peso molecular entre 35.000 e 40.000 e forma um complexo estável com íons férricos, tendo portanto a capacidade de arrastar íons férricos existentes na gema (FENNEMA, 1993).

2.2.4.4 Proteínas da fração hidrossolúvel (HSF)

A proteína da fração hidrossolúvel (HSF) da gema foi denominada livetina, constatando-se ser formada de três proteínas diferentes, α , β , e γ -livetinas com pontos isoelétricos na faixa de pH entre 4,8 e 5,0. As livetinas α , β , e γ estão presentes nas proporções 2:3:5, com pesos moleculares 80.000, 45.000 e 150.000 daltons, respectivamente. A livetina γ pode ser separada por precipitação de uma solução de 20% de isopropanol a 0°C ou 37% de sulfato de amônio. As livetinas α e β , podem ser separadas por eletroforese (LINDEN; LORIENT, 1996).

O conteúdo de nitrogênio é de 14,3% para as livetinas α e β e 15,6% para a livetina γ . As livetinas β e γ são glicoproteínas contendo 7,0% de hexose (livetina β) e 2,6% hexose mais 1,8% de hexosamina para a livetina γ . Do ponto de vista imunológico, foi demonstrado que as livetinas α , β , e γ são homólogas, respectivamente, à S-ovalbumina, α_2 -glicoproteína e γ -globulina (SGARBIERI, 1996).

2.3 QUALIDADE INTERNA DO OVO

O ovo é um alimento perecível, e começa a perder sua qualidade interna imediatamente após a postura. Para retardar a velocidade do processo de perda da qualidade do ovo, devem-se utilizar baixas temperaturas de armazenamento após a coleta (SOUZA; SOUZA; LIMA, 1994). Souza e Souza (1995) relataram que houve leves mudanças em ovos de codorna armazenados por 21 dias em temperatura ambiente (23°C) e em temperatura de refrigeração (8°C), sendo que estas ocorreram ao final do tempo de armazenamento. Isto se deve ao fato de que o ovo de codorna apresenta uma membrana mais espessa do que o ovo de galinha. Por este mesmo motivo é que provavelmente não foram observadas perdas de peso no ovo nem mudança na relação ovo/casca.

Os fatores que influenciam a qualidade interna do ovo são: viscosidade da clara, condições da gema, tamanho e condições da câmara de ar, entre outros. As medidas que melhor representam a qualidade interna dos ovos são a unidade Haugh e o Índice Gema (SOUZA et al., 1998). A unidade Haugh relaciona o peso do ovo (g) com a altura da clara (mm). O Índice Gema é a relação entre a altura e o diâmetro da gema. A idade da ave, a época de postura e a dieta foram relatadas como fatores que influenciam a qualidade interna do ovo, o peso dos ovos e a proporção de seus componentes. Com o aumento da idade da ave há um correspondente aumento do peso do ovo e, conseqüentemente, do peso da clara e da gema (YANNAKOPOULOS; TSERVENI-GOUSHI; CHRISTAKI, 1998; PEEBLES *et al.*, 2000).

O processo de transformação da qualidade interna do ovo inicia-se imediatamente após a postura, devido a fatores intrínsecos à estrutura do ovo, como, perda de peso, formação de câmara de ar, liquefação do albúmen, perda de CO₂ e água, movimentação de líquidos entre os compartimentos e distensão e flacidez da membrana vitelina da gema, que pode vir a romper (PROTAIS, 1991).

A maneira mais usada para expressar a qualidade do albúmen é a unidade Haugh. Segundo Haugh (1937) a qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura da clara espessa. Sendo assim ele desenvolveu um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura da clara espessa, corrigida por 100, resultou na unidade Haugh (BRANT; OTTE; NORRIS, 1951).

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).

O uso da unidade Haugh tem sido geralmente aceito como uma medida da qualidade do albúmen nos estudos de qualidade do ovo (EISEN; BOHRE; MCKEAN, 1962). Embora sujeita a críticas é considerada uma medida padrão de qualidade, e tem sido usada pela indústria avícola (WILLIAMS, 1992).

Silversides *et al.* (1993) e Silversides e 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 Unidade Haugh, ao contrário do baixo coeficiente de determinação entre Unidade Haugh 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 mais elevados 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).

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 (BERARDINELLI *et al.*, 2003).

A qualidade do ovo é medida para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a tratamentos genéticos, a diferentes dietas e aos fatores ambientais aos quais as galinhas foram submetidas, ou também para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o tempo de armazenamento e as condições de armazenagem. Seu uso é universal, devido à facilidade da aplicação e à alta correlação com a aparência do ovo quando aberto em uma superfície plana. A unidade Haugh é aceita como uma medida de preferência para a qualidade do ovo (WILLIAMS, 1992).

2.4 MICROBIOLOGIA DO OVO

A maioria dos ovos, logo após a postura, é estéril internamente. As proteínas albuminas possuem propriedades biológicas antibacterianas diretas ou indiretas (atividades antiproteásicas e formação de complexos com vitaminas ou metais) que contribuem para a boa conservação do ovo. O exterior apresenta-se contaminado por microrganismos. As fontes mais comuns de contaminação com matéria fecal são equipamentos e o homem. A casca e a cutícula que a recobre, assim como suas membranas, são barreiras à penetração de microrganismos, mas que podem ser vencidas sob certas condições (CAMARGO *et al.*, 1984; LINDEN; LORIENT, 1996).

As possibilidades de invasão microbiana são aumentadas se a casca estiver suja e for lavada, a não ser que seja usada água limpa e morna contendo sabão, detergente ou germicida. Mesmo se os microrganismos penetrarem pela casca, encontrarão as defesas naturais da clara, que incluem as membranas da casca, o pH alcalino e a proteína que hidrolisa a parede celular de bactérias, a lisozima. Raramente as contaminações maciças vencem os mecanismos de defesa e causam deterioração do ovo durante seu armazenamento (GRISWOLD, 1972). Geralmente ovos de baixa qualidade apresentam contaminação elevada na casca e, após a quebra, fornecerão alta contagem inicial. Ovos com alta contagem inicial devem ser trabalhados com cuidados especiais para prevenir o desenvolvimento de populações muito elevadas durante o manuseio e processamento.

A flora microbiana nos ovos se compõe de 38% de bactérias que não formam esporos, entre elas os germes de *Pseudomonas* e *Proteus*, 30% de bactérias que formam esporos, 25% de cocos, 4% de leveduras e 3% de *actinomicetos*; no ovo de galinha é raro encontrar bactérias patogênicas como *Salmonella* (0,6%). Quanto aos mofo, foram encontradas espécies como *Penicillium*, *Cladosporium* e *Sporotricum*; além dessas espécies, também foi detectada a presença de *Thamnidium* e *Mucor*, que somente se desenvolvem com alta umidade do ar. A porcentagem de contaminação é sempre maior nas gemas do que nas claras (PLANK, 1963).

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 a 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-positivas enquanto que a N-acetilglucosaminidase inibe o crescimento de bactérias Gram-negativas (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).

2.5 ARMAZENAMENTO DO OVO

O armazenamento do ovo fresco deve ser cuidadoso devido às perdas que ocorrem em qualidade, principalmente através de microrganismos, perdas de peso e todos os processos de desintegração químicos e físicos, que têm uma influência adversa sobre o estado original de frescor e sobre a palatabilidade.

Os ovos se alteram por putrefação bacteriana e fúngica, processo que se retarda mediante armazenamento em baixas temperaturas ou por tratamento da casca para fechar os poros. Por exemplo, silicato sódico, pasta de hidróxido de cálcio, ou imersão em óleo mineral e produtos semelhantes resultam no fechamento dos poros (HAWTHORN, 1983).

O ovo inteiro com casca pode ser armazenado por períodos relativamente longos em câmaras frigoríficas com atmosfera rica em dióxido de carbono e umidade controlada sem que sejam evidenciadas alterações químicas e físicas na clara e na gema. Entretanto, quando o ovo é armazenado sem tais cuidados, ocorre, em pouco tempo, sensível perda de consistência da clara, mantendo-se inalterada a gema por tempo mais longo (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

O principal método para a conservação de ovos é a refrigeração. Ovos podem ser armazenados em câmaras, onde a umidade é controlada e a temperatura é mantida não muito acima do ponto de congelamento do ovo (-2°C), para minimizar a perda de umidade. A umidade deve ser tão alta quanto possível sem que resulte no aparecimento de mofo. Umidade de 90% ou mais poderá ser mantida, se a circulação de ar for boa e se a temperatura permanecer entre $-1,7$ e $-0,6^{\circ}\text{C}$. Ainda que exista alguma deterioração no ovo durante o armazenamento, esta não é facilmente perceptível. A qualidade do ovo sob refrigeração pode ser mantida por seis meses. A deterioração parece ser mais rápida durante os primeiros três meses de armazenamento, tornando-se posteriormente mais lenta (GRISWOLD, 1972).

A temperatura recomendada para o armazenamento de ovo fresco está entre 8 e 15°C , com 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).

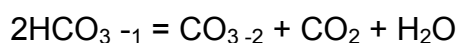
2.5.1 Alterações durante o armazenamento

Logo que o ovo é posto, começam a ocorrer mudanças que baixam sua qualidade e, eventualmente, causam sua deterioração. Essas mudanças podem ser retardadas, porém não podem ser evitadas inteiramente. Durante a maturação, o tamanho da câmara de ar vai aumentando, a gema se alarga, suas membranas enfraquecem, a clara torna-se mais rala, o ovo torna-se mais alcalino e seu odor e sabor se deterioram (GRISWOLD, 1972).

O aumento de tamanho da câmara de ar, durante o armazenamento, é importante comercialmente, porque influi na aparência do ovo, quando examinado ao ovoscópio. Um ovo não possui célula de ar quando posto. À medida que se resfria, seu conteúdo se retrai e o ar entra através da casca porosa, criando a câmara de ar geralmente localizada na extremidade alargada do ovo. Essa câmara continua a crescer pela perda de umidade durante o armazenamento. O alargamento da câmara é retardado, aumentando-se a umidade do ar do local onde os ovos estão armazenados. Há também a perda de água, através da casca, pois existe um movimento da água da clara para a gema por causa da pressão osmótica maior da gema. Esse fato concorre para o alargamento da gema, diminuindo sua viscosidade e enfraquecendo suas membranas vitelinas. As mudanças ocorrem mais rapidamente à medida que a temperatura de armazenamento é aumentada. Isto explica porque é difícil, senão impossível, separar a gema da clara de alguns ovos, a gema de um ovo velho, freqüentemente, não é bem centralizada e, às vezes, chega a aderir à casca. 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).

Durante o armazenamento do ovo ocorre transformação da ovoalbumina em S-ovoalbumina e a dissociação do complexo ovomucina-lisozima, com destruição do gel de ovomucina. Estas reações são importantes no plano tecnológico, pois provocam a perda, ao menos parcial, das propriedades geleificantes e espumantes e também a liquefação da clara de ovo (FENNEMA, 1993; LINDEN; LORIENT, 1996).

A conversão da clara espessa para clara fluida, durante o armazenamento, refletida por um índice de albumina de baixo valor, constitui uma mudança óbvia e importante comercialmente. Há uma recente evidência invalidando a teoria, inicialmente defendida, de que tal modificação era causada pela ação de enzimas proteolíticas sobre a clara espessa. Embora as claras tornem-se mais fluidas durante o armazenamento, essa teoria não constitui o único fator determinante, já que ovos recém postos diferem consideravelmente entre si, na proporção de clara espessa. Ovos provenientes da mesma galinha são, todavia, relativamente uniformes. A clara é uma solução de proteínas em água, CO_2 e sais. Entre os sais existem alguns, como o NaHCO_3 e Na_2CO_3 , que funcionam juntamente com o CO_2 dissolvido, como um sistema tampão:



Devido à porosidade da casca, haverá trocas gasosas com a atmosfera externa ao ovo e, conseqüentemente, perda de CO_2 e evaporação de água da solução, se a umidade exterior for mais baixa do que no interior do ovo. Altera-se, assim, o sistema tampão com aumento do teor de Na_2CO_3 e elevação do pH, o que leva a alteração na estrutura do gel com diminuição da viscosidade da clara e da gema. A perda de água da clara para a atmosfera leva a uma perda de água também da gema, alterando a consistência dos dois géis (BOBBIO; BOBBIO, 2002).

Durante o armazenamento, o pH do ovo se eleva devido à perda de dióxido de carbono. O pH da clara, originalmente cerca de 7,9, eleva-se para 9,3 nos primeiros dias de armazenamento, mudando pouco daí em diante. O pH da gema, inicialmente em torno de 6,2, sobe vagarosamente, durante o armazenamento prolongado. O dióxido de carbono originado pelos processos metabólicos na galinha, dissolve-se no ovo para formar ácido carbônico e bicarbonatos que atuam como tampões. À medida que o ovo é armazenado, o dióxido de carbono se difunde através da casca até que se equilibre com a relativamente pequena quantidade existente no ar (GRISWOLD, 1972; LINDEN; LORIENT, 1996).

2.6 FORMAÇÃO DA ESPUMA

A espuma de claras tem importante papel em muitos produtos alimentares porque os torna leves em textura e contribui para seu crescimento. A clara batida é um colóide constituído de bolhas de ar, cercado de albumina, que passou por uma desnaturação da superfície líquido-ar. Essa desnaturação, que é devida à desidratação e ao estiramento da albumina durante o batimento, torna parte dessa proteína insolúvel, endurecendo e estabilizando a espuma. Durante a desnaturação, as moléculas de proteína se desdobram e suas cadeias polipeptídicas se distendem com seus eixos longos, paralelos à superfície. O batimento em excesso incorpora muito ar, distendendo a proteína de modo a torná-la fina e menos elástica. A elasticidade é necessária, especialmente nas espumas que vão ser assadas, de modo que, antes de a proteína ser coagulada pelo calor do forno, o ar incorporado possa expandir-se sem romper as paredes celulares (GRISWOLD, 1972; FENNEMA, 1993).

Ao incorporar o ar, dentro da clara de ovo se forma uma espuma estabilizada pelas proteínas de globulina, que incluem cerca de 10% das proteínas da clara de ovo, e a ovomucina. Essas proteínas têm a capacidade de formar um filme em volta das bolhas de ar à medida que são empurradas para dentro da clara de ovo. Este filme é como o emulsificante que envolve uma gotícula de gordura na água, fixando as gotículas e impedindo-as de se separarem da mistura. Quando o produto é cozido, a proteína é completamente desnaturada e conserva uma estrutura de espuma. Qualquer traço de gordura, mesmo gordura da gema do ovo, interferirá com o desenvolvimento do filme em volta das bolhas de ar. Neste caso, será impossível para a proteína estabilizar a espuma produzida ao bater (PROUDLOVE, 1996).

Durante a formação da espuma à base de proteína ocorre uma sequência de reações. É necessária aplicação de energia para começar o processo, com isso, as proteínas solúveis chegam à interface ar-água pela difusão, adsorção, concentração e tensão superficial crítica (GERMAN; PHILLIPS, 1989). O rearranjo dos polipeptídeos ocorre na interface pela orientação da mobilidade polar, a qual é direcionada para a água, e os segmentos apolares preferem se direcionar para as partículas de ar. Esse processo ocorre através das interações não covalentes dos polipeptídeos, formando as bases de um filme coeso e contínuo (PHILLIPS, 1981).

Os componentes estruturais e as forças que favorecem as associações intermoleculares melhoram as propriedades espumantes (interações eletrostáticas atrativas), ou excessivamente repulsivas podem diminuir a capacidade espumante. A extensão das interações moleculares das proteínas na interface ar-água e as propriedades do filme interfacial dependem do tipo de proteína e das condições dominantes da solução, as quais determinam grandemente a formação e a estabilização da espuma (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994).

As propriedades espumantes das proteínas são, basicamente, relatadas por suas propriedades de formação de filmes na interface água-ar. As proteínas que são abertas e adsorvidas rapidamente apresentam melhores propriedades espumantes do que as proteínas que são adsorvidas levemente e são mais difíceis de abrirem as suas estruturas na interface (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994).

Durante o movimento na interface, principalmente as proteínas parcialmente abertas formam novas associações intermoleculares com outras moléculas vizinhas para formar filmes coesos, que é essencial para a formação da espuma (KINSELLA; PHILLIPS, 1989). Em sistemas homogêneos, as forças atrativas predominantes entre as proteínas são as pontes de hidrogênio, as interações hidrofóbicas, eletrostáticas e de “Van der Waals” (KINSELLA, 1981). A magnitude das forças que mantêm a estrutura protéica nativa, tanto em solução como na interface, são importantes nas propriedades espumantes (GERMAN; PHILLIPS, 1989).

O processo de formação de espuma é relacionado com a velocidade do misturador, a geometria do batedor e as propriedades superficiais do material a ser espumado (PHILLIPS; KINSELLA, 1990).

Os níveis máximos de incorporação de ar durante o batimento refletem um melhor equilíbrio dinâmico real entre a força mecânica e a destruição das bolhas. Isso dá uma medida mais real da estabilidade da espuma. A estabilidade da espuma é medida pela quantidade de tempo necessária para uma quantidade específica de líquido drenar da espuma (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994).

A extensão da formação de filme protéico está relacionada com a habilidade da proteína em diminuir a tensão superficial entre a gotícula de ar e a solução protéica. A estabilidade da espuma depende da natureza do filme, que reflete a extensão das interações dentro da matriz do filme (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994).

As características estruturais de proteínas que levam para rápida formação de espuma são baixo peso molecular e moléculas anfipáticas. Para formação de uma cápsula de proteína que segure uma bolha de ar é necessário que os componentes protéicos apresentem interações não covalentes, como as forças eletrostáticas e hidrofóbicas, as pontes de hidrogênio e as ligações dissulfídicas. As características moleculares inerentes das proteínas influenciam a formação e a estabilidade da espuma à base de proteína (KINSELLA; PHILLIPS, 1989). Sendo assim, o balanço crítico das interações não-covalentes leva à formação de um filme coeso e viscoso que é necessário para estabilizar a espuma (KINSELLA, 1981).

A repulsão eletrostática pode reduzir a estabilidade da espuma, como também pode retardar a formação de um filme (PHILLIPS; KINSELLA, 1990). As ligações dissulfídicas reduzem a flexibilidade de uma proteína. A mudança de um grupo tiol livre para uma ligação dissulfídica tem muita importância para as propriedades funcionais. German e Phillips (1989) constataram que as alterações moleculares induzidas pela redução das ligações dissulfídicas entre as moléculas de proteínas melhoram a formação de filme da espuma e a sua estabilização.

O papel crítico da ligação dissulfídica é estabilizar a estrutura da proteína, restringindo a abertura da molécula e prevenindo a exposição completa das regiões hidrofóbicas (LI-CHAN; NAKAI, 1989). A formação de ligações dissulfídicas na interface ar-água pode melhorar a estabilidade da espuma (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994). A concentração de proteína, a espessura do filme, a força iônica, pH, temperatura e a presença de outros componentes nos sistemas de alimentos em adição com as propriedades físico-químicas das proteínas afetam as propriedades espumantes. Por exemplo: com o aumento da concentração de proteína, geralmente ocorre a formação de um filme lamelar espesso, e isto resulta numa melhor estabilidade da espuma (PHILLIPS; WHITEHEAD; KINSELLA, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados ovos de avestruzes do criatório Rancho Maranata localizado na cidade de São José dos Pinhais. Os ovos foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 1% por 30 segundos (OLIVEIRA,1997). Em seguida foram distribuídos em dois grupos: grupo 1 composto por 25 ovos armazenados em temperatura ambiente, que foi monitorada. A temperatura no período da análise variou de $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar variou entre 56 a 78% durante o experimento. O grupo 2 foi composto por 25 ovos refrigerados à temperatura de 2 à 5°C . As determinações foram realizadas em triplicata, e os períodos de armazenamento foram 3, 7, 14, 21 e 28 dias. Dos 25 ovos armazenados em temperatura ambiente e dos 25 ovos armazenados sob refrigeração, 10 ovos de cada grupo, foram utilizados para análises microbiológicas, sendo 2 para cada dia de análise em ambas temperaturas de armazenamento.

3.1 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.

A composição centesimal foi avaliada empregando-se os métodos propostos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2000.

3.1.1 Determinação da proteína.

As proteínas foram avaliadas pelo método de Kjeldahl, empregando-se o fator 6,25 para conversão de N em proteína.

3.1.2 Determinação de Cinzas

Os cadinhos foram previamente padronizados, a amostra foi pesada e carbonizada até completa cessação de fumaça e foi incinerada em mufla a 550°C

até obtenção de cinzas claras. Em seguida as cinzas foram resfriadas em dessecador e pesadas, obtendo-se a porcentagem de cinzas.

3.1.3 Determinação de umidade

Os pesa filtros foram previamente padronizados e pesados. Após a pesagem da amostra e pesa-filtros os mesmos foram levados para a estufa a 105°C permanecendo por 5 horas, e após o resfriamento em dessecador foram pesados. Esta operação de aquecimento e resfriamento repetiu-se até a obtenção de peso constante.

3.1.4 Determinação de lipídios totais

A determinação de lipídios totais foi realizada pelo método Bligh Dyer (1959).

3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO OVO

3.2.1 Espessura da casca (mm)

A espessura de casca foi determinada utilizando cascas quebradas ao meio incluindo a membrana, após serem lavadas e secas em estufa de circulação forçada (55° C por 6 horas). Para a obtenção da espessura média da casca foram realizadas 4 medidas, sendo 2 nas laterais e 2 nas extremidades (superior e inferior). As medidas foram realizadas através de um paquímetro (Mitutoyo 0,01-10 mm).

3.2.2 Peso da casca

As cascas dos ovos foram pesadas com balança de precisão.

3.2.3 Perda de peso

A perda de peso foi calculada, subtraindo-se o peso final, após o armazenamento nos dias 3, 7, 14, 21, 28 do peso inicial, no dia da postura, e dividindo-se esta diferença pelo peso inicial. A porcentagem foi obtida multiplicando o resultado por 100.

$$\%PP = (P_i - P_f) / P_i \times 100$$

PP = perda de peso

P_i = peso inicial

P_f = peso final

3.2.4 Qualidade Interna do ovo: Unidade Haugh

Foram medidas nos 3^o, 7^o, 14^o, 21^o e 28^o dias de armazenamento. Os ovos foram pesados individualmente em balança de precisão e em seguida quebrados sobre uma mesa especial de acrílico, onde a altura do albúmen foi medida através de um micrômetro especial. De posse dos dados de peso (g) e altura (mm), calculou-se a unidade Haugh mediante a seguinte equação:

$$UH = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G (30W^{0.37} - 100)}}{100} + 1,9 \right]$$

onde:

HU = Unidade Haugh

H = Altura do albúmen em milímetros

W = Peso do ovo em gramas

G = constante gravitacional de valor 32 (BRANT et al, 1951).

3.2.5 pH do albúmen e da gema

As medidas de pH do albúmen e da gema foram realizadas no 3^o, 7^o, 14^o, 21^o e 28^o dia de armazenamento, por meio da introdução direta do eletrodo no albúmen e na gema. Empregou-se pHmetro digital PG 2000 Gehaka.

3.2.6 Viscosidade

O equipamento empregado nesta análise foi um viscosímetro Brookfield (Modelo LVF). Devido às características da amostra, empregou-se um adaptador UL (ultra low). Neste equipamento, um motor síncrono movimenta (com velocidade constante) um cilindro imerso num fluido e mede o torque necessário para vencer a resistência do fluido ao movimento rotativo. A unidade de medida é o “centipoise”, definido com a resistência oferecida por um material que requer a força de um dina/cm² de área para produzir velocidade de cisalhamento igual a um ciclo por segundo. Foi analisada a viscosidade da clara no 3^o, 7^o, 14^o, 21^o e 28^o dia de armazenamento. Utilizou-se 6 ml de amostra à temperatura de 25 °C. Para as claras foi utilizado Spindle 18 e velocidade de 60 rpm e para gema utilizou-se Spindle 31 e velocidade de 6 rpm.

3.3 FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DE ESPUMAS

3.3.1 Capacidade espumante: expansão de volume (CESP)

A capacidade de formação de espuma (evidenciada pela expansão de volume) foi determinada através do método de Phillips, Haque e Kinsella (1987) e Phillips e Kinsella (1990), com adaptações do procedimento descrito por Britten e Lavoie (1992), partiu-se de 100 mL de clara, a 28°C a qual foi mantida sob agitação durante 20 minutos em batedeira Walita na velocidade 3, e transferida para proveta de 1000 mL, para avaliação da estabilidade. A expansão de volume foi calculada pela equação:

$$\text{CESP\%} = \frac{V_o (\text{mL})}{100} \times 100$$

V_o = volume inicial de espuma incluindo líquido

3.3.2 Estabilidade da espuma (EESP):

A estabilidade da espuma foi avaliada conforme descrito por Patel e Stripp (1988) e Howell e Taylor (1995). Foram medidos: o volume de líquido drenado, o colapso da espuma e o tempo em que ocorrerem em ambos os eventos. Os cálculos foram efetuados pelas equações abaixo:

$$\text{EESP (\%)} = \frac{\text{Volume de espuma apos 10 min (mL)}}{\text{Volume inicial de espuma incluindo volume de liquido (mL)}} \times 100$$

Líquido drenado (LD):

$$\text{LD (\%)} = \frac{\text{Volume de liquido drenado apos 10 min (mL)}}{\text{Volume inicial de solucao (mL)}} \times 100$$

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

3.4.1 Pesquisa de *Salmonella*

Foram pesados $25 \pm 0,2$ g de gema e em seguida foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada para diluição. Foi realizado o pré-enriquecimento. Inoculou-se, simultaneamente, nos meios líquidos seletivos caldo Rappaport Vassiliadis e caldo selenito cistina e os tubos foram incubados a $41 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 24 a 30 horas.

Isolamento: a partir dos caldos seletivos de enriquecimento, repicou-se sobre a superfície previamente seca de placas de agar XLD e Bismuth Sulfite (BRASIL, 1993).

3.4.2 Número mais provável de coliformes totais e coliformes termotolerantes em alimentos

Foram pesados $25 \pm 0,2$ g de gema e adicionaram-se 225 mL de solução salina peptonada 0,1% a qual foi homogeneizada por aproximadamente 60 segundos, formando assim, a diluição 10^{-1} . A partir da diluição inicial (10^{-1}), foram inoculados volumes de 10 mL em uma série de 3 tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração dupla (correspondente à diluição 10^0). A seguir, foram inoculados volumes de 1 mL da diluição inicial (10^{-1}) em uma série de 3 tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração simples. A partir da diluição 10^{-1} , preparou-se a diluição 10^{-2} em solução salina peptonada 0,1%. Inoculou-se 1 mL da diluição 10^{-2} na terceira série de 3 tubos. Os tubos foram incubados a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas. A suspeita de coliformes totais é indicada pela formação de gás nos tubos de Durham (mínimo 1/10 do volume total) ou efervescência quando agitado gentilmente (BRASIL, 1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E TEMPERATURA

Vinte e cinco ovos utilizados para as análises foram armazenados em temperatura ambiente, a qual foi monitorada e apresentou variação de 22 à 28°C e umidade relativa do ar de 56 à 78%. Outros 25 ovos foram armazenados em temperatura refrigerada que variou de 2 a 5°C.

4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

4.2.1 Composição centesimal da clara

Pode-se comparar a variação da composição centesimal da clara de ovo de avestruz armazenado em temperatura ambiente e refrigerada (tabela 4). Pode-se visualizar melhor a variação dos nutrientes de acordo com o tempo de estocagem nos gráficos 1 e 2.

Observou-se que houve perda gradativa da umidade nas claras dos ovos de avestruzes, aumentando de acordo com o tempo de estocagem em ambas as temperaturas de armazenamento, porém a perda de umidade foi maior na temperatura ambiente.

O efeito da temperatura foi significativo ao nível de 95% ($p < 0,05$) de confiança, sendo que para os ovos armazenados sem refrigeração houve um decréscimo gradativo no teor de umidade da clara no decorrer dos 28 dias de armazenamento. Sob temperatura refrigerada, os níveis de umidade se mantiveram praticamente estáveis, com alteração significativa a nível de $p < 0,05$ apenas no 28º dia de armazenamento.

Os teores de proteína da clara dos ovos armazenados sob temperatura ambiente e refrigerada aumentaram ao longo do armazenamento e diferiram ao nível de 95% de significância em função da temperatura, e em função do tempo de armazenamento ($p < 0,05$).

Considerando-se a variação da umidade optou-se por calcular teores de proteína do albúmen em peso seco. Constataram-se alterações nos períodos

armazenados e nas diferentes temperaturas, porém não foi linear. Para 3, 7, 14, 21, 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente os teores de proteína foram respectivamente 79,80%, 72,06%, 75,53%, 84,55% e 84,86%. Já no armazenamento com refrigeração as concentrações de proteína expressas em peso seco foram: 69,62%, 74,08%, 79,84% e 80,30% para 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento respectivamente. Os teores de proteínas em peso seco foram mais elevados nas amostras armazenadas à temperatura ambiente.

Houve diferença significativa no teor de cinzas ao longo do armazenamento em ambas as temperaturas, porém ocorreu alteração significativa no teor de cinzas nos ovos de avestruzes armazenados à temperatura ambiente apenas aos 28 dias de armazenamento. Já no armazenamento sob refrigeração houve diferença a nível de 5% ($p < 0,05$) em todos os dias analisados, porém a alteração não foi gradativa

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CLARA APÓS O ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE. E REFRIGERADA

Tempo em dias	Refrigeração	Proteína	Umidade	Cinzas
		Média $\pm$ SD	Média $\pm$ SD	Média $\pm$ SD
3	Com	6,89 ^{a A} $\pm$ 0,39	90,06 ^{a A} $\pm$ 0,32	0,52 ^{b B} $\pm$ 0,08
	sem	7,39 ^{a B} $\pm$ 0,35	90,74 ^{a B} $\pm$ 0,35	0,51 ^{a A} $\pm$ 0,05
7	Com	6,99 ^{a A} $\pm$ 0,52	89,96 ^{a A} $\pm$ 0,28	0,51 ^{a A} $\pm$ 0,05
	sem	7,43 ^{a B} $\pm$ 0,27	89,69 ^{b A} $\pm$ 1,13	0,50 ^{a A} $\pm$ 0,17
14	Com	7,52 ^{b A} $\pm$ 0,03	89,89 ^{a A} $\pm$ 0,56	0,51 ^{a A} $\pm$ 0,13
	sem	8,09 ^{b B} $\pm$ 0,15	89,29 ^{b B} $\pm$ 0,56	0,50 ^{a A} $\pm$ 0,06
21	Com	8,12 ^{c A} $\pm$ 0,74	89,83 ^{a A} $\pm$ 0,71	0,52 ^{b B} $\pm$ 0,07
	sem	9,14 ^{c B} $\pm$ 0,27	89,09 ^{c B} $\pm$ 0,27	0,51 ^{a A} $\pm$ 0,16
28	Com	8,32 ^{d A} $\pm$ 1,57	89,64 ^{b A} $\pm$ 0,35	0,53 ^{a B} $\pm$ 0,04
	sem	9,31 ^{d B} $\pm$ 0,28	89,03 ^{c B} $\pm$ 0,2	0,49 ^{a A} $\pm$ 0,05

*Medias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância em relação ao tempo de armazenamento. Letra Maiúscula diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância em relação à temperatura SD = Desvio Padrão.

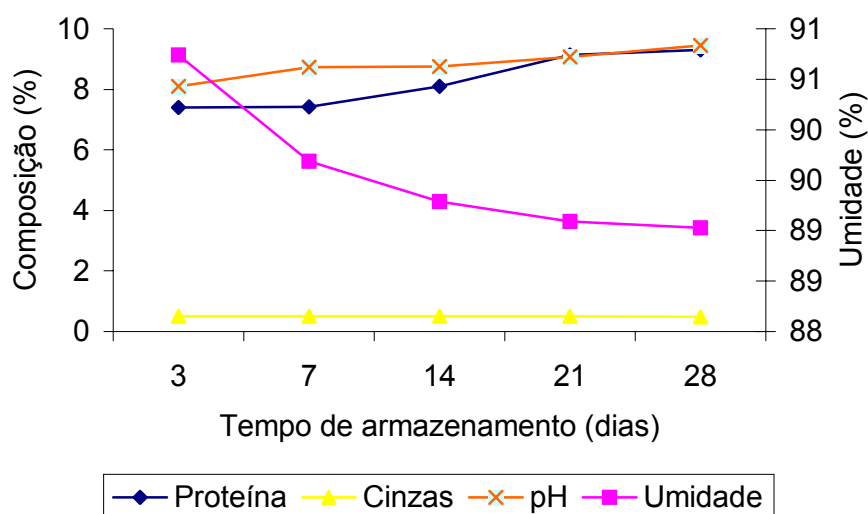


GRÁFICO 1 - COMPOSIÇÃO DA CLARA EM TEMPERATURA AMBIENTE

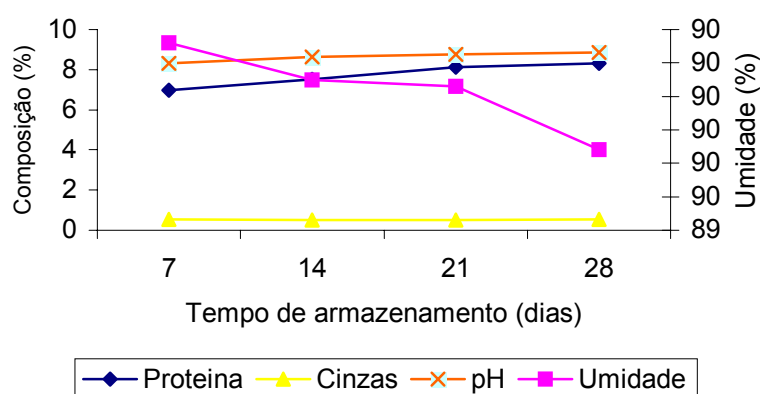


GRÁFICO 2 -COMPOSIÇÃO DA CLARA EM AMBIENTE REFRIGERADO

4.2.1 Composição centesimal da gema

Conforme se verifica na tabela 5 e gráficos 3 e 4 houve perda de umidade e aumento de proteína e lipídeos. Na composição centesimal da gema houve interação do tempo de armazenamento e da temperatura de armazenamento. Esta variação foi mais evidente à temperatura ambiente do que sob refrigeração. Acredita-se que esta alteração ocorreu em parte pela perda de umidade e outra parte pelo fato de o ovo ser um ser unicelular e de aves diferentes, com dietas idênticas, mas por serem, seres únicos possuem metabolismos diferentes,

ocorrendo assim naturalmente pequena variação da composição centesimal do ovo de avestruz.

TABELA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA GEMA APÓS O ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE e REFRIGERADO.

Tempo em dias	Refrigeração	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídios
		Média±SD	Média±SD	Média ±SD	Média±SD
3	Com	13,69 ^{aA} ± 0,27	51,45 ^{aA} ± 0,26.	1,77 ^{aA} ± 0,15	25,01 ^{aA} ± 0,68
	sem	14,39 ^{aB} ± 0,26.	51,76 ^{aA} ± 0,39	1,68 ^{aB} ± 0,03	25,83 ^{aA} ± 0,07
7	Com	13,73 ^{aA} ± 0,73.	51,30 ^{aA} ± 1,01	1,84 ^{aA} ± 0,11	25,71 ^{aA} ±0,93
	sem	15,76 ^{bB} ± 0,47	50,66 ^{bB} ± 1,67	1,87 ^{bA} ± 0,03	26,46 ^{bA} ± 0,30
14	Com	14,72 ^{bA} ±0,55	50,39 ^{bA} ± 0,37	1,78 ^{bA} ±0,07	26,67 ^{bA} ± 0,29
	sem	15,96 ^{bB} ± 0,50	50,38 ^{bA} ± 1,65	1,78 ^{cA} ± 0,07	26,73 ^{bA} ± 0,29
21	Com	15,30 ^{cA} ±0,95	47,89 ^{aA} ±1,08	1,93 ^{cA} ±0,04	26,73 ^{bA} ±0,15
	sem	16,09 ^{cB} ± 0,63	49,39 ^{cB} ± 0,23	1,86 ^{bB} ±0,04	26,76 ^{bA} ± 0,33
28	Com	16,26 ^{dA} ± 1,05	47,14 ^{dA} ± 1,07	1,84 ^{aA} ± 0,09	27,84 ^{cA} ±0,51
	sem	16,61 ^{dA} ± 0,75	48,39 ^{dB} ± 0,18	1,95 ^{dB} ± 0,04	27,09 ^{cB} ± 0,09

*Medias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância em relação ao tempo de armazenamento. Letra Maiúscula diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância em relação à temperatura SD = Desvio Padrão.

As amostras de ovo de avestruz analisadas atenderam à Resolução 005 de 1991, baseada no decreto N° 99427 de 1990 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento que determina: “a gema do ovo na forma líquida deve conter no mínimo 43% de sólidos totais, pH entre 6,0 e 7,0; máx. de 1,8% de cinzas; mínimo de 13% de proteínas e mínimo de 27,5% de gordura. O albúmen também na forma líquida deve conter no mínimo 11% de sólidos totais, pH entre 8,5 e 9,8; máx. de 0,7% de cinzas; mínimo de 9,5% de proteínas e mínimo de 0,03% de gordura”.

A exceção foi o teor de lipídios da gema de ovo de avestruz, cujos valores variaram de 25,83% para sete dias de armazenamento a 27,09% para 28 dias de armazenamento. O fato do teor de lipídios da gema de ovo de avestruz ser inferior

ao encontrado nos ovos de galinha pode ser considerado positivo, considerando que hoje existe elevada preocupação com o aumento da obesidade e das doenças cardiovasculares pelo consumo excessivo de alimentos gordurosos. O teor de proteína da clara de ovo de avestruz encontrado foi inferior ao apresentado por ovos de galinha variando de 7,39% de proteína para três dias de armazenamento e 9,31% para 28 dias de armazenamento, enquanto o ovo de galinha contém em média 10,44% de proteína.

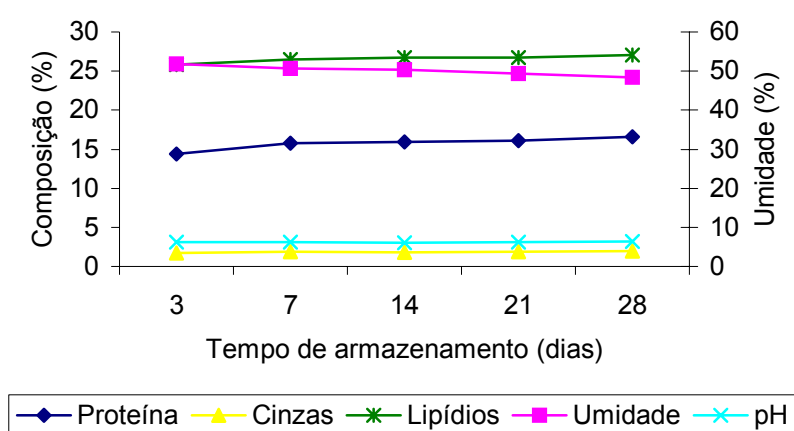


GRÁFICO 3 - COMPOSIÇÃO DA GEMA EM TEMPERATURA AMBIENTE

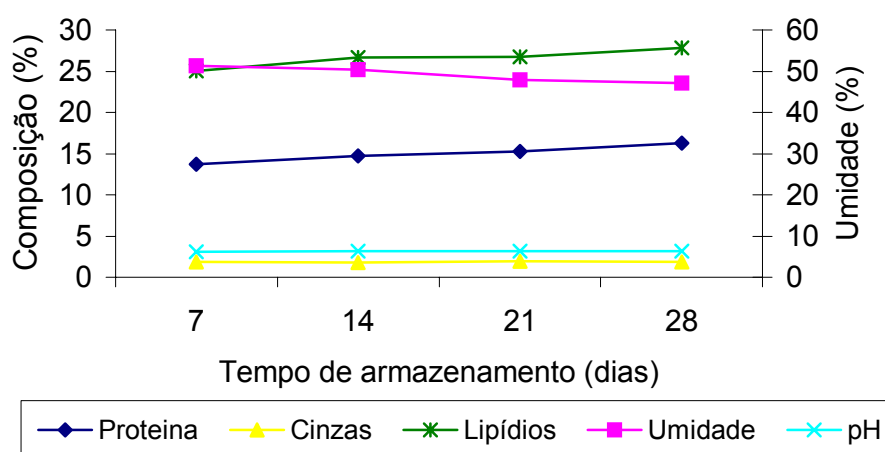


GRÁFICO 4 - COMPOSIÇÃO DA GEMA EM AMBIENTE REFRIGERADO

A composição química da clara e da gema do ovo de avestruz e de galinha é bastante semelhante conforme se pode observar na tabela 6 adaptada da tabela de composição centesimal da Universidade de São Paulo (USP). Verifica-se uma diferença expressiva no teor de cinzas tanto da clara como da gema de ambas as espécies. Outro componente que apresentou diferença considerável foi a proteína da clara, sendo que a concentração de proteínas na clara de ovo de galinha supera a de ovo de avestruz em torno de 30%.

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CLARA E DA GEMA DE GALINHA EM SEPARADOS

COMPOSIÇÃO	CLARA GALINHA	CLARA AVESTRUZ	GEMA DE GALINHA	GEMA de AVESTRUZ
Umidade	87,09	89,88	50,69	49,80
Proteína	10,44	8,14	15,71	15,2
Lipídeo	0,3	-----	27,63	26,57
Cinzas	0,76	0,51	1,69	1,80

Fonte – Torres et al., 2000.

4.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO OVO

4.2.1. PESO DOS OVOS

Houve variação significativa no peso dos ovos utilizados nas análises. Isto já era esperado pelo ovo ser um corpo unicelular, formado no ovário ou oviduto, sendo assim cada ovo apresenta peso diferenciado. O peso dos ovos de avestruzes variou de 1.328,10 a 1.478,52 gramas.

A idade da ave, a época de postura e a dieta foram relatadas como fatores que influenciam a qualidade interna do ovo, o peso dos ovos e a proporção de seus componentes. Com o aumento da idade da ave há um correspondente aumento do peso do ovo e, conseqüentemente, do peso da clara e da gema (YANNAKOPOULOS *et al.*, 1998; PEEBLES *et al.*, 2000).

4.2.2 PERDA DE PESO

Como mostra a tabela 7 e 8 e os gráficos 5 e 6 podemos observar que houve uma crescente perda de peso durante os dias de armazenamento tanto à temperatura ambiente quanto em temperatura refrigerada, porém a perda de peso foi mais evidente à temperatura ambiente

TABELA 7 – PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH DE OVOS ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE.

Tempo em dias	Perda de peso (g)	Espessura da Casca (mm)	Espessura da Membrana (mm)	Unidade Haugh
	Média± SD	Média± SD	Média± SD	Média± SD
3	3,60 ^a ± 0,36	1,83 ^a ± 0,17	0,09 ^b ± 0,03	110,09 ^a ± 2,12
7	18,38 ^b ± 2,13	1,81 ^a ± 0,05	0,06 ^a ± 0,02	98,76 ^b ± 3,75
14	28,17 ^c ± 4,06	2,05 ^c ± 0,21	0,10 ^b ± 0,02	95,06 ^c ± 1,01
21	50,65 ^d ± 1,61	1,82 ^a ± 0,19	0,08 ^b ± 0,02	87,02 ^d ± 4,21
28	55,14 ^e ± 0,49	1,95 ^b ± 0,8	0,07 ^a ± 0,01	-----

*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância. SD = Desvio Padrão

TABELA 8 – PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH DE OVOS ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

Tempo em dias	Perda de peso(g)	Espessura da Casca (mm)	Espessura da Membrana (mm)	Unidade Haugh
	Média±SD	Média±SD	Média± SD	Média± SD
3	3,60 ^a ±0,36	1,83 ^a ± 0,17	0,09 ^a ± 0,03	110,09 ^a ± 2,12
7	14,50 ^b ± 0,86	1,98 ^b ± 0,18	0,10 ^a ± 0,01	106,97 ^b ± 5,02
14	20,74 ^c ± 3,13	1,96 ^b ± 0,6	0,09 ^a ± 0,04	100,48 ^c ± 1,48
21	38,95 ^d ± 2,15	1,88 ^a ± 0,13	0,10 ^a ± 0,03	103,97 ^c ± 0,02
28	54,24 ^e ± 2,83	1,96 ^b ± 0,12	0,10 ^a ± 0,02	97,70 ^d ± 0,33

* Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância. SD = Desvio Padrão

Houve 0,3% de perda nos primeiros três dias de armazenamento em temperatura ambiente e 1,47, 2,57, 3,8 e 4,94% de perda de peso para 7, 14, 21 e 28 dias, respectivamente. Já a perda de peso em temperatura refrigerada, ocorreu de maneira menos significativa 1,2, 1,6, 2,5 e 3,6% para os seguintes dias sob refrigeração 7, 14, 21 e 28. Houve interação do tempo e temperatura na perda de peso dos ovos de avestruzes durante o armazenamento conforme expresso no gráfico 5 e 6.

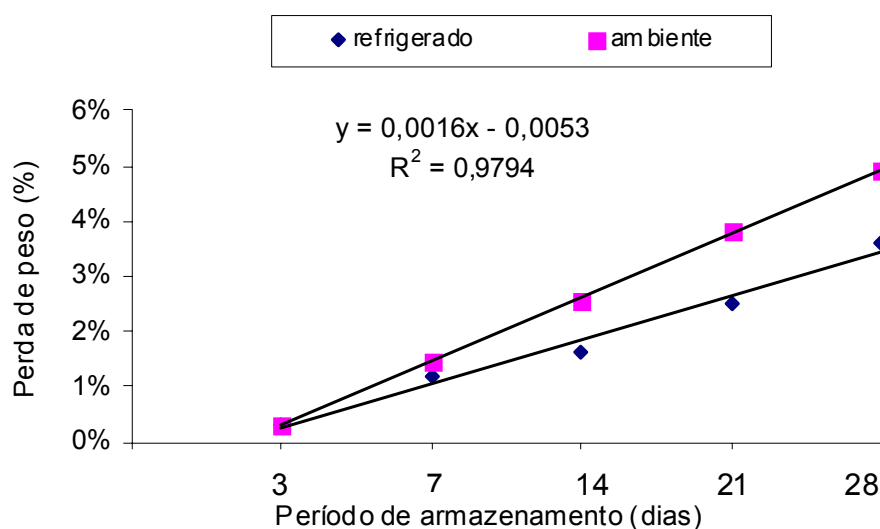


GRÁFICO 5 – PERDA DE PESO (%) EM RELAÇÃO AO TEMPO DO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA

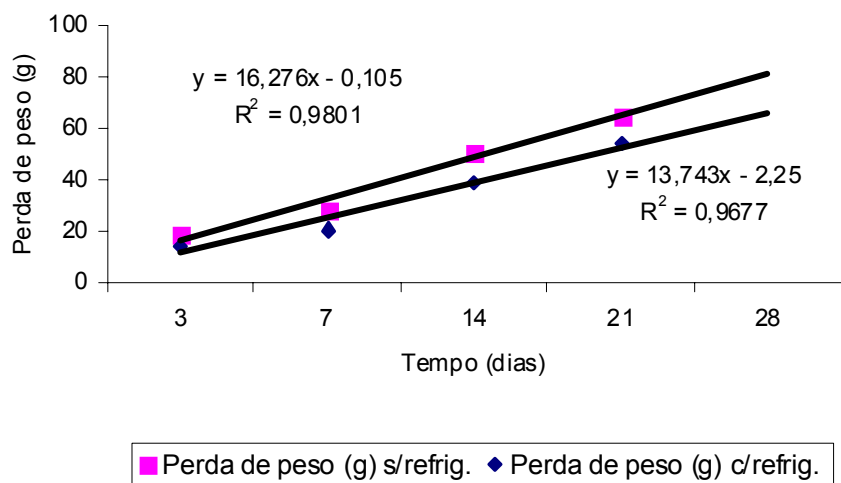


GRÁFICO 6 – PERDA DE PESO (g) EM RELAÇÃO AO TEMPO DO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA

Singh e Panda (1990) avaliaram a perda de peso em ovos armazenados a 5 ± 1 °C e a 32 ± 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 ± 2 °C foi de 3,57 g após sete dias, alcançando 9,25 g em 21 dias de armazenamento. Para ovos armazenados a 5 ± 1 °C, após 14 dias, a perda de peso foi de 2,16 g, e após oito semanas foi de 10,03 g.

Cepero *et al.* (1995) encontraram 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 a 32 °C perderam cerca de 8,5 g (12,5%) e cerca de 40% desta perda de peso ocorreu na primeira semana de armazenamento.

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; KIM; SHU, 1997; SCOTT; SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES; BUDGELL, 2004; FARIA; FILHO; RIZZO, 2005).

4.2.3 ESPESSURA DA CASCA

De acordo com Carrer *et al.*, 2004 o ovo de avestruz possui casca extremamente espessa variando de 1,5 a 3,0mm. O resultado encontrado na pesquisa (tabela 9 e 10) foi semelhante ao encontrado pelo autor, porém a variação da espessura foi menor, ficando entre 1,81 e 2,05mm. Já a espessura da membrana variou entre 0,06 e 0,10mm.

Baião e Cançado (1999) avaliaram o efeito da adição de níveis crescentes de DL-metionina na dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais e não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias para conversão alimentar e espessura da casca do ovo as quais variaram de 0,3703 a 0,3735mm. Como podemos observar a espessura da casca do ovo de avestruz é bem maior do que a casca do ovo de galinha. A casca do ovo de avestruz chega a ser em média 518% mais espessa do que o ovo de galinha.

TABELA 9 – PERDA DE PESO, ESPESSURA DA CASCA, ESPESSURA DA MEMBRANA E UNIDADE HAUGH EM TEMPERATURA AMBIENTE.

Tempo em dias	Perda de peso (g) Média± SD	Espessura da Casca (mm) Média± SD	Espessura da Membrana (mm) Média± SD	Unidade Haugh Média± SD
3	3,60± 0,36	1,83± 0,17	0,09± 0,03	110,09 ^a ± 2,12
7	18,38± 2,13	1,81± 0,05	0,06± 0,02	98,76 ^b ± 3,75
14	28,17± 4,06	2,05± 0,21	0,10± 0,02	95,06 ^c ± 1,01
21	50,65± 1,61	1,82± 0,19	0,08± 0,02	87,02 ^d ± 4,21
28	55,14± 0,49	1,95± 0,8	0,07± 0,01	-----

* Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de significância. SD = Desvio Padrão

4.2.4. UNIDADE HAUGH

A análise dos dados experimentais indicou interação significativa ($p < 0,05$) entre o tempo e condições de armazenamento dos ovos. A partir do sétimo dia de armazenamento (tabela 9 e 10), ovos armazenados em temperatura ambiente, apresentaram valores inferiores de Unidades Haugh do que os mantidos em geladeira. Isso se justifica, em parte, pela influência da temperatura, uma vez que a fluidificação do albúmen é acelerada com o aumento da temperatura.

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 superiores aos relatados por Silversides *et al.* (1993) e Tharrington *et al.* (1999) para ovos de galinha.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos considera valores de unidades Haugh superiores que 72, entre 60 e 72 e abaixo de 60 para ovos de boa, intermediária e de baixa qualidade, respectivamente.

Silversides e Scott (2001), estudando o tempo de estocagem dos ovos observaram perda progressiva na qualidade dos ovos com o passar dos dias (1 a 10 dias de avaliação). Os autores observaram alterações no peso dos ovos e nas porcentagens de casca, albúmen, e gema. A altura e pH do albúmen também sofreram queda na qualidade com o passar do tempo. Pode ser observado nas

tabelas 7 e 8 que houve queda significativa na Unidade Haugh em relação ao tempo de armazenamento, sendo que os mantidos em temperatura ambiente apresentaram maior queda nos valores de Unidades Haugh do que os armazenados sob refrigeração. Provavelmente, essa perda de qualidade em função do tempo, tenha sido causada pela perda de CO₂, provocando aumento do pH e fluidificação do albúmen. Além disso, com o aumento da temperatura, o ovo transpira intensificando a perda de CO₂ e água para o meio (GONZALES MATEOS; BLAS BEORLEGUI, 1991). De acordo com Brugalli, et al. (1998), após 48 horas de oviposição, os ovos armazenados em geladeira apresentam melhor qualidade interna do que os ovos armazenados em temperatura ambiente.

Segundo Silva (2006) as características avaliadas nos ovos como unidade Haugh e altura do albúmen, tiveram diminuição na qualidade de acordo com o avançar das semanas, independente do ambiente armazenado. No entanto, a velocidade de queda na qualidade do ovo é mais acentuada para os ovos armazenados em ambiente natural. Em ambiente refrigerado os ovos foram mantidos em melhor qualidade por mais tempo. Alleoni e Antunes (2001) também observaram diminuição mais acentuada na altura do albúmen em ovos armazenados a 25 °C quando comparados àqueles armazenados a 8 °C.

De acordo com Fernandes; Guarato e Murakami (1993) a deterioração da qualidade dos ovos é uma função direta do tempo de armazenamento. A temperatura é fator primordial na armazenagem dos ovos para consumo, de maneira a reduzir a perda de qualidade interna e preservar o seu valor nutricional. À temperatura de geladeira (5°C) a perda da qualidade interna do ovo ocorre mais lentamente e em níveis inferiores àqueles observados quando os ovos são mantidos em temperatura ambiente (25°C).

Apesar de a Unidade Haugh obtida no presente estudo mostrar perda gradativa de acordo com o tempo de armazenamento e esta perda ser mais acentuada em temperatura ambiente. Pode-se observar que a unidade Haugh deve possuir parâmetros diferenciados para ovos de avestruzes, pois, o valor máximo de Unidade Haugh não pode ultrapassar a 100. Este fato ocorreu neste estudo, o valor máximo de unidade Haugh encontrado para ovos de avestruzes foi 110,09. Outra evidencia constatada de que a unidade Haugh deve possuir valores de referências diferenciados dos ovos de galinhas é que no período de 28 dia de armazenamento em ambiente refrigerado os ovos apresentaram unidade Haugh de 97,70, sendo

classificado como excelente qualidade, quando já apresentava algumas evidências de deterioração. Conforme mostra o gráfico 7 houve relação significativa entre tempo e temperatura. Os gráficos 8 e 9 evidenciam que existe correlação entre a perda de peso e Unidade Haugh em ambas as temperaturas de armazenamento.

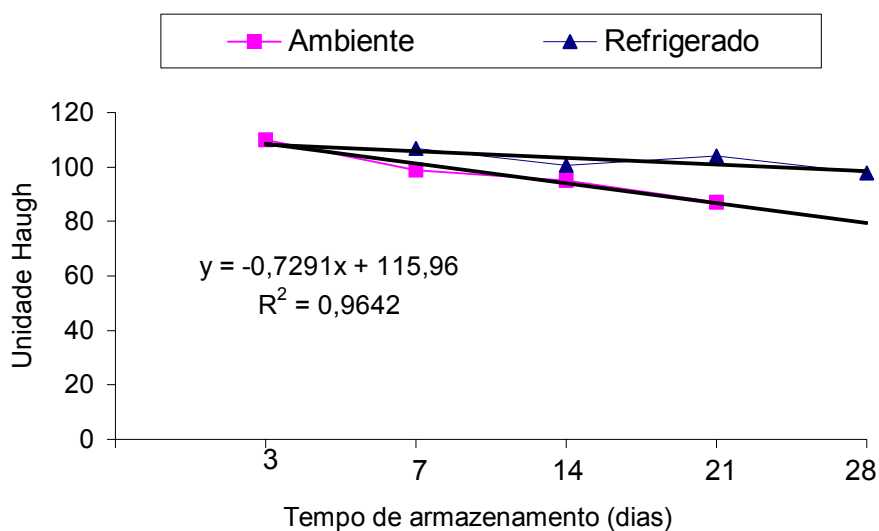


GRÁFICO 7– UNIDADE HAUGH EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADO

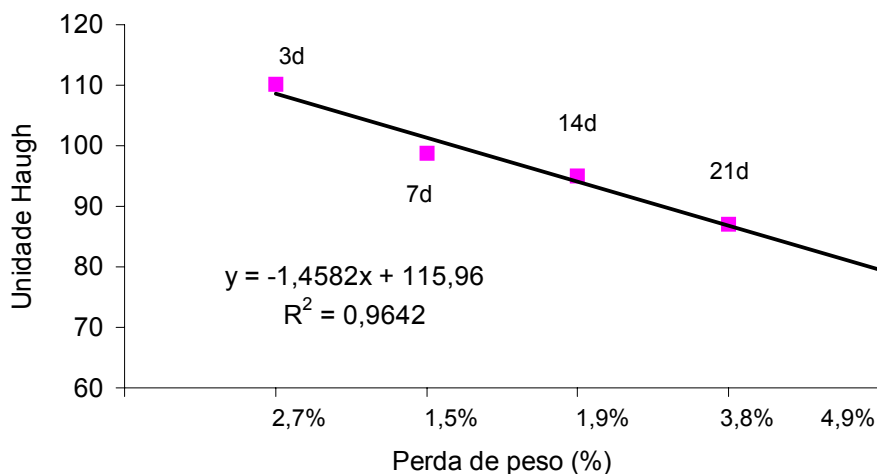


GRÁFICO 8 – UNIDADE HAUGH E PERDA DE PESO EM TEMPERATURA AMBIENTE

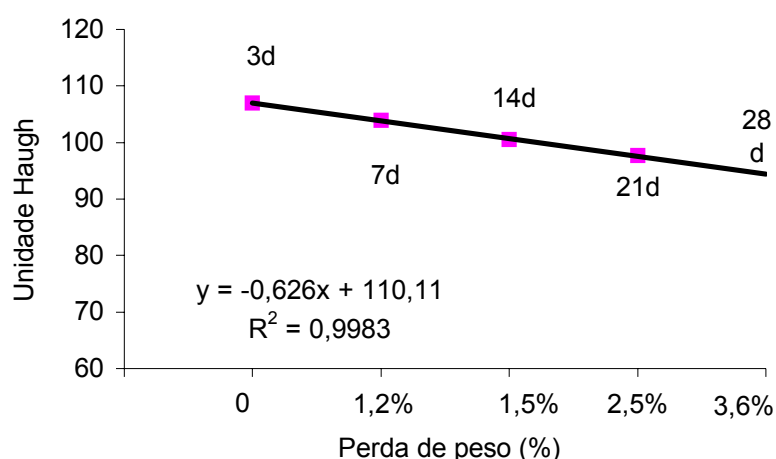


GRÁFICO 9 – UNIDADE HAUGH E PERDA DE PESO EM TEMPERATURA REFRIGERADA

4.2.5 pH

O pH do albúmen foi menor nos ovos refrigerados comparado ao dos ovos em temperatura ambiente para todos os períodos de estocagem. Em ambos os grupos houve aumento dos valores de pH de albúmen ao longo do tempo de armazenamento. A variação foi de 14,4% no pH de albúmen armazenado em temperatura ambiente apresentando valores de pH 8,09 no albúmen de ovos com três dias de armazenamento e pH 9,45 com 28 dias de armazenamento. Já no armazenamento refrigerado esta variação foi menor apenas 8,5% apresentando pH de 8,30 no sétimo dia de armazenamento e pH 8,84 para 28 dias de armazenamento. O gráfico 10 apresenta estas informações e mostra correlação linear da variação do pH com o tempo de armazenamento com e sem refrigeração.

