

Padronização da produção e desenvolvimento de tecnologias de estocagem da farinha de cefalotórax de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*)

Fabiola Helena dos Santos Fogaça¹; Sidely Gil Alves Vieira²; Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho²; João Avelar Magalhães¹; Thiago Nobre Gomes²; Irani Alves Ferreira¹; Thiago Fernandes Alves Silva¹

¹Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, BR 343, km 35, CEP 64200-900, Parnaíba, PI, Brasil. E-mail: fabiola.fogaca@embrapa.br

²Universidade Federal do Piauí, Campus de Parnaíba, Av. São Sebastião, n. 2919, CEP 64202-020, Parnaíba, PI, Brasil. E-mail: sidely.gil@hotmail.com

Resumo: O processamento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* resulta em grande volume de subprodutos, ricos em nutrientes, que submetidos a tecnologias adequadas, agregam valor ao pescado. O objetivo do estudo foi produzir uma farinha de cefalotórax do camarão marinho, padronizar seu processo de secagem, avaliar sua qualidade nutricional e sua estabilidade durante a estocagem em temperatura ambiente. Foram utilizados 120 kg de cefalotórax de camarão, que produziram 24 kg de farinha, estocadas em embalagens seladas e a vácuo, durante 120 dias. Os testes de secagem mostraram que a temperatura de 60 °C garante maior teor de proteína bruta na farinha e rendimento médio de 18,50%. Durante o período de armazenagem houve efeito significativo ($p < 0,05$) do tempo de estocagem e da embalagem utilizada na composição do produto. A farinha de cefalotórax de camarão produzida em laboratório mostrou excelente valor nutricional, durante 120 dias de estocagem a vácuo, o que demonstra seu potencial como fonte de nutrientes em dietas animais, como peixes e camarões.

Palavras chave: Carcinicultura, Proteína bruta, Temperatura de secagem

Standardization of production and development of storage technologies of head flour of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Abstract: Processing of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*) results in large amounts of by-products, rich in nutrients, which under appropriate technologies add value to fisheries industry. The aims of the study were to prepare a meal from marine shrimp head (carapace), standardizing its drying methodology and assess its nutritional quality and its stability during storage at room temperature. A total of 120 kg of shrimp carapace, which produced 24 kg of flour, stored in sealed containers and vacuum for 120 days. The tests showed that the drying temperature of 60 °C ensures higher crude protein content in the flour and average yield of 18.50%. Storage time and packaging showed significant effect ($p < 0.05$) in the composition of meal. The shrimp head meal produced in the laboratory showed excellent nutritional value during 120 days of storage under vacuum, demonstrating its potential as a source of nutrients in animal diets, such as fish and shrimp feed.

Key words: Shrimp farming, Crude protein, Drying temperature.

Introdução

A produção total da aquicultura (marinha e continental) no Brasil foi de 707.461 t em 2012

(FAO, 2014). Comparando-se os números da produção aquícola marinha por região, o Nordeste desponta como o maior produtor nacional, com 65.288.859 toneladas em 2009

(MPA, 2010), sendo que a carcinicultura marinha responde por 90% desse total. Com o desenvolvimento da carcinicultura, o processo de industrialização do pescado também cresceu, estimulando o surgimento de grandes indústrias de beneficiamento. Contudo, para cada quilo de camarão beneficiado, 50% são descartados na forma de cefalotórax e casca, sem aproveitamento (GUILHERME et al., 2007; COSTA et al., 2009).

Estima-se que a produção anual de resíduos das indústrias de camarão seja de aproximadamente 39 mil toneladas (LIMA et al., 2007). Em geral, os mesmos são clandestinamente enterrados, ou jogados no mar e rios, principalmente em países onde não há rigor na fiscalização ambiental. Estas ações podem causar sérios problemas ambientais e à saúde humana, uma vez que, a deterioração do resíduo gera odores desagradáveis, atraindo insetos e outros animais que podem ser vetores de doenças (ASSIS et al., 2008).

Por isso, pesquisas têm avaliado diferentes métodos de utilização desses descartes, incluindo a elaboração de farinhas para alimentação animal e extração de biomoléculas. A farinha de camarão apresentou bom desempenho zootécnico quando incluída na alimentação de frangos de corte (LIMA et al., 2007), poedeiras (ROSENFELD et al., 1997) e peixes (NWANNA et al., 2004; CAVALHEIRO et al., 2007; GUILHERME et al., 2007; AZEVEDO et al., 2008). No entanto, a composição da farinha depende do método de secagem e material utilizado. Castro & Pagani (2004) testaram diferentes temperaturas de secagem do cefalotórax do camarão marinho para encontrar a curva de secagem do material. Porém, faltam ajustes para equacionar tempo, temperatura e quantidade de material (massa) utilizado na secagem. Também não há descrito na literatura testes com embalagens e avaliação da estabilidade da farinha de cefalotórax de camarão durante a estocagem.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivos: elaborar uma farinha a partir do cefalotórax do camarão marinho *L. vannamei*, padronizando sua metodologia de secagem; avaliar sua qualidade nutricional e sua

estabilidade durante a estocagem em temperatura ambiente.

Material e métodos

Foram utilizados 120 kg de resíduos (cefalotórax) provenientes do beneficiamento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (peso médio de abate de 10-12g), obtidos da indústria Pesqueira Maguary, Camocim, Ceará, Brasil. O material foi transportado em caixas térmicas com gelo ao laboratório, conservado em freezer a -18 °C. O experimento foi executado no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos da Embrapa Meio-Norte, Unidade de Execução de Pesquisa (UEP/Parnaíba), em Parnaíba, Piauí.

Tratamento dos resíduos

Os resíduos foram descongelados a uma temperatura de 10 °C durante 24 horas. Inicialmente, o cefalotórax foi separado da fauna acompanhante e submetido à esterilização por meio do cozimento em água (2:1 água/cefalotórax), em tacho encamisado, durante 20 minutos, a temperatura de 100 °C. Em seguida, foram drenados em bandejas perfuradas e resfriados em gelo durante cinco minutos.

Avaliação da temperatura de secagem da farinha

Foram realizados testes com duas temperaturas de secagem (50 °C e 60 °C) e três pesos de amostras (250 g, 500 g e 1000 g) distribuídas em bandejas descartáveis de alumínio (14,5 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), totalizando seis tratamentos, com três repetições cada. A secagem foi realizada em estufa de secagem com circulação e renovação de ar (SL102/1152, SOLAB, Piracicaba) durante 46 horas, até as amostras apresentarem peso constante. Logo após a secagem, o material foi pesado, triturado em moinho de facas tipo Willye (TE 650, TECNAL, Campinas), utilizando peneira com orifício de 1,5 mm de diâmetro, e pesado novamente para cálculo de rendimento.

Cálculo do rendimento da farinha

O rendimento foi calculado a partir da diferença entre o peso inicial de cada amostra e seus respectivos pesos ao final do processo de

secagem e de moagem do material, segundo a fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{peso final} \times 100) / \text{peso inicial}$$

Avaliação da estabilidade da farinha durante estocagem

Após a obtenção da farinha e o estabelecimento da temperatura ideal para secagem, foram realizados testes para avaliar sua estabilidade durante a estocagem em temperatura ambiente (25 °C) por um período de até 180 dias, sendo testados ainda dois tipos de embalagens: convencional selada e a vácuo. Para esses testes foram utilizadas embalagens multicamada co-extrudadas, próprias para acondicionamento de produtos que necessitam de vácuo ou atmosfera modificada (tipo NORVAC), dimensões: 21 x 63 x 0,16 cm. Em cada embalagem foram colocados 500 g de farinha. Nessa etapa foi utilizado um esquema fatorial 2x6, com dois tipos de embalagem (normal e vácuo) e seis tempos de estocagem (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), com seis repetições por tratamento.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente por um termo-higrômetro (Instrutherm, modelo THR-140/HTR-158).

Avaliação da composição nutricional da farinha

A composição nutricional da farinha de cefalotórax de camarão foi determinada nas amostras submetidas aos testes de secagem a 50 °C e 60 °C, e avaliada no início do período de estocagem, e a cada mês, durante 180 dias, pela análise da matéria seca, proteína, lipídios e cinzas. A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, a proteína bruta pelo método semimicro Kjeldahl ($N \times 6,25$), o lipídio por extração em éter em aparelho Soxhlet e as cinzas por queima em mufla a 550 °C durante 4 horas (AOAC, 2000).

Análise estatística

Após os testes de Normalidade dos dados, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), em esquema fatorial 2x3, correspondendo a duas temperaturas de secagem (50 e 60 °C) e três pesos (250g, 500g e 1000g) para avaliar o efeito da temperatura de secagem e do peso na umidade (%), proteína

bruta (%) e rendimento (%) da farinha, bem como a interação temperatura x peso. Para avaliar o efeito da embalagem (vácuo e sem vácuo) e do tempo de estocagem (T), bem como a interação entre o tipo de atmosfera e o tempo de estocagem, na composição centesimal da farinha, foi realizada uma análise de variância em esquema fatorial 2x6, correspondendo a dois tipos de embalagem (vácuo e sem vácuo) e seis tempos de estocagem (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). Para os resultados em que F foi significativo ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). O programa estatístico utilizado foi ASSISTAT, versão 7.6 beta (2011).

Os pontos referentes ao tempo e quantidade de material (peso), para o processo de secagem de cabeças de camarão, foram ajustados em equações não lineares, através do software OriginPro 8.1.

Resultados e discussão

Produção e padronização do processo de secagem da farinha pela avaliação dos parâmetros de qualidade

Os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade da farinha evidenciam efeito ($p < 0,05$) da temperatura de secagem no rendimento e na proteína bruta, e da interação temperatura x peso na matéria seca e proteína bruta (Tabela 1).

Os tratamentos submetidos à temperatura de 60 °C apresentaram níveis médios de 50,51% de PB, enquanto os tratamentos submetidos à 50 °C apresentaram teores médios de 41,50% PB (Tabela 2).

Essa diferença pode ser explicada pelas interações entre temperatura e as proteínas. Acima de 30 °C ocorre um aumento da taxa de desnaturação protéica (BECKTEL & SCHELLMAN, 1987) devido à ação de enzimas proteases que produzem compostos nitrogenados voláteis. Em temperaturas de 60 °C essas enzimas começam a ser inativadas, cessando a proteólise. Assim, a temperatura ideal para secagem do cefalotórax do camarão foi de 60 °C por obter maior porcentagem de PB.

Tabela 1 - Análise estatística dos teores médios de rendimento, matéria seca e proteína bruta da farinha de cefalotórax de camarão segundo a temperatura de secagem (TEMP), o peso (P) e a interação TEMP x P.

Fator de variação	Valores de F		
	Rendimento (%)	Matéria Seca (%)	PB (%)
Temperatura	16,4018 **	1,1258 ns	117,1640 **
Peso	3,5036 ns	3,3870 ns	0,6616 ns
Interação TEMP x P	0,7520 ns	5,9069 *	5,3715 *
CV (%)	8,32	2,09	3,84

** significativo ($p < 0,01$). * significativo ($p < 0,05$). ns = não significativo. CV = coeficiente de variação.

Tabela 2 - Rendimento, matéria seca e proteína bruta da farinha de cefalotórax de camarão segundo a temperatura de secagem e o peso da amostra.

Temperatura (°C)	Peso (g)			CV(%)
	250	500	1000	
		PB (%)		3,84
60	50,05 ^{aA}	49,66 ^{aA}	51,83 ^{aA}	
50	42,04 ^{bAB}	43,49 ^{bA}	38,98 ^{bB}	
		Rendimento (%)		8,32
60	20,61 ^b	17,41 ^b	17,60 ^b	
50	21,76 ^a	20,86 ^a	22,59 ^a	
		Matéria Seca (%)		2,09
60	0,94 ^{aA}	0,95 ^{aA}	0,95 ^{aA}	
50	0,95 ^{aA}	0,96 ^{aA}	0,90 ^{bB}	

Teores com base na matéria seca (n=9). Letras diferentes na mesma coluna (minúscula) ou linha (maiúscula) representam diferença estatística ($p < 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Em relação ao efeito da interação temperatura x peso, na temperatura mais baixa (50 °C) houve efeito do peso ou quantidade de amostra durante a secagem nos teores de PB e MS, e por isso os tratamentos com 250 g e 500 g apresentaram maiores teores de PB (Tabela 2). Como o tratamento com 1000 g apresentou umidade em torno de 10%, aproximadamente o dobro dos outros, a água serviu de substrato para catalisar as reações de proteólise (FENNEMA, 2000), reduzindo a porcentagem final de PB da farinha.

O rendimento foi maior nas amostras submetidas à temperatura de 50 °C (Tabela 2). Esse resultado está de acordo com trabalhos que avaliaram o rendimento de farinhas de tilápia em escala artesanal (ROCHA et al., 2011) e industrial (VIDOTTI & GONÇALVES, 2006). Para o rendimento, a melhor temperatura de secagem foi a de 50 °C, porém, deve-se avaliar a umidade

final do produto, que nesse caso, também foi maior (6,5%) relacionada com menor estabilidade durante a estocagem por propiciar o crescimento de micro-organismos que degradam os nutrientes da farinha (LIMA et al., 2007).

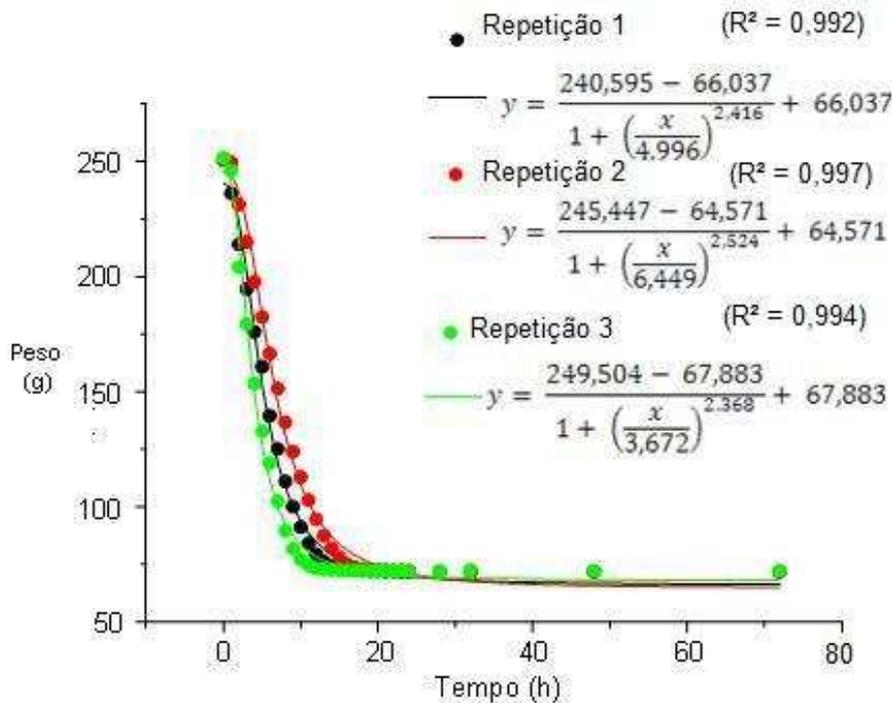
Para os teores de matéria seca, houve interação temperatura x peso nos tratamentos submetidos à secagem à 50 °C, pois quanto maior a quantidade de amostra durante a secagem, em áreas iguais de contato, menor foi a MS (Tabela 2). O tratamento de 1000 g teve menor superfície exposta e por isso manteve maior quantidade de água na amostra.

Como o objetivo da secagem a duas temperaturas e com pesos diferentes foi escolher o tratamento que apresentasse umidade abaixo de 10%, maior porcentagem de proteína bruta e maior rendimento, optou-se pelo tratamento submetido à temperatura de 60 °C com peso de 250 g para os demais testes de qualidade e

padronização da curva de secagem. A umidade até 10% foi determinada com base na legislação (Decreto 354 de 18 de julho de 1996 da ANVISA) que preconiza que as farinhas vegetais devem ter até 15% de umidade, estabelecendo-se uma margem de segurança de 5% para a farinha de cefalotórax de camarão. O melhor ajuste para os pontos relativos à secagem e peso foi obtido com

a função sigmoidal, do tipo logística (Figuras 1 e 2). Para a escolha deste modelo, foi avaliado o coeficiente de determinação (R²) que representa a precisão da regressão, podendo ser usado para expressar a força da relação entre as duas variáveis (ZAR, 2010), já que quanto menor seu valor, melhor o ajuste da regressão dos resíduos (FLORENTINO et al., 2010).

Figura 1 - Equação de regressão do peso em função do tempo da secagem de cefalotórax de camarão para cada repetição.

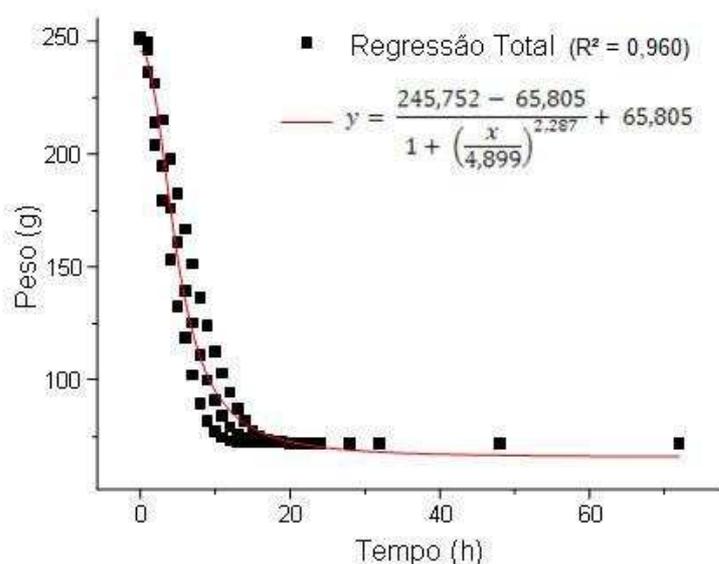


As correlações para a previsão da umidade (correlação inversa à MS) de equilíbrio dos alimentos, fundamