

Análise dos constituintes de gema de ovo de avestruz desidratada por meio de duas metodologias de secagem

Ostrich egg yolk constituents analyses after drying procedures by means of two dehydration methodologies

RIALA6/1174

Jailane de Souza AQUINO^{1*}, João Andrade da SILVA², João Paulo PRADO³, José Marcelino de Oliveira CAVALHEIRO³

*Endereço para correspondência: Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Departamento de Nutrição. R: Cícero Eduardo, s/n – Junco. 64.600.000. Picos, PI/Brasil, e-mail: lalaaquino@hotmail.com

¹Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, UFPI.

²Departamento de Nutrição, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, PB/Brasil

³Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, PB/Brasil

Recebido: 15/05/2008 – Aceito para publicação: 19/11/2008

RESUMO

As gemas de ovo de avestruz foram analisadas quanto às características de seus constituintes após serem desidratadas por meio de técnica de *spray-dryer* e pela metodologia de liofilização. As amostras foram desidratadas pela técnica de *spray-dryer* com vazão de ar comprimido de 30 L/ min, vazão da bomba de alimentação de 0,5 L/ h e sob a temperatura do ar de secagem de 125°C. Pela metodologia de liofilização, as amostras foram tratadas a temperatura de - 49 °C durante sete horas e sob pressão de 0,02955 mmHg. Após a desidratação, foi determinada a composição centesimal das amostras. O colesterol foi determinado por HPLC, em fase móvel, acetonitrila/isopropanol (80:20) à vazão de 1mL/min e em coluna Nova Pack C18 (15cm x 4,6cm x 5µm), em comprimento de onda de 210nm. O diâmetro das partículas do pó obtido foi avaliado em microscópio óptico. As médias de composição centesimal das gemas de ovo de avestruz desidratadas pelo método *spray-dryer* e por liofilização diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). A gema liofilizada apresentou maior conteúdo lipídico, porém menor taxa de colesterol. As partículas liofilizadas mostraram-se irregulares, maiores e mais estáveis do que as atomizadas. O método de secagem por liofilização conservou o teor lipídico e protéico da gema de ovo de avestruz, bem como menor concentração de colesterol na amostra quando comparado à secagem por meio de *spray-dryer*.

Palavras chave. desidratação, liofilização, ovo de avestruz, *spray-drying*.

ABSTRACT

The dehydrated ostrich egg yolks were analyzed in order to assess their constituents after being dried by means of two dehydration methodologies, that is the spray-drying technology and the freeze-drying technique. The egg yolk samples were dehydrated by spray – dryer with compressed air flow at 30 L/min, feeding bomb flow at 0.5 L/ h, and drying air temperature at 125°C. In using the freeze-drying technology, the samples were processed at temperature of - 49 °C for seven hours under the pressure of 0.02955 mmHg. After being dehydration, the centesimal composition of dried samples was determined. Cholesterol contents were determined by HPLC, in movable phase, acetonitrile/izopropanol (80:20) at flow of 1mL/min, on Nova Pack column C18 (15.0cm x 4.6cm x 5.0µm), and wavelength at 210nm. The powder particles diameter sizes were achieved by optical microscopy. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were found in comparing the averages of centesimal compositions of ostrich egg yolks dehydrated by spray-dryer and those dried by freeze drying technology. The freeze-dried egg yolk showed higher lipid contents, but lower cholesterol contents. The freeze-dried particles were irregular, larger and more stable than those atomized powders. By

means of freeze-drying technique, the retention of ostrich egg yolk lipid and protein contents was observed, although lower cholesterol quantity was detected when compared to those samples dehydrated by means of spray-drying technology.

Key words. dehydration, freeze-drying, ostrich egg, spray-drying.

INTRODUÇÃO

A maior concentração de lipídios nos ovos encontra-se na gema, dentre seus componentes podem-se citar as lipoproteínas, fosfolipídios, triacilgliceróis e colesterol^{1,2}. O ovo de avestruz possui sabor idêntico ao do ovo de galinha como também propriedades químicas e físicas semelhantes³. Em sua composição centesimal, este tipo de ovo contém de 47,7 a 48,2% de proteína, de 43,8 a 44,2% de gordura e de 5,2 a 5,5% de minerais em extrato seco⁴. Os ovos de avestruz inférteis (não incubável) já são utilizados na forma de ovoprodutos em padarias, pastelarias e indústrias de alimentos, uma vez que cada ovo pesa entre 1,3kg e 1,7kg⁵.

O termo ovoproduto refere-se aos ovos dos quais tenham sido removidos a casca para algum processamento, podendo apresentar-se na forma líquida, congelada ou desidratada⁶. O ovoproduto da gema pode ser usado em confeitaria, pastelaria, padaria, sorvetes, produtos lácteos, alimentos infantis, massas alimentícias, cremes e sopas, maionese e molhos⁷. Do número total dos ovos consumidos, mais de 30% estão na forma de produtos derivados do ovo⁸.

A desidratação é uma maneira bem sucedida de preservação dos ovos, sendo que outras vantagens são: ocupar menos espaço no estoque, facilidade de transporte, boa uniformidade, utilização mais fácil (produto pronto para o uso) e ter qualidade microbiológica estável^{9,10}. Os principais procedimentos usados na desidratação são a atomização e a liofilização¹¹.

Um dos métodos para produzir ovo em pó como gema, clara ou ovo integral é pelo processo denominado spray-drying, onde o produto é atomizado por uma corrente de ar quente em que uma enorme área de superfície é criada pela atomização, sendo a água evaporada rapidamente^{9,10}. Outro processo de desidratação bastante utilizado é a liofilização, onde a água contida no produto passa diretamente do estado sólido ao estado de vapor por sublimação, sob determinadas condições de temperatura e de pressão^{12,13}.

No presente estudo, objetivou-se comparar alguns constituintes de gemas de ovo de avestruz desidratadas por spray-dryer com as desidratadas por liofilização, em relação à composição centesimal, conteúdo de colesterol e morfologia das partículas, com intuito de aprimorar as técnicas para

obtenção de ovoprodutos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os ovos utilizados neste experimento foram cedidos pela Coovestruz-PB (Cooperativa dos Criadores de Avestruz da Paraíba- Brasil), coletados utilizando-se luvas estéreis, acondicionados em sacos estéreis individuais e transportados para os laboratórios em isopor onde foram mantidos sob refrigeração por no máximo um dia, sendo portanto frescos. Os ovos apresentavam pesos diferentes, porém uma mesma quantidade de gema foi desidratada pelos dois métodos, aproximadamente 200g por sessão. As avestruzes receberam uma mesma ração e apresentavam idades entre dois e cinco anos, nesta faixa etária a postura de ovos inférteis por estas aves corresponde a 20-25%⁵. Foram destinadas três amostras de gema de ovo de avestruz à desidratação por spray-dryer e três à liofilização. Todas as variáveis foram analisadas em triplicata.

Desidratação

A desidratação por spray-dryer foi realizada no laboratório de armazenamento e processamento de produtos agrícolas pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e a desidratação por liofilização foi realizada no laboratório de análise de alimentos pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Realizaram-se três ensaios para a secagem da gema do ovo de avestruz tanto por liofilização como por spray-dryer. Inicialmente os ovos foram lavados com detergente clorado e água morna, a quebra foi manual realizada com auxílio de um instrumento tipo martelo.

As gemas foram separadas e imediatamente homogeneizadas em batedeira doméstica na velocidade um (681 rpm) por 20 segundos. E em seguida filtradas em tamis de plástico. Posteriormente, passaram pelo processo de fermentação com a finalidade de diminuir o conteúdo de glicose e evitar a reação de Maillard. Segundo a metodologia proposta por Martucci¹⁴ para cada 200g de gema de ovo de avestruz foram adicionados 1g de levedura comercial previamente misturada com uma parte da amostra, perfazendo a concentração de 0,5%. As amostras com 0,5% de levedura foram deixadas em banho-maria, à 32°C por 2 horas.

Após a fermentação, as amostras foram desidratadas

por atomização no secador mini “spray dryer” modelo MS 1.0 de fabricação da Labmaq do Brasil Ltda, com ar comprimido e sistema de atomização com bico atomizador duplo fluído e separador de pó do tipo ciclone. As condições de secagem foram: o bico de aspersão utilizado foi o de diâmetro de 0,7mm (bocal nº 1), com vazão de ar comprimido de 30L/ min, a vazão da bomba de alimentação de 0,5L/h, temperatura do ar de secagem de 125°C e a temperatura de saída de ar média de 70°C.

Na desidratação por liofilização as amostras foram dispostas em bandejas com espessura da lâmina de aproximadamente 6 cm e congeladas por contato direto com ambiente resfriado em freezer comercial a -18°C por 14 horas. Posteriormente, as bandejas foram imediatamente transferidas para o liofilizador modelo LS 3000 fabricado pela Terroni Ltda e desidratadas em temperatura de - 49 °C por 7 horas a uma pressão de 0,02955 mmHg. Após a secagem, as amostras foram reduzidas a pó em almofariz.

Ao final da desidratação, tanto as amostras recolhidas do spray-dryer como as recolhidas do liofilizador foram armazenadas em sacos de polietileno e codificadas. Estas amostras embaladas foram colocadas em isopor contendo sílica gel para evitar o ganho de umidade.

Determinação da composição centesimal

Cada parâmetro foi analisado em três repetições. As determinações de umidade, resíduo mineral fixo e proteína seguiram a metodologia proposta pela A.O.A.C¹⁵ e a determinação de lipídios totais seguiu a metodologia proposta por Folch et al.¹⁶. A determinação de carboidratos foi calculada por diferença, utilizando-se os índices obtidos pela análise de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas e lipídios, segundo a metodologia preconizada pela A.O.A.C¹⁵.

Determinação do conteúdo de colesterol por HPLC

A Figura 1 apresenta o fluxograma do método utilizado para a determinação de colesterol das gemas desidratadas por spray-dryer e por liofilização. Os lipídios totais foram extraídos com clorofórmio: metanol (2:1) de acordo com Folch et al.¹⁶. O colesterol foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência por um método utilizado anteriormente para a mesma determinação em filés de camarão¹⁷. Inicialmente, procedeu-se a saponificação com 10mL de extrato clorofórmico homogeneizado com 10 mL de KOH 12% em metanol 90%. A fase móvel utilizada foi a mistura dos eluentes acetonitrila/ isopropanol (80/20). Houve então posterior secagem do material para ressuspensão da solução na fase móvel para o sistema de HPLC.

O equipamento de cromatografia líquida utilizado foi um Varian 2699 fabricado nos Estados Unidos, composto por bomba isocrática, com injetor manual Reody, com alça de amostragem de 20µl, acoplado a detector de arranjo de diodo (DAD). A coluna cromatográfica utilizada foi: C₁₈ (Chrompack-Varian, Inerstisil – 150 x 4,6mm 5ODS-2) com 5µm de diâmetro de partícula; vazão de 1,0mL; detector por conjunto de diodos

(VARIAN 330); e integrador processador (VARIAN 230). O espectro de absorbância utilizado para leitura das amostras foi de 210nm e o tempo de corrida cromatográfica foi de 20 minutos. Todos os solventes usados foram de grau cromatográfico, filtrados e desgaseificados em ultra-som antes do uso.

A identificação do pico de colesterol foi feita por comparação dos tempos de retenção do padrão e o da amostra, por co-cromatografia e espectros de absorbância. A quantificação foi realizada pelo método de padronização externa.

Determinação do diâmetro das partículas do pó

As lâminas foram montadas com uma pequena quantidade do produto que foi suavemente misturada a algumas gotas de óleo de silicone, em seguida colocou-se a lamínula para evitar a formação de bolhas. As lâminas permaneceram 24 horas na posição horizontal para estabilização¹⁸. A observação foi realizada em microscópio óptico trinocular, marca Taimin, utilizando filtro azul. As amostras liofilizadas foram observadas com objetiva 10 e as desidratadas por spray-dryer foram observadas com objetiva 40.

Análise estatística

Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do

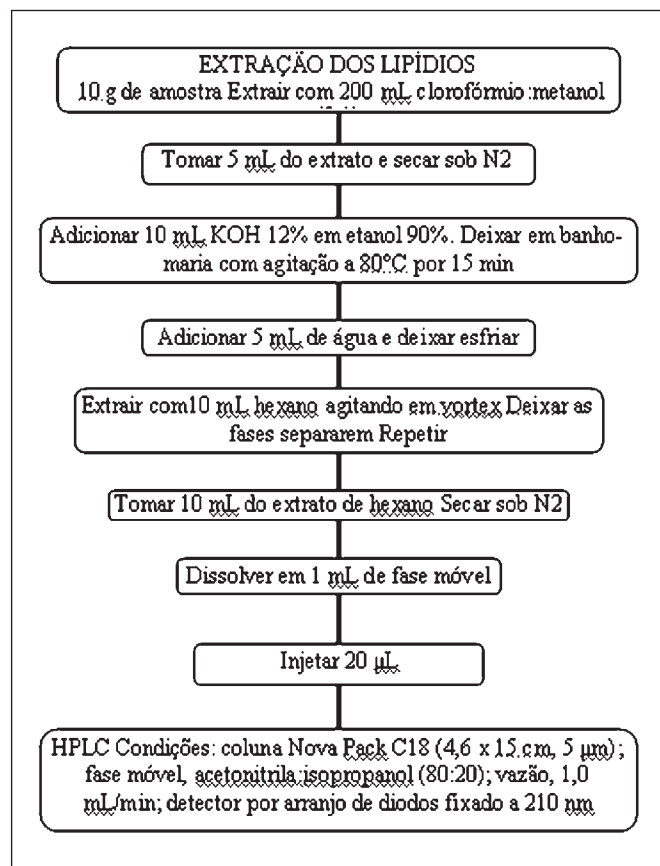


Figura 1. Fluxograma das etapas para determinação de colesterol por HPLC.

pacote estatístico Statistical Package for the Social Science versão 11.0¹⁹. Aplicou-se o teste t de Student, indicado para diferença de médias ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal

As médias de composição centesimal da gema de ovo de avestruz desidratada pelo método spray-dryer e da gema desidratada por liofilização diferiram estatisticamente em todas as variáveis analisadas, exceto no conteúdo de umidade e resíduo mineral fixo (Tabela 1). A composição do pó recolhido do liofilizador apresentou-se com valores maiores para as variáveis proteínas e lipídios.

Os resultados obtidos quanto à composição centesimal denotam que devido ao aquecimento da amostra no método por spray-dryer, pode ocorrer uma maior propensão para oxidação lipídica e desnaturação protéica. Determinados processos (trituração, torrefação, secagem) tem como consequência a alteração profunda da estrutura compartimentada, provocando a ruptura dos glóbulos de gordura, favorecendo a ação de enzimas lipolíticas (lipases), a eliminação de água e aumentando a exposição ao oxigênio²⁰. Apesar das proteínas da gema do ovo ser menos sensíveis ao calor que as da clara que desnaturam na faixa de temperatura entre 61°C e 92,5°C, dependendo da proteína²¹, ainda sim pode ocorrer desnaturação, porém em percentuais bem menores que os geralmente observados nas proteínas da clara.

Moros et al.²², encontraram 47% de lipídios, 42,2% de proteínas, 3,5% de umidade e 4,3% de resíduo mineral fixo na análise da gema desidratada de ovo de galinha. Comparando-se estas mesmas variáveis com a gema de ovo de avestruz desidratada, recolhida do spray-dryer e do liofilizador, observa-se um maior percentual de umidade e um menor percentual de resíduo mineral fixo, lipídios e proteína.

Em estudo realizado por Obara et al.²³, comparando os ovoprodutos (clara, ovo integral e gema) liofilizados com os desidratados por spray-dryer, os primeiros apresentaram uma menor quantidade de água e uma maior quantidade de proteínas e lipídios, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Colesterol

O conteúdo de colesterol presente na gema do ovo de avestruz desidratada por spray-dryer foi de $13,61 \pm 0,49$ mg/g (mg de colesterol por gramas de amostra) diferindo estatisticamente do conteúdo de colesterol presente na gema desidratada por liofilização que foi de $12,59 \pm 0,45$ mg/g.

Apesar do maior conteúdo lipídico apresentado na amostra de gema liofilizada, o conteúdo de colesterol apresentou-se menor. Esta diferença pode ter ocorrido devido à maior oxidação e conseqüentemente ao maior

Tabela 1. Comparação entre a composição centesimal da gema do ovo de avestruz desidratada por spray-dryer e por liofilização.

Composição centesimal	Gema desidratada – avestruz	
	Por liofilização	Por spray-dryer
Umidade (%)	$3,73 \pm 0,58^a$	$3,86 \pm 0,03^a$
Resíduo mineral fixo (%)	$3,36 \pm 0,49^a$	$3,71 \pm 0,13^a$
Proteína (%)	$33,99 \pm 0,43^a$	$33,61 \pm 0,70^b$
Lipídio (%)	$41,42 \pm 0,50^a$	$39,43 \pm 0,45^b$
Carboidrato (%)	$17,50 \pm 0,81^b$	$19,40 \pm 0,87^a$

*Médias seguidas de letras iguais numa mesma linha significa que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) pelo teste t de Student.



Figura 2. Morfologia das partículas de gema desidratadas de ovo de avestruz. (A) Partículas da amostra desidratada por liofilização. (B) Partículas da amostra por spray-dryer.

acúmulo de óxidos de colesterol nos ovoprodutos oriundos da gema desidratados por spray-dryer²⁴ que nos ovoprodutos desidratados por liofilização²³. A secagem por atomização é um tratamento que pode não afetar a composição de tocoferol nem de retinol do ovo, mas pode causar uma intensa reação de Maillard²⁵ e acelerar a oxidação do colesterol^{23,25}.

Segundo Sturkie²⁶, o nível de colesterol no organismo das aves é mais dependente de sua síntese endógena do que de seu aporte dietético. Porém o local e a síntese de colesterol variam com a espécie, idade e alimentação. Aproximadamente dois terços da síntese ocorre no fígado, 25% na carcaça e 6% no intestino e na pele.

O conteúdo de colesterol determinado por HPLC para as amostras de gemas desidratadas de ovo de avestruz foi próximo dos obtidos por Aquino²⁷ para gemas *in natura* de ovo de avestruz em que a quantidade de colesterol presente é de 12,70 mg/g, corroborando com os resultados reportados por Horbanczuk et al.²⁸ que teve como média 13mg de colesterol por grama de gema *in natura* de ovo de avestruz, sendo que ambos resultados foram determinados pelo método colorimétrico.

O conteúdo de colesterol da gema seja *in natura* ou desidratada de ovo de avestruz, determinado por HPLC, é semelhante ao conteúdo de colesterol da gema *in natura* de ovo de galinha que varia entre 10,33 e 18,86 mg/g de gema *in natura*, obtido pelo método colorimétrico^{27, 29, 30}.

Tamanho das partículas

As partículas constituintes do pó liofilizado apresentaram formas irregulares e tamanhos variados (Figura 2a). O processo de atomização produziu partículas globosas e esféricas com paredes formadas por uma matriz sólida sem poros (Figura 2b).

O diâmetro das partículas menores liofilizadas variou entre 28 e 36µm enquanto que o das partículas maiores variou entre 100 e 109 µm. O diâmetro das partículas atomizadas variou entre 20 e 33µm.

A esfericidade das partículas atomizadas também foi observada na atomização de suco de acerola¹⁸ e na secagem de café solúvel³¹. De acordo com estudo de King et al.³² partículas esféricas tendem a secar uniformemente, evitando a formação de pontos de aquecimento excessivo da amostra. A matriz das partículas liofilizadas apresentou-se em pedaços devido à moagem a que os produtos foram submetidos após a secagem. As características das partículas liofilizadas observadas neste estudo também foram as mesmas observadas por Righetto¹⁸ e Carlos et al.³³ em amostras de sucos de frutas liofilizadas. Segundo Chang et al.³⁴, o aumento do tamanho das partículas resulta numa redução da área de superfície conferindo uma melhora na retenção e estabilidades das mesmas.

Apesar da diferença de tamanho entre as partículas liofilizadas (maiores) e atomizadas (menores) das amostras de

gema de ovo de avestruz, ambas apresentaram diâmetro entre 10-200µm conforme relatado por Fellows¹² para partículas desidratadas.

CONCLUSÃO

O tamanho e a forma das partículas desidratadas influenciaram a estabilidade das mesmas, pois o método de secagem por liofilização conservou melhor o teor lipídico e protéico da gema de ovo de avestruz, como também concentrou menos colesterol na amostra quando comparado à secagem pelo método de spray-dryer.

AGRADECIMENTOS

A Cooperativa de Criadores de Avestruz da Paraíba - COOVESTRUZ pelas amostras, como também pela concentração de esforços e incentivo, ao Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio e oportunidade em realizar este estudo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico – CNPq pelo auxílio financeiro durante a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Cheftel JC, Cuq JL, Lorient D. Proteínas Alimentarias: bioquímica, propiedades funcionales, valor nutritivo y modificaciones químicas. Zaragoza: Ed. Acribia. 1989.
- Nielsen H., Shukla, VKS. Solid phase extraction of lipids from spray-dried egg yolk by ethanol with subsequent removal of triacylglycerols by cold temperature crystallization. *Food Sci Tech*, 2004; 37: 613-8.
- Mineki M., Tanahashi N, Shidara H. Physical and chemical properties of ostrich egg (*Struthio camelus domesticus*): Comparison with white leghorn hen egg. *J Japan Soc Food Sci Tech*, 2003; 6:266-71.
- Di Meo C, Stanco G, Cutrignelli MI, Castaldo S, Nizza UM.. Physical and chemical quality of ostrich eggs during the laying season. *Br Poultry Sci*. 2003; 33:386-90.
- Asturias L, Garita A. Estudio de factibilidad del establecimiento de una granja para la crianza y venta del avestruz (*Struthio camelus*) en Guatemala. Costa Rica: Editora Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), 2001.
- United States Department of Agriculture (USDA). Food Safety and Inspection Service. http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Egg_&_Egg_Product_Safety/index.asp. Acesso em: 19 set., 2005.
- Pelaez R., Leon D, Peralta G, Coelho JR. Ovoproducto – transformación industrial. Lima: Editora Pontificia Universidad Católica del Peru, 2003.
- Amiali M., Ngadi M.O, Raghavan VGS, Smith JP. Inactivation of *Escherichia coli* 0157:H7 in liquid dialyzed egg using pulsed electric fields. *Food and Bioprod Proc*.2004; 82: 151-6.
- Bergquist DH. In: Staldemam WJ, Coterril O.J. Egg Science and technology. Ed. Avi Publishing Company. New York: Food Products Press, 1994.
- Stadelman WJ, Coterril O.J. Egg Science and Technology. 2ª ed. New York: Ed. Avi Publishing Company, 1997.
- Kitabatake N, Indo K, Doi E. Changes in interfacial properties of hen egg ovalbumin caused by freeze-drying and spray-drying. *J Agric Food*

- Chem.1989; 37: 905-10.
12. Fellows P. Tecnologia del procesado de los alimentos: principios e practicas. Zaragoza: Ed. Acribia, 1994.
 13. Mujumdar, A.S. Industrial drying. 30 ed. New Jersey: CRC Press. 2007.
 14. Martucci, ET. Produtos desidratados de ovos. Campinas. [Dissertação de mestrado]. Campinas, São Paulo: Universidade de Campinas, 1989. 133pp.
 15. A.O.A.C. Association Official Analytical Chemistis. Official methods of analysis of the Association Chemistis, 20 ed. Washington, 2002. .
 16. Folch J, Lees M, Slaon-Stanley GN. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Bio Chem*, 1957; 226: 497-509.
 17. Bragagnolo N, Rodrigues-Amaya, D.Otimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). *Ciência Tecnol. Alimen*. 1997; 17: 275-280.
 18. Righetto AM. Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização. [Tese de doutorado]. Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2003. 176pp.
 19. SPSS- Statistical package for the social science. INC. 11.0 for Windows [Computer program]; LEAD Technologies SPSS Inc., 2001.
 20. Silva FAM, Borges MFM, Ferreira MA. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím Nova*.1999; 22:94-103.
 21. Alleoni ACC. Albumen protein and functional properties of gelation and foaming. *Scient Agric*. 2006; 63: 291-8.
 22. Moros JE, Franco JM, Gallegos C. Rheology of spray-dried egg yolk stabilizaed emulsions. *International J Food Sci Tech*. 2002; 37: 297-307.
 23. Obara A, Obiedziński M, Koczak T. The effect of water activity on cholesterol oxidation in spray- and freeze-dried egg powders. *Food Chem*. 2006; 95:173-179.
 24. Kim H., Choe E. Effects of egg yolk powder addition to the flour dough on the lipid oxidation development during frying. *LWT- Food Sci Tech*. 2008; 41: 845-853.
 25. Caboni M.F, Boselli E, Messia MC, Velazco V, Fratianni A, Panfili G, Marconi E. Effect of processing and storage on chemical quality markers of spray-dried whole egg. *Food Chem*. 2005; 92:293-303.
 26. Sturkie PD. *Avian Physiology*. 4. ed. New York: Springer-Verlag, 1986.
 27. Aquino JS. Avaliação da viabilidade técnica da industrialização de ovos inférteis de avestruzes. [Dissertação de mestrado]. João Pessoa, Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, 2007. 85pp.
 27. Horbánczuk JO, Sales J, Ziebra G, Reklewski T, Celeda T, Kozaczynski K. Lipid cholesterol content and fatty acid composition of ostrich eggs as influenced by subspecies. *Arch Geflügelkunde*. 1999; 63: 234-6.
 28. Bragagnolo N, Rodriguez-Amaya DB. Avaliação comparativa de três métodos para determinação de colesterol em gema de ovo. *Arq Bio Tec*. 1993; 36: 237-51.
 29. Guedes LS, Silva KM, Soares MGCB. Cholesterol and phospholipids content of yolk from fertilized and unfertilized hen eggs. *Brazilian J Med Bio Res*, 1992; 25:327-9.
 30. Esteves BN. Influência do processo de secagem por pulverização mecânica (spray-dryer) no tamanho de partícula e densidade aparente do café solúvel. [Dissertação de mestrado]. São Paulo, São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 96 pp.
 31. King CJ, Kieckbusch TG, Greenwald CG. Food quality factors in spray dryer. In: Mujum, A.S. *Advances in drying*. Washington: Hemisphere, 1984.
 32. Carlos LA, Resende JV, Cal-Vidal J. Redução da higroscopicidade de pós liofilizados pela indução da cristalização em soluções-modelo de açúcares constituintes de frutas. *Brazilian J Food Tec*. 2005; 8: 163-73.
 33. Chang YI, Scire J, Jacobas B. Effect of particle size and microstructure properties on encapsulated orange oil. In: Reineccius, G.A.; Risch, S.J. *Flavor encapsulation*. ACS Symposium Series n.370. Washington DC: American Chemical Society, 1988.