

# UNIDADE HAUGH COMO MEDIDA DA QUALIDADE DE OVOS DE GALINHA ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO<sup>1</sup>

Ana Cláudia Carraro Alleoni<sup>2,4\*</sup>; Aloísio José Antunes<sup>3,4</sup>

<sup>2</sup>*Pós-Graduada do Depto. de Planejamento Alimentar e Nutrição - FEA/Unicamp.*

<sup>3</sup>*Depto. de Planejamento Alimentar e Nutrição, FEA/Unicamp, C.P. 6017 - CEP: 13083-970 - Campinas, SP.*

<sup>4</sup>*Bolsista CNPq.*

*\*Autor correspondente <anaccarraro@terra.com.br>*

**RESUMO:** Durante o armazenamento, ocorrem alterações nas características físicas, químicas e funcionais das proteínas de ovos em cascas. Essas mudanças dependem das condições de armazenamento, como o tempo, a temperatura e a umidade relativa do ar. Neste trabalho, compararam-se os valores da unidade "Haugh" de ovos frescos e de ovos armazenados à temperatura ambiente (25°C) e à temperatura de refrigeração (8°C), durante 7, 14 e 21 dias de armazenamento. Os valores da unidade "Haugh" e da altura da clara espessa diminuíram, consideravelmente, com o armazenamento à temperatura de 25°C. No ambiente refrigerado, não houve diferença significativa na unidade "Haugh", nos períodos de armazenamento, mas seus valores foram menores do que obtidos para ovos frescos. O peso dos ovos não diferiu, significativamente, durante o período de armazenamento, independentemente da temperatura. O pH correlacionou-se, positivamente, nas duas temperaturas com a unidade "Haugh" e negativamente com a altura do albume denso.

**Palavras-chave:** ph do albume, peso do ovo, altura do albume, armazenamento de ovos

## HAUGH UNIT AS A MEASURE OF THE QUALITY OF HEN EGGS STORED UNDER REFRIGERATION

**ABSTRACT:** Alterations in physical, chemical and functional characteristics of egg proteins occur during storage. These changes depend on the storage conditions, mainly duration, temperature and relative humidity. This study examined the fresh egg Haugh unit score and the storage egg Haugh unit score, at room temperature (25°C) and under refrigeration conditions (8°C), during 7, 14 and 21 days of storage. Haugh units and albumin height decreased considerably during storage at room temperature. At 8°C, there was no significant difference in the Haugh unit for different periods of storage, but their values were smaller as compared to fresh eggs. The weight of the eggs was not affected by both storage and temperature. For both temperatures, pH was positively correlated with Haugh units and negatively with the albumin height.

**Key words:** albumin pH, egg weight, albumin height, egg storage

## INTRODUÇÃO

Os ovos são utilizados como ingredientes em diversos alimentos. Quando submetidos à agitação, formam espuma, graças à retenção de ar na rede protéica, propriedade importante na obtenção de emulsões tipo: merengue e "musse". As condições de armazenamento de ovos, como o tempo e a temperatura, têm importância fundamental na manifestação da capacidade de formação de espuma, essencial para a boa qualidade organoléptica, particularmente de textura, dos produtos mencionados. Por terem seus constituintes naturalmente protegidos pela casca, a qualidade do albume se torna notória, somente, quando o comprador for utilizá-lo (Smith & Nguyen, 1984).

Selecionar critérios para analisar as mudanças na qualidade do ovo implica em considerar a necessidade de qualidade para produtores, consumidores e processadores,

requer diferentes considerações. Para os produtores, a qualidade está relacionada com o peso do ovo e resistência da casca (como defeitos, sujeiras, quebras e manchas de sangue). Para os consumidores, a qualidade está relacionada com o prazo de validade do produto e com as características sensoriais, como cor da gema e da casca. Para os processadores, a qualidade está relacionada com a facilidade de retirar a casca, com a separação da gema da clara, com as propriedades funcionais e com a cor da gema (especialmente para massas e produtos de padaria) (Rossi & Pompei, 1995).

Existem cinco métodos para estimar a qualidade de ovos abertos, com bases quantitativas, relacionadas ao albume: altura da clara (Wilgus & Van Wagenen, 1936); índice do albume (Heiman & Carver, 1936); índice da área do albume (Parsons & Mink, 1937); percentagem da clara espessa e fina (Holts & Almquist, 1932); e a unidade "Haugh" (Haugh, 1937).

<sup>1</sup>Parte da Tese de Mestrado da primeira autora apresentada à FEA/Unicamp, Campinas, SP.

O parâmetro mais usado para expressar a qualidade do albume é a unidade "Haugh". Haugh (1937) verificou que 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 et al., 1951). A unidade "Haugh" é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. De modo geral, quanto maior o valor da unidade "Haugh", melhor a qualidade do ovo (Rodrigues, 1975).

O uso da unidade "Haugh" tem sido, geralmente, aceito como uma medida da qualidade do albume em diversas pesquisas sobre a qualidade de ovos (Eisen et al., 1962). Apesar de críticas de alguns autores, ela é considerada uma medida padrão de qualidade e usada, praticamente, por toda a indústria avícola (Williams, 1992). As críticas a respeito da unidade "Haugh" são baseadas, essencialmente, na correção do peso do ovo.

A qualidade do ovo é medida para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, a dietas e nos fatores ambientais, aos quais as galinhas são submetidas, ou também para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento, em função das condições de armazenamento. De acordo com Silversides et al. (1993), a correção do peso do ovo na fórmula da unidade "Haugh" é inadequada. Para Silversides & Villeneuve (1994), a inadequação ocorre, principalmente, se forem comparados ovos frescos por diferentes raças de poedeiras, como também, se for avaliada a qualidade do albume de ovos armazenados por diferentes períodos. Kidwell et al. (1964) sugeriram que a unidade "Haugh" seria válida para os ovos frescos, mas não para ovos armazenados.

A unidade "Haugh", desde que foi criada, tem sido utilizada para controle de qualidade industrial (Williams, 1992). Essa medida, no entanto tem pouca relação com parâmetros da qualidade nutricional (Sauver, citado por Silversides et al., 1993). Seu uso é universal, devido à facilidade da aplicação e à alta correlação com a aparência do ovo quando aberto numa superfície plana.

O valor da unidade "Haugh" de ovos frescos diminui com o aumento da idade da galinha poedeira (Cunningham et al., 1960; Fletcher et al., 1981, 1983), embora esse aumento possa ser explicado, parcialmente, por efeitos patológicos subclínicos (Spackman, 1985). Com o envelhecimento da galinha, ocorre aumento no tamanho dos ovos (Eisen et al., 1962). A composição da ração e a raça da galinha podem afetar o escore da unidade "Haugh". Outros fatores, como estação do ano (Cunningham et al., 1960) e método de criação (Proudfoot, 1962) não parecem afetar o escore da unidade "Haugh", apesar de a demora na coleta dos ovos, armazenados em ambientes quentes, poder ocasionar declínio da qualidade do

albume. Para Rossi & Pompei (1995), o tipo de criação e a estação do ano afetam a composição e a estrutura dos ovos de galinha.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a unidade "Haugh" como medida de qualidade de ovo, por meio do monitoramento do pH e da altura do albume, durante 0, 7, 14 e 21 dias armazenamento sob refrigeração (8°C) e na temperatura ambiente (25°C).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ovos foram coletados logo após a postura e armazenados em embalagens de papelão (tipo grade); a temperatura e a umidade relativa foram acompanhadas, diariamente, dentro de cada período de armazenamento. Os ovos foram colhidos de poedeiras da raça Lohmann LSL e submetidas a dieta à base de milho. Após serem pesados em balança semi-analítica, dez ovos foram abertos e colocados numa superfície de vidro para que fosse medida a altura da clara espessa, com o auxílio de micrômetro. As claras foram separadas das gemas, e mediu-se o pH.

A qualidade interna do ovo foi medida, pela unidade "Haugh", por meio da fórmula:

$$UH = 100 \log \left[ H - \frac{\sqrt{G(30W^{0,37} - 100)}}{100} + 1,9 \right]$$

em que: H = altura da clara espessa (milímetros); G = constante gravitacional de valor 32; W = peso do ovo (gramas) (Brant et al., 1951).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, e os resultados foram analisados por meio de comparações de médias (teste de Tukey).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O escore da unidade "Haugh" diminuiu, com o armazenamento a temperatura ambiente (25°C) e umidade relativa de 75% (p>0,05) (TABELA 1). Nessa condição, a unidade "Haugh" diminuiu 53,5% em 7 dias de armazenamento, enquanto que após 14 dias o escore foi igual a zero. A diminuição nos valores da unidade "Haugh" representam declínio na qualidade do ovo. Moraes et al. (1997) observaram redução nos valores médios da unidade "Haugh" de 77,2 para 53,5 (30,7%), em sete dias de armazenamento, com a temperatura variando de 18 a 29°C, em estabelecimentos atacadistas e varejistas da região de Uberlândia-MG. De acordo com Oliveira (1992), ovos com 72 unidades "Haugh" são considerados de excelente qualidade, no padrão americano de classificação de ovos.

Segundo Cherian et al. (1990), quando os ovos são armazenados por longos períodos pode ocorrer também a redução do peso do ovo devido à perda de água e a centralização da gema. Stephenson et al. (1991) obtiveram resultados similares, trabalhando em

condições semelhantes, apesar da umidade relativa ter variado de 50 a 95%, com média de 70%.

No ambiente refrigerado (8°C), com umidade relativa 70%, não houve diferença significativa (a 5%) entre os valores de ovos com 7, 14 e 21 dias de armazenamento, com variação de 60 a 70 unidades "Haugh", todos menores do que os obtidos para ovos frescos.

Na primeira semana de armazenamento, o escore da unidade "Haugh", medido em temperatura ambiente, foi 44 % menor do que o obtido a temperatura de refrigeração. Já na segunda semana, à temperatura ambiente, o valor foi igual a zero; à temperatura de refrigeração o valor foi 67,76 unidades "Haugh".

A idade da galinha poedeira não foi considerada. Segundo Silversides et al. (1993), a unidade "Haugh" obtida de ovos de poedeiras com 26 semanas de idade foi  $88,48 \pm 0,44$ . Já para ovos de poedeiras com 65 semanas o valor foi  $77,40 \pm 0,44$ . A média obtida neste experimento para ovos recém coletados foi  $83,66 \pm 5,72$ . Pope et al. (1960), Fry et al. (1981), Cunningham et al. (1960), May & Stadelman (1960), Fletcher et al. (1983) e Belyavin (1988) têm a mesma opinião em relação a unidade "Haugh" e a idade da galinha, ou seja, afirmaram que a unidade "Haugh" diminui com o aumento da idade. Entretanto, em pesquisa mais recente, Rossi & Pompei (1995) demonstraram que o pH da clara do ovo tem pouca variabilidade durante o ciclo de postura de uma galinha poedeira.

A altura do albume diminuiu consideravelmente nos ovos armazenados a temperatura ambiente (25°C) e umidade relativa de 75% (TABELA 1). Nesta temperatura, a altura da clara espessa diminuiu 47,48% em 7 dias de armazenamento, e com 14 dias ocorreu uma diminuição de 44,68%. Lapão et al. (1999) obtiveram diminuição de 26,34% da altura do albume em ovos com 8 dias de armazenamento a temperatura de 16°C com umidade relativa de 78%. Em ovos frescos, a altura do albume foi de  $7,13 \text{ mm} \pm 0,14$  comparado a  $9,12 \text{ mm} \pm 0,8$  deste estudo. Essas diferenças entre os resultados obtidos podem ser ocasionadas pela temperatura utilizada no armazenamento. Já sob refrigeração (8°C), e umidade relativa de 70%, não houve diferença significativa entre os valores da altura do albume nos ovos com 7, 14 e 21 dias de armazenamento, variando de 6,29 mm a 7,28 mm, embora ambos fossem menores do que os valores obtidos nos ovos frescos.

Considerando apenas os ovos armazenados por 7 dias, a altura do albume dos ovos armazenados, em temperatura ambiente, foi 34,2% menor do que o valor obtido na temperatura de refrigeração. Já em ovos armazenados por 14 dias, a altura do albume foi 62,7% menor do que o valor obtido na temperatura de refrigeração.

O peso dos ovos, a temperatura ambiente, variou de 56,40 g (menor valor observado) a 67,56 g (maior valor); a altura do albume denso variou de 2,00

a 9,70 mm, e o pH variou de 7,66 a 9,52. Estes valores estão próximos aos obtidos por Silversides & Villeneuve (1994), que compararam os resultados da unidade "Haugh", altura do albume denso, entre outras variáveis, de ovos recém coletados, com os ovos armazenados por uma, duas e três semanas a temperatura ambiente. Na pesquisa destes autores, o peso do ovo variou de 45,94 a 69,94 g, a altura do albume denso variou de 1,60 a 9,00 mm, e o pH variou de 8,49 a 9,59.

Na presente pesquisa, a correlação entre o peso dos ovos e a altura do albume não foi estatisticamente significativa, já que houve pequena amplitude de variação para peso, enquanto que a altura do albume diminuiu quatro vezes com 14 dias de armazenamento, à temperatura ambiente (TABELA 1). A análise estatística dos resultados efetuadas por Silversides & Villeneuve (1994) também mostrou fraca correlação entre a altura da clara espessa e o peso do ovo. Segundo estes autores, o escore da unidade "Haugh" foi dependente da altura da clara e independente do peso do ovo e do peso do albume.

Correlacionando-se os resultados do escore da unidade "Haugh" e a altura do albume espesso, constataram-se correlações positivas nas duas temperaturas, com coeficientes significativos a 1% (Figura 1). Silversides et al. (1993) e Silversides & Villeneuve (1994) constataram que a correlação entre o peso do ovo e a altura do albume espesso apresentou baixo coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,10$ ), e que a relação entre essas variáveis, para ovos de poedeiras mais jovens, não é a mesma para ovos de poedeiras mais velhas.

O pH das claras de frescos foi o mais baixo quando comparado ao pH de ovos armazenados nas temperaturas de 8°C e 25°C, independentemente do período de armazenamento (TABELA 1). Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Goodrum et al. (1989), Walsh et al. (1995) e por Lapão (1999). Na temperatura ambiente, o pH de ovos com 7 dias chegou a  $9,34 \pm 0,03$ , e para ovos com 14 dias elevou-se para

TABELA 1 - Escores da unidade Haugh de ovos, peso dos ovos, altura do albume e pH da clara do ovo em função da temperatura e período de armazenamento.

Temperatura/ Período de Armazenamento	Unidade Haugh	Altura do Albume	pH
	mm		
Ovos frescos	$83,66 \pm 5,72$ a	$9,12 \pm 0,8$ a	$7,78 \pm 0,0$ e
8°C - 7 dias	$68,64 \pm 3,96$ b	$7,28 \pm 0,97$ b	$9,00 \pm 0,06$ d
- 14 dias	$62,53 \pm 3,03$ b	$7,10 \pm 0,90$ b	$9,08 \pm 0,04$ cd
- 21 dias	$60,63 \pm 5,62$ b	$6,29 \pm 0,54$ b	$9,09 \pm 0,04$ c
25°C - 7 dias	$41,71 \pm 4,01$ c	$4,79 \pm 0,71$ c	$9,34 \pm 0,03$ b
- 14 dias	0,00 d	$2,65 \pm 0,57$ d	$9,46 \pm 0,05$ a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Tukey, a 5%).

9,46 ± 0,05, sendo esta diferença estatisticamente significativa a 5%. Entretanto, à temperatura de 8°C, a primeira semana não diferiu da segunda, e esta semana não diferiu da terceira, mas a primeira apresentou pH significativamente menor do que o da terceira semana de armazenamento, apesar da diferença entre os resultados ter sido mínima.

Tanto nos ovos armazenados por 7 dias, como nos armazenados a 14 dias, o pH da clara, na temperatura ambiente, foi maior do que o pH da clara à temperatura de refrigeração (TABELA 1). O aumento do pH do albume é causado pela perda de CO<sub>2</sub> através dos poros da casca (Li-Chan, et al., 1995). No ambiente refrigerado ocorreu menor perda de dióxido de carbono, com conseqüente estabilidade do pH. Observou-se que ao mesmo tempo que aumentou o pH da clara, houve diminuição do escore da unidade "Haugh".

O pH da clara de ovo recém-posto, normalmente, varia de 7,6 a 7,9. A maioria dos microrganismos crescem neste pH, apesar de esse valor estar acima do ideal. Entretanto, o pH da clara aumenta de acordo com o aumento do período de armazenamento do ovo, e pode chegar a 9,5, o qual, em geral, possui efeito inibidor no crescimento de bactérias. Contudo em estudo estatístico

nenhuma diferença foi observada em ovos frescos (pH 7,5) e ovos mais velhos (pH 9,1) contaminados por bactérias esporuladas. Em clara de ovo isolada foi observado efeito inibidor ao crescimento de bactérias (Burley & Vadehra, 1989). Garibaldi (1960) observou que várias linhagens de bactérias não sobrevivem em pH 9,1, embora haja crescimento na clara de ovo com pH 7,9.

O escore da unidade "Haugh" e o pH das claras de ovos tiveram correlações lineares negativas, em ambas as temperaturas, com coeficiente significativo a 5% para a temperatura de refrigeração e 10% para a temperatura ambiente (Figura 2). Como era esperado, a amplitude de variação dos valores da unidade "Haugh" em função do pH foi maior na temperatura ambiente do que na temperatura de refrigeração.

Quando o pH da clara esteve próximo a 7,5, que é o pH da clara de ovos frescos, a unidade "Haugh" foi 90, e quando o pH da clara aproximou-se de 9,3, considerado um pH estável, independentemente do período de armazenamento, a unidade "Haugh" foi 62,36 a 8°C e 22,92 a 25°C. Neste caso, a influência da temperatura foi marcante no sentido de diminuir o valor da unidade "Haugh".

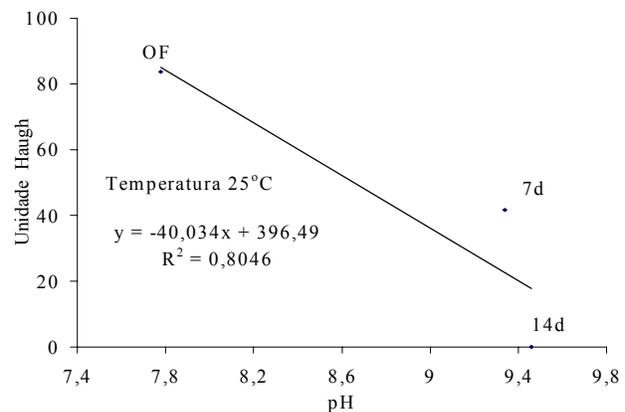
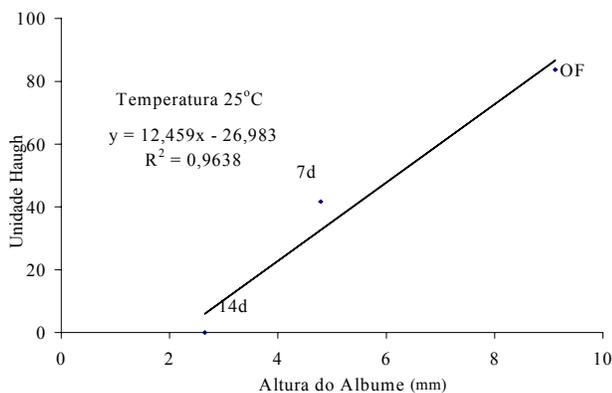
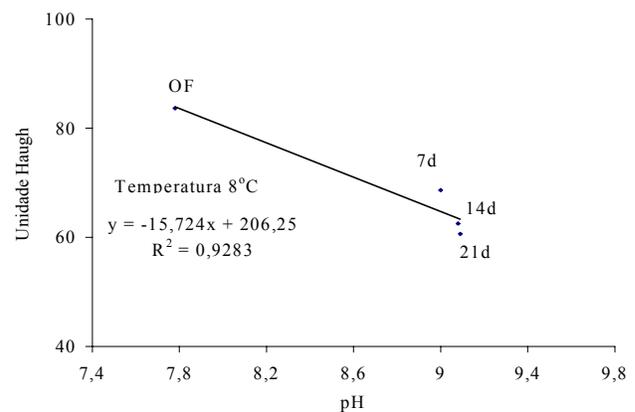
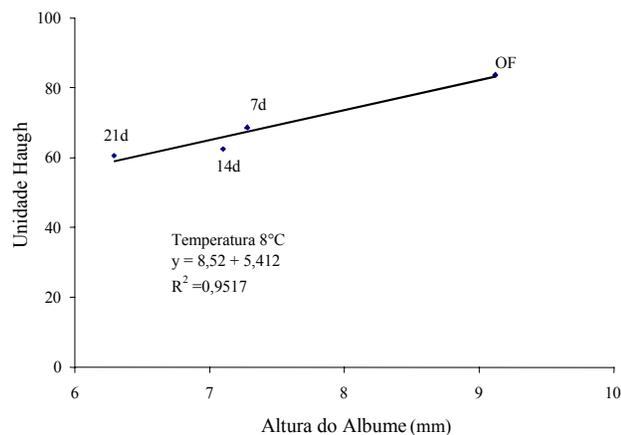


Figura 1 - Correlação entre os valores dos escores da unidade Haugh e altura do albume espesso de ovos armazenados a 8°C e 25°C, por diferentes períodos de armazenamento (OF = ovos frescos; 7d, 14d e 21d = 7, 14 e 21 dias de armazenamento, respectivamente).

Figura 2 - Correlação entre os escores da unidade Haugh e pH da clara de ovos armazenados a 8°C e 25°C, por períodos de armazenamento (OF = ovos frescos; 7d, 14d e 21d = 7, 14 e 21 dias de armazenamentos, respectivamente).

## AGRADECIMENTOS

À Agropecuária Peters S/A, localizada na cidade de Holambra, SP, pela doação dos ovos, e ao Professor Roberto Dias de Moraes e Silva do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela permissão do uso de instrumentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELYAVIN, C.G. Egg quality as influenced by production systems. **World's Poultry Science Journal**, v.44, p.65-67, 1988.
- BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v.5, p.356-361, 1951.
- CHERIAN, G.; LANGEVIN, C.; AJUYAL, A.; LIEN, K.; SIM, J.S. Research note: Effect of storage conditions and hard cooking on peelability and nutrient density of white and brown shelled eggs. **Poultry Science**, v.69, p.1614-1616, 1990.
- CUNNINGHAM, F.E.; COTTERIL, O.J.; FUNK, E.M. The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and yield. **Poultry Science**, v.39, p.289-299, 1960.
- EISEN, E.J.; BOHRE, B.B.; MCKEAN, H.E. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. **Poultry Science**, v.41, p.1461-1468, 1962.
- FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M.; RAHN, A.P. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.62, p.1800-1805, 1983.
- FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; RAHN, A.P.; SAVAGE, S.I. The influence of layer flock age and egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.60, p.983-987, 1981.
- FRY, J.L.; MOORE, J.S.; O'STEEN, A.W. Strain difference and initial quality relationships to rate of interior egg quality decline. **Poultry Science**, v.60, p.649-652, 1981.
- GARIBALDI, J.A. Factors in egg white which control growth of bacteria. **Food Research**, v.25, p.335-344, 1960.
- GOODRUM, J.W.; BRITTON, W.M.; DAVIS, J.B. Effect of storage conditions on albumen pH and subsequent hard-cooked egg peelability and albumen shear strength. **Poultry Science**, v.68, p.1226-1231, 1989.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.
- HEIMAN, V.; CARVER, J.S. The albumen index as a physical measurement of observed egg quality. **Poultry Science**, v.15, p.141-148, 1936.
- HOLTS, W. F.; ALMQUIST, H.J. Measurement of deterioration in the stored hen's egg. **United States Egg Poultry Magazine**, v.38, p.70, 1932.
- KIDWELL, M.G.; NORDSKOG, A.W.; FORSYTHE, R.H. On the problem of correcting albumen quality measures for egg weight. **Poultry Science**, v.43, p.42-49, 1964.
- LAPÃO, C.; GAMA, L.T.; CHAVEIRO SOARES, M. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. **Poultry Science**, v.78, p.640-645, 1999.
- LI-CHAN, E.C.Y.; POWRIE, W.D.; NAKAI, S. The chemistry of eggs and egg products. In: STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. (Ed.) **Egg science and technology**. New York: Food Products Press, 1995. p.105-175.
- MAY, K.N.; STADELMAN, W.J. Some factors affecting components of eggs from adult hens. **Poultry Science**, v.39, p.560-565, 1960.
- MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J.; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em diferentes supermercados na cidade de Uberlândia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.365-373, 1997.
- OLIVEIRA, B.L. Pontos críticos no manejo de poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO 1992 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, São Paulo, 1992. **Anais**. Santos: FACTA, 1992. p.137-144.
- PARSONS, C.H.; MINK, L.D. Correlation of methods for measuring the interior quality of eggs. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.484-489, 1937.
- POPE, C.W.; WATTS, A.B.; WILLIAMS, E.; BRUNSON, C.C. The effect of the length of time in production and stage of egg formation on certain egg quality measurements and blood constituents of laying hens. **Poultry Science**, v.39, p.1427-1431, 1960.
- PROUDFOOT, F.G. The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. **Poultry Science**, v.41, p.98-103, 1962.
- RODRIGUES, P.C. Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha. Piracicaba, 1975. 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, v.74, p.152-160, 1995.
- SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? **Poultry Science**, v.73, p.50-55, 1994.
- SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72, p.760-764, 1993.
- SMITH, M.B.; NGUYEN, L. Measuring the age of stored eggs. **CSIRO Food Research Quarterly**, v.44, p.94-96, 1984.
- SPACKMAM, D. The effect of disease on egg quality. In: WELLS, R.G.; BELYAVIN, C.G. (Ed.) **Egg quality-current problems and recent advances**. London: Butterworths, 1985. p.255-282.
- STEPHENSON, H.P.; DAVIS, B.M.; SHEPHERD, R.K. Egg quality under tropical conditions in North Queensland: 2. Effects of oiling and storage temperature on egg quality. **Food Australia**, v.43, p.536-539, 1991.
- 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 stored hatching eggs. **Poultry Science**, v.74, p.1403-1410, 1995.
- WILGUS, H.S.; WAGENEN, A. van. The height of the firm albumen as a measure of its condition. **Poultry Science**, v.15, p.319-321, 1936.
- WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.5-16, 1992.

Recebido em 27.12.00