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.

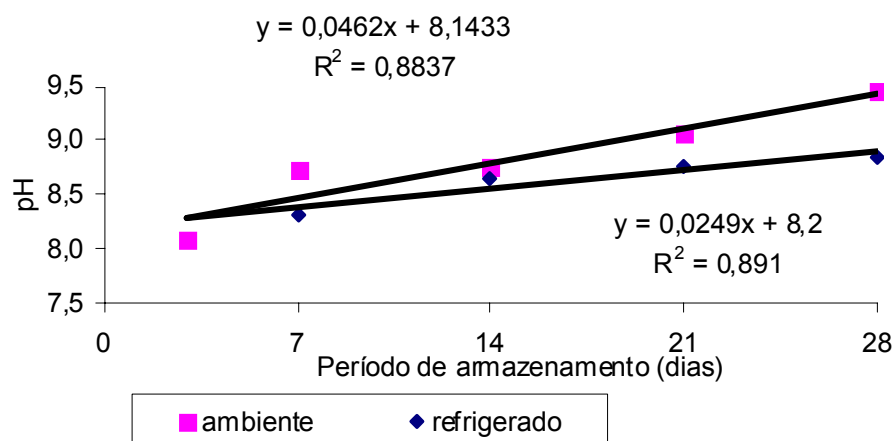


GRÁFICO 10 – VARIAÇÃO DE pH COM O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA

O pH do albúmen aumenta com a perda de CO_2 do ovo (BURLEY; VADEHRA, 1989) e também quando aumenta a temperatura de armazenagem (GOODRUM et al., 1989). A camada fina do albúmen pode ser uma barreira primária para a difusão gasosa durante a incubação tardia e manter a qualidade do albúmen podendo prevenir a difusão livre do CO_2 em longos períodos de armazenamento. Mesmo mantendo o pH do albúmen ocorre declínio na altura do albúmen (WALSH et al., 1995). Silversides e Scott (2001) concluíram que o pH do albúmen aumenta com o tempo de estocagem, mas não aumenta com a idade do animal.

Na gema, as mudanças de pH oscilam entre valores de seis para gema fresca de ovo de galinha e 6,5 em 18 dias de armazenamento (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As perdas de qualidade são menores quanto mais baixa é a temperatura de armazenamento e quanto menores são as perdas de água e de CO_2 . Por isso, o armazenamento em frigoríficos deve ser realizado entre 0 a 1,5 °C e 85 a 90% de umidade relativa. Nestas condições, podem ser conservados durante seis a nove meses com perdas de peso que oscilam entre 3 a 6,5% (ORDÓÑEZ et al., 2005).

4.2.6 Viscosidade

Os gráficos 9 e 10 mostram que houve decréscimo da viscosidade da clara em relação ao tempo de armazenamento e o fator temperatura também foi importante. O efeito sobre a viscosidade da clara foi mais acentuado nos ovos armazenados em temperatura ambiente. A viscosidade inicial foi de 183 cp para três dias de armazenamento reduzindo para 74,1 em 28 dias de armazenamento em temperatura refrigerada e para 23,9 cp para 28 dias em temperatura refrigerada. De acordo com Ordóñez *et al.* (2005) durante o armazenamento dos ovos, a clara sofre aumento do pH de valores de 7,6 a 9,2 em apenas três dias de armazenamento, isso se deve à perda de dióxido de carbono através dos poros da casca. Esse aumento de pH provoca ruptura da estrutura de gel característica da camada densa da clara, e, por isso, perde-se um dos tributos de qualidade do ovo: a consistência ou viscosidade da clara. Como consequência do decréscimo da viscosidade da clara, a gema ascende, a forma esférica da gema se achata, e a membrana envolvente rompe-se com facilidade quando o ovo é quebrado. As perdas de qualidade são menores quanto mais baixas são as temperaturas de armazenamento e quanto menores forem as perdas de água e CO₂.

Vários mecanismos têm sido propostos na tentativa de explicar a perda de viscosidade da clara com o envelhecimento do ovo, dentre eles (SGARBIERI, 1996):

- interação da mucina com a lisozima, diminuindo a solubilidade dessas proteínas;
- diminuição da quantidade de complexo ovomucina–lisozima em pH mais alcalino, diminuindo a viscosidade da solução coloidal de proteínas da clara;
- cisão redutiva de ligações dissulfeto com a elevação do pH;
- perda de carboidrato das moléculas de ovomucina;
- mudança na solubilidade da ovalbumina que representa mais que 50% das proteínas da clara;
- perda de consistência por interação da glicose com proteínas da clara;
- perda de ácido siálico ligado às proteínas.

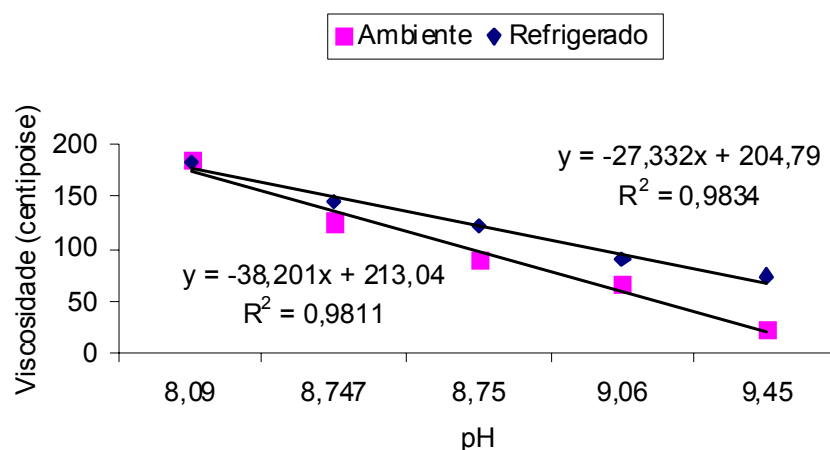


GRÁFICO 11 – VISCOSIDADE DA CLARA EM RELAÇÃO AO pH DA CLARA EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA.

Também foi evidenciado aumento de fluidez na gema do ovo de avestruz em função do tempo e da temperatura. A gema naturalmente é mais espessa do que o albúmen. Inicialmente aos três dias de armazenamento apresentou 5.859 cp e diminuiu para 2.413,5 aos 28 dias de armazenamento em temperatura refrigerada e para 1.320 para o mesmo período de armazenamento em temperatura ambiente. Pode-se visualizar melhor esta perda de viscosidade da gema no gráfico12.

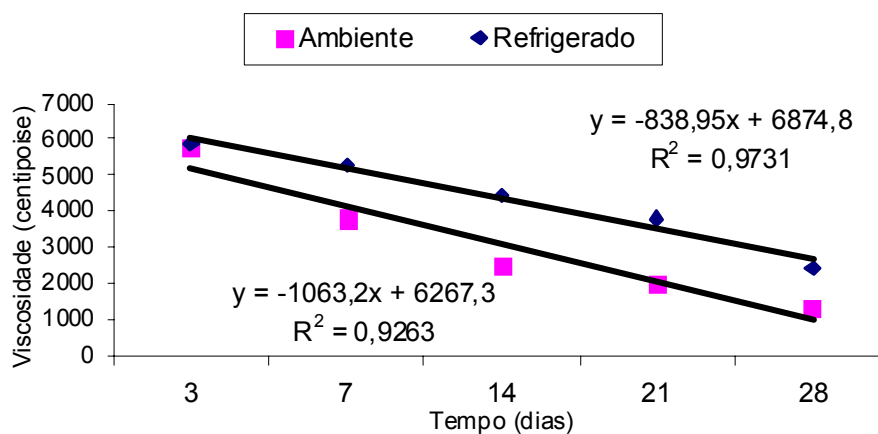


GRÁFICO 12- VISCOSIDADE DA GEMA EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE.E REFRIGERADÃ

4.3 FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DE ESPUMAS

4.3.1 Capacidade espumante

Como mostra o gráfico 13 a capacidade espumante aumentou ao longo do armazenamento sendo mais elevada na temperatura ambiente. Este fato é explicado pelas alterações químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento, principalmente na viscosidade e pH. Pardi (1977) comenta, em seu trabalho, que ovos frescos, mesmo armazenados em temperatura ambiente, produzem menor volume de espuma da clara, porém com maior estabilidade. Conseqüentemente, há a formação de um menor volume de líquido drenado. Isto ocorre porque, segundo Pandey et al. (1982), com o passar do tempo, a mucina vai sendo degradada com o aumento do pH do albúmen. Lesson e Coston (1997) completam esta explicação relatando ainda que, com a diminuição da quantidade de mucina diminui também a estabilidade da espuma da clara devido a pouca presença desta proteína para a formação das bolhas de ar que compõem a espuma. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo, pois a capacidade espumante inicial de 600% foi menor do que a encontrada com 28 dias de armazenamento à temperatura ambiente (840%) e sob temperatura refrigerada (830%).

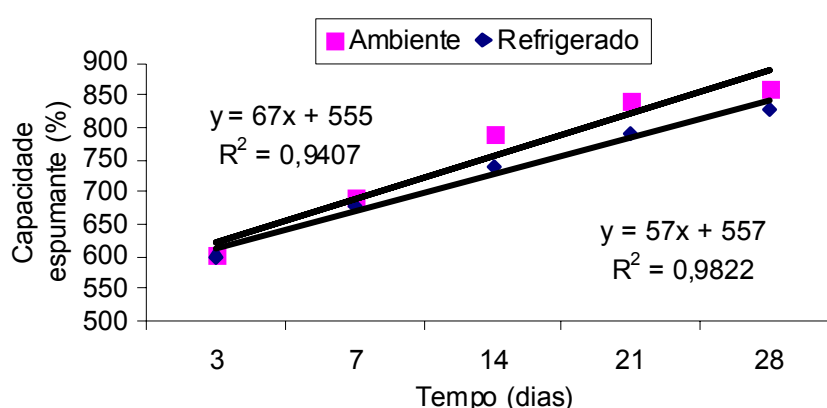


GRÁFICO 13 – CAPACIDADE ESPUMANTE EM RELAÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS AMBIENTE E REFRIGERADO

As propriedades espumantes da clara do ovo estão relacionadas com as características das cargas das proteínas. A lisozima carregada positivamente, devido

ao seu ponto isoelétrico igual a 10,7 desempenha papel vital na formação e estabilidade da espuma do albúmen do ovo (POOLE *et al.* 1984). Durante a formação de espuma, acredita-se que a lisozima e outras proteínas carregadas negativamente migram para interface ar-líquido. Nesta interface, a lisozima interage eletrostaticamente com outras proteínas carregadas negativamente, ocasionando a redução das interações eletrostáticas repulsivas no filme protéico, e assim ocorre a estabilização da espuma do albúmen (CLARCK *et al.*, 1988; DAMODARAN *et al.*, 1998).

4.10 Estabilidade da espuma (líquido drenado)

O líquido drenado aumentou de acordo com o tempo de permanência da espuma, o que é natural, pois com o passar do tempo, os filmes começam progressivamente a afinar e a se romper, perdendo fluido através da drenagem, resultando em um colapso da espuma (PHILLIPS, 1981). Foi observado que o líquido drenado foi aumentando de acordo com o tempo de armazenamento, porém não houve diferença significativa a nível de 5% em relação à temperatura de estocagem. Os gráficos 14 e 15 exibem o que foi descrito acima.

Geralmente, os filmes mais fortes que atuam na interface ar-água são obtidos a valores de pH próximos ao ponto isoelétrico da maioria das proteínas (HALLING, 1981). O aumento da estabilidade da espuma de muitas proteínas está na faixa do ponto isoelétrico (PHILLIPS; KINSELLA, 1990).

Ao longo do tempo de armazenamento em ambas as temperaturas foi evidenciado o aumento de pH, e, a diferença de pH entre a temperatura de armazenamento foi aumentando proporcionalmente ao tempo, tendo uma elevação de pH mais evidente na temperatura ambiente.

Observou-se que durante o período de armazenamento ocorreu, junto com o aumento do pH, a elevação do volume do líquido drenado. Este alto valor do líquido drenado está correlacionado com o aumento do pH da clara, o qual está relacionado com a diminuição da viscosidade do albúmen. Conseqüentemente interfere na viscosidade do fluido lamelar, que ocasiona uma aproximação entre os filmes das bolhas adjacentes, acarretando a ruptura e a coalescência dessas bolhas de ar,

originando a drenagem do líquido e a desestabilização da espuma (PHILLIPS; WHINTEHEAD; KINSELLA, 1994).

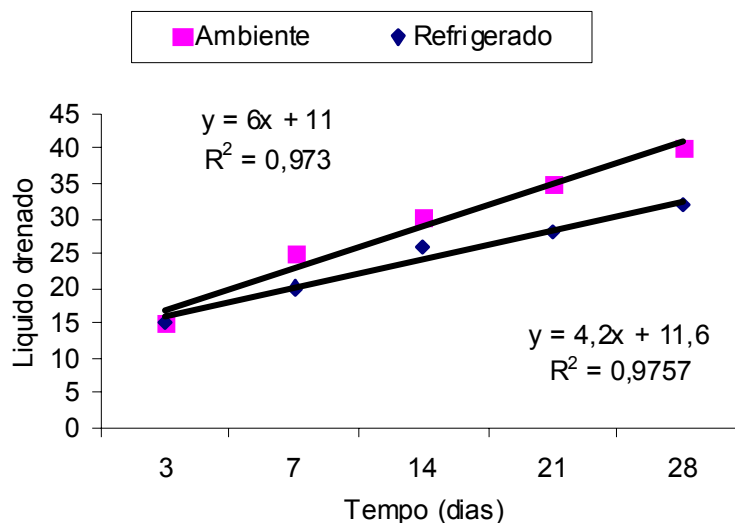


GRÁFICO 14 - LÍQUIDO DRENADO EM FUNÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS AMBIENTE E REFRIGERADO NO TEMPO DE 30 MINUTOS DE REPOUSO.

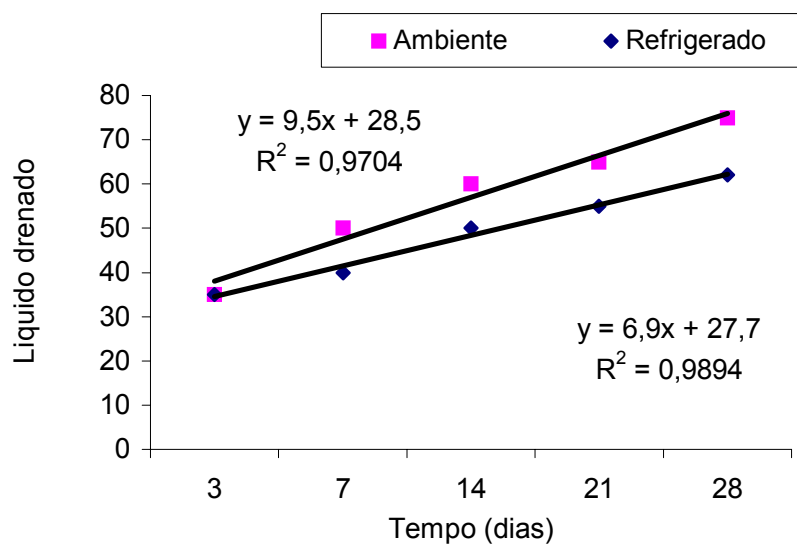


GRÁFICO 15 - LÍQUIDO DRENADO EM FUNÇÃO AO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS TEMPERATURAS AMBIENTE E REFRIGERADO NO TEMPO DE 60 MINUTOS DE REPOUSO

Também podemos evidenciar que houve o crescente aumento de líquido drenado com o passar do tempo em ambas as temperaturas de armazenamento, apresentando após 30 minutos de repouso 15mL para três dias de armazenamento e aumentando para 32mL em 28 dias de armazenamento em temperatura refrigerada e 40mL para o mesmo período em temperatura ambiente. Em 60 minutos de repouso apresentou 35mL de líquido drenado para três dias de armazenamento e 62mL e 75mL de líquido drenado para 28 dias de armazenamento na temperatura ambiente e refrigerada respectivamente.

Podemos observar um aumento de líquido drenado de 77% e 114% para 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente e refrigerado respectivamente comparando com o líquido drenado nos ovos com três dias de armazenamento.

Alleoni (1997) citou que, em seu experimento com ovos de galinha mantidos em temperatura ambiente e refrigerada, o volume drenado passou de 1,17mL para 4,68 e 9,25mL, respectivamente, após 14 dias de armazenamento. Barbiratto (2000) também constatou um aumento de 10mL para 13 e 25mL para 26 dias de armazenamento, ou seja, houve um aumento de 30% para temperatura refrigerada e 150% para os de temperatura ambiente.

Alleoni e Antunes (1999) estudaram o efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre as propriedades funcionais da clara de ovo de galinha. As temperaturas usadas foram: ambiente (25°C) e refrigeração (8°C) durante 21 dias. As propriedades funcionais do ovo decresceram com o armazenamento à temperatura ambiente e estas, em condições de refrigeração, foram inferiores às dos ovos frescos. Em ovos com 14 dias de armazenamento à temperatura de 25°C, obtiveram maior solubilidade e menor estabilidade da espuma, dureza do gel e qualidade da clara.

4.4 MICROBIOLOGIA DO OVO

As análises microbiológicas nas quais foram avaliados os microrganismos: *Salmonella*, *Staphilococcus* e Coliformes totais apresentaram resultados negativos para todas as amostras analisadas como mostra a tabela 10. Desta forma, enquadra-se como “de acordo com os padrões legais vigentes” na Resolução RDC 12 da ANVISA 2 de janeiro de 2001 (Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos), a qual exige para ovo inteiro (com casca) a ausência de *Salmonella*, e para gema, clara ou suas misturas, pasteurizadas, resfriadas ou congeladas, com ou sem açúcar, sal e outros aditivos ausência de *Salmonella*, Coliformes a 45°C /mL tolerância de 1c/ml e 5x10 *Staphilococcus* coagulase positiva por ml.

TABELA 10 – ANÁLISE BACTERIOLÓGICA PARA MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS

Tempo em dias	<i>Salmonella</i>		<i>Coliformes Totais</i>	
	Temperatura		Temperatura	
	Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
3	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
7	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
14	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
21	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
28	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

7 CONCLUSÕES

Ao término do estudo para determinar a vida de prateleira do ovo de avestruz armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração, foi possível concluir:

- Houve alteração da composição centesimal durante ao armazenamento, a umidade apresentou maior variação, sendo mais significativa na temperatura ambiente.
- Observou-se perda de peso durante o armazenamento.
- Ocorreu queda da Unidade Haugh em relação ao tempo de armazenamento, e na temperatura ambiente a queda de Unidade Haugh foi mais evidente.
- O pH aumentou durante o armazenamento, notadamente em temperatura ambiente.
- A capacidade espumante aumentou durante o período de armazenamento em ambas as temperaturas.
- Em temperatura ambiente o volume de líquido drenado foi maior do que os armazenados em temperatura refrigerada em todos os períodos de armazenamento.
- Os ovos não estavam contaminados internamente com os microorganismos: *Salmonella*, *Coliformes totais*, *Stafilococcus Aureus* e nem houve aumento da carga microbiana ao longo do armazenamento.
- A vida de prateleira do ovo de avestruz em temperatura ambiente $25 \pm 3^\circ\text{C}$ é de em média 21 dias.
- O ovo de avestruz na temperatura de refrigeração 2°C à 5°C manteve boa qualidade interna, podendo ser armazenado por mais tempo, mostrando assim, que a refrigeração é eficaz para aumentar a vida de prateleira do ovo de avestruz.

REFERÊNCIAS

- 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**, London, v. 76, p. 914-919, 1997
- ALLEONI, A. C. C. **Efeito da temperatura e do período de armazenamento na qualidade do ovo, nos teores de s-ovoalbumina e nas propriedades funcionais das proteínas da clara de ovo**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) – Setor de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1997
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001.
- AMSALLEM-HOLTZMAN, E., BEN-ZVI, Z. Drug Metabolizing Enzymes in the Ostrich (*Struthio camelus*): Comparison with the Chicken and the Rat. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 116, n. 1, p. 47–50, 1997.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Horteis. W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. International**. 17th ed. Arlington: AOAC Inc., 2000.
- BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária UFMG**, Belo Horizonte, n. 21, p. 43-59, 1997.
- BAIÃO, N. C.; FERREIRA, M. O. O.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 3, p. 59-63, 1999.
- BARBIRATTO, S. B. O. **Influência da temperatura e da embalagem em atmosfera modificada na qualidade interna dos ovos de consumo**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária e Processamento Tecnológico de Produto de Origem Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2000.
- BEIG, D.; GARCIA, F. C. M. **O embrião de galinha**. Campo Grande: Proed, 1987.
- BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.
- BERK, Z. **Introduction to the biochemistry of foods**. New York: Elsevier. 1976. p. 69-71.
- BERTECHINI, A. G. **Mitos e verdades sobre o ovo e consumo**. Disponível em: <<http://www.ovoonline.com.br>>. Acesso em: 09/08/2004.

BLIGH, E. G., Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry**, Ottawa, v. 37, p. 911, 1959.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: VARELA, 1992.

BOBBIO, F. O., BOBBIO, P. A. **Introdução à química de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 01, de 21 de fevereiro de 1990.

BRASIL, resolução n. 005 de 09 de novembro de 1991. Dispõe sobre a classificação dos ovos para uso industrial e comercial segundo se peso. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília D.F. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 25/03/2007.

BRITTEN, M.; LAVOIE, L. Foaming properties of proteins as affected by concentration. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 5, p. 1218-11221, 1241, Sept/Oct. 1992.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E. P.; ROLL, V. F. B. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 187-190, Set.-Dez. 1998.

BURLEY, R. W. The hen's egg as a model for food technology. **Food Research Quarterly**, v. 50, n. 2, p. 42-47, 1990.

BURLEY, R. W.; VADEHRA, D. V. **The avian chemistry and biology**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 472 p.

CAMARGO, R.; FONSECA, H.; PRADO FILHO, L. G.; ANDRADE, M. O.; CANTARELLI, P. R., OLIVEIRA, A. J., GRANER, M., CARUSO, J. G. B., NOGUEIRA, J. N., LIMA, U. A., MOREIRA, L. S. **Tecnologia dos produtos agropecuários – alimentos**. Piracicaba: Nobel, 1984.

CARRER, C. C.; ELMÔR, R. A.; KORNFELD, M. E.; CARVALHO, M. C. **A Criação do avestruz: guia completo de A a Z**. São Paulo: Ostrich do Brasil, 2004.

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.

CLARCK, D. C.; MACKEL, A. R.; SMITH, L. J.; WILSON, D. Interaction of bovine serum albumin and lysozyme and its effect on foam composition. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 2, p. 209-223, 1988.

CLOSA, S. J.; MARCHESICH, C.; CABRERA, M.; MORALES, J. C. Composición de huevos de gallina y codorniz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 49 p. 181-185. 1999.

COLLINS, W. M. *et al.* The effect of sex-linked barring and rate of feathering genes, and a stock, upon egg yolk cholesterol. **Poultry Science**, London, v. 47, n. 5, p. 1518-1526, 1968.

DAMODARAN, S.; ANAND, K.; RAZUMOVSKY, L. Competitive adsorption of egg white at the air-water interface: direct evidence for electrostatic complex formation between lysozyme and other egg proteins at the interface. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, n. 3, p. 872-876, 1998.

EISEN, E. J.; BOHRE, B. B.; MCKEAN, H. E. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. **Poultry Science**, London, v. 41, p. 1461- 1468, 1962.

FAO (Food and Agriculture Organization), 1999. **Ostrich production system**. Report of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Food and Agriculture Organization, Rome.

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>. Acesso em: 24/10/2005.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 931-959.

FERNANDES, E. A.; GUARATO, E. L.; MURAKAMI, A. E. Efeito da temperatura do período de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos para consumo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, p. 107, nov. 1983.

GERMAN, J. B.; PHILLIPS, L. G. Molecular properties of proteins important in foams. In: KINSELLA, J. E.; SOUCIE, W. G. (Ed.). **Food proteins**. Champaign: AOCS, 1989. p. 132-143.

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

GOODRUM, J. W.; BRITON, W. M.; DAVIS, J. B. Effect off storage condicions on albumen pH and subsequent hard-cooked eggs peelabity and albumen sheer strength. **Poultry Science**, London, v. 8, p. 1226 -1231, 1989.

GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. Rio de Janeiro: Edgard Blücher.1972.

HALL, L. M., McKAY, J. C. The relationship between yolk cholesterol and total lipid concentration throughout the first year of egg production in the domestic fowl. British Poultry Science, London, v. 34, n. 3, p. 487-495, 1993.

HALLING, P.J. Protein: stabilized foams and emulsions. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, V. 15, n.2, p. 155-203, 1981.

HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United State Egg and Poultry Magazine**, Mount Morris, v. 43, p. 552-555, 1937.

HAWTHORN, J. **Fundamentos de ciência de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1983. p. 114-122.

HOWELL, N. K.; TAYLOR, C. Effect of ascorbic acid on the foaming and gelling of globular proteins. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 30, n. 3, p. 321-334, June 1995.

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**, London, v. 59, p. 233-248, 2003.

JOHNSON, T. M., ZABIK, M. E. Egg albumen proteins interactions in an angel food cake system. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 2071-2083, 1981.

KINSELLA, J. E. Functional properties of proteins: possible relation-ships between structure and foams. **Food Chemistry**, London, v. 7, p. 273-288, 1981.

KINSELLA, J. E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **CRC Critical Review in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 21, n. 2, p. 197-262, 1984.

KINSELLA, J. E.; PHILLIPS, L. G. Structure function relationships in food proteins: films and foaming behavior. In: KINSELLA, J. E.; SOUNCIE, W. G. (Ed.). **Food proteins**. Champaign: AOCS, 1989. p. 52-77.

KINSELLA, J. E.; WHITEHEAD, D. M.. Proteins in Whey: Chemical, Physical an Functional Properties, KINSELLA, J. E. (Ed.). In: **Advanced in food nutrition research**. London: Academic Press, 1989. v. 33, p. 343-438.

LEESON, S.; COSTON, L. J. A problem characteristics of the thin albumen in laying hens. **Poultry Science**, London, v. 76, n. 10, p.1332-1336, 1997.

LI-CHAN, E.; NAKAI, S. Biochemical basis for the properties of egg white. **Critical Review Poutry Biology**, v. 2, n. 1, p. 21-57, 1989.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza: Acribia, 1996. p. 43-163.

MaCDonnell, L. R.; Feeney, R. E.; HANSON, H. L., CAMPBELL, A.; SUGIHARA, R. F. The functional properties of egg white proteins. **Food Technology**, Chicago, v. 9, p. 49-53, 1995.

MADRID, A. V.; CENZANO, J.; VICENTE, J. M. **Manual de indústria dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. p. 489-495.

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.

MAZZUCO, H.; ROSA, P. S.; JAENISCH, F. R. F. **Problemas de casca de ovos**: identificando as causas. Concordia: Embrapa, 1998. 20 p.

MEYER, L. **Food chemistry**. Westport: Van Nostrand Reinhold, 1976. p. 143-146.

MILES, R. D. Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sebrae, 2000. p. 163-173.

MINE, Y. Recent advance in the understanding off egg white protein functionally. **Trends in Food Science and Tecnology**, Cambridge, v. 6, n. 7, p. 225-231, 1995.

MINE, Y. Effect of dry heat and mild alkaline treatment on functional properties of egg white proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, p. 2924–2928, 1997.

MULLER, H. G.; TOBIN, G. **Nutrición y ciência de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1996. p. 221- 226.

NECTA. Universidade Federal de Lavras O Ovo e a Saúde. 2004. Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufla.br/necta/ovo_nutricao.html> Acesso em: 25 de setembro de 2005.

OLIVEIRA, B. L. **Avicultura**: produção de ovos comerciais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1991. p. 72.

OLIVEIRA, J. V. **Avaliação da sanitização da casca de ovos comerciais por agentes químicos**. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERCO, M. D. S. **Tecnología**

de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, p. 269-279.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 1985. p. 107-114.

PANDEY, N. K.; MAHAPATRA, C. K.; SINGH, R. P. Change in quality and acceptability of refrigerated quail. (*Coturnix coturnix japonica*) eggs storade at room temperature. **Journal of Food Science and Technology**, Misore, v. 19, p. 215-218, 1982.

PARDI, H. S. Influência da comercialização na qualidade dos ovos de consumo. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1997.

PATEL, P. D.; STRIPP, A. M.; FRY, J. C. Whipping tests for the determination of foaming capacity of protein: a collaborative study. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 23, n. 1, p. 57-63, Feb. 1988.

PEEBLES, E. D.; ZUMWALT, C. D.; DOYLE, S. M.; GERARD, P. D.; LATOUR, M. A.; BOYLE, C. R.; SMITH, T. W. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. **Poultry Science**, London, v. 79, p. 698-704. 2000.

PELEGRINI, D. H. G.; GASPARETO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas da clara do ovo em função da temperatura e do pH. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Campinas v. 5, n. 2, jul./dez. 2003.

PHILLIPS, L. G. Protein conformation at liquid interfaces and its role in stabilizing emulsions and foams. **Food Technology**, Chicago, v. 35, p. 50-51, 54-57, 1981.

PHILLIPS, L. G.; KINSELLA, J. E. Effect of succinylation on b-lactoglobulin foaming properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 6, p.1735-1739, 1990.

PHILLIPS, L. G.; HAQUE, Z.; KINSELLA, J. E. A method for the measurement of foam formation and stability. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 4, p. 1074-1077, July/Aug. 1987.

PHILLIPS, L. G. WHITEHEAD, D. M.; KINSELLA, J. E. **Structure-function properties of food proteins**. San Diego: Academic Press, 1994. 271 p. (Food Science and Technology Internacional Series).

PHILLIPS, L. G.; GERMAN, J. B.; O'NEILL, T. E.; FOEGEDING, E. A.; HARWALKAR, V. R.; KILARA, A.; LEWIS, B. A. MANGINO, M. E.; MORR, C. R.; KINSELLA, J. E. Standardized procedure for measuring foaming properties of three proteins, a collaborative study. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 5, p. 1441-1444, 1990.

PLANK, R. **El empleo del frío en la industria de la alimentación**. Barcelona: Reverte, 1963. p. 307-359.

POOLE, S.; WEST, S. I.; WALTERS, C. L. Protein-protein interactions: their importance in the foaming of heterogeneous protein systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 35 p. 701-711, 1984

PROTAIS, J. Qualità dell'uovo da consume: carateristiche ed alcuni fattori di variazione. **Riv. Avicol.**, v. 60, p. 27-32, 1991.

PROUDLOVE, K. **Os alimentos em debate**: uma visão equilibrada. São Paulo: Varela. 1996. p. 108-111.

RODRIGUES, K. R. M., SALAY, E. Atitudes de granjeiros, atacadistas, varejistas e consumidores em relação à qualidade sanitária do ovo de galinha *in natura*. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 3, Sept./Dec. 2001.

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. p.135

SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, London, v. 79, p. 1725-1729, 2000.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. p. 57-172.

SHAFEY, T. M., DINGLE, J. G., McDONALD, M. W. Comparison between wheat, triticale, rye, soyabean oil and strain of laying bird on the production, and cholesterol and fatty acid contents of eggs. **British Poultry Science**, London, v. 33, n. 2, p.339-346, 1992.

SHANAWANY, M. M. **Recent developments in ostrich farming** - United Kingdom, 2004.

SILVA, M. F. R. **Desempenho, qualidade dos ovos e balance de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina**. 2006. Tese de doutorado – Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

SILVERSIDES, F. G.; BUDGEELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**, London, v. 83, p. 1619-1623, 2004.

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

SILVERSIDES, F. G.; VILLENEUVE, P. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? **Poultry Science**, London, v. 73, p. 50-55, 1994.

SILVERSIDES, F. G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: A study relating to the validity of Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, London, v. 72, p. 760-764, 1993.

SINGH, R. P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 60, n. 1, p. 114-117, 1990.

SOLOMOM, S. E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing, 1991. p.149.

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

SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A.; GARDINI, C. H. C.; OBA, A.; AZEVEDO, T. M. L. Influência de diferentes tipos de embalagens e tratamento com óleo mineral sobre a qualidade de ovos de consumo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1998. (Trabalho n. 281).

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005.

STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and technology**. Westport: Avi Publishing, 1973. 314 p.

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

STADELMAN, W. J.; OLSON, V. M.; SHEMWELL, G. A.; PASCH, S. **Egg and poultry meat processing**. New York: VCH, 1988. p. 20-61.

SURAI, P. F.; ROYALE, N. J.; SPARKS, N. H. C. Fatty acid, carotenoid and vitamin A composition of tissues of free living gulls. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, Lancaster, v. 126, p. 387-396, May. 2000.

TARRINGTON, J. B.; CURTIS, P. A.; JONES, F. T. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens. **Poultry Science**, London, v. 78, p. 591- 594, 1997.

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**. Outubro 2000. Disponível em: < http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/hemeroteca/cta/vol20n2/cta20n2_3.pdf>. Acesso em: 15/12/2007.

TURK, D. E.; BARNETT, B. D. Cholesterol content of market eggs. **Poultry Science**, London, v. 50, n. 5, p. 1303-1306, 1971.

USDA (United States Department of Agriculture). **Egg grading manual**. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf>> Acesso em: 12/04/ 2006.

VIEIRA, S. L. **Considerações sobre as características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la**. Porto Alegre: Dept. de Zootecnia UFRS, 2003.

WALSH, T. J.; RIZK, R. E.; BRAKE, J. Effect of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss and early embryonic mortality of long storage hatching eggs. **Poultry Science**, London, v. 74, n. 9, p. 1403-1410, 1995.

WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality whit particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 48, p. 5-16, 1992.

YANNAKOPOULOS, A. L.; TSERVENI-GOUSHI, A. S.; CHRISTAKI, E. Effect of natural zeolite on yolk: albumen ratio in hen eggs. **British Poultry Science**, London, v. 39, p. 506-510, 1998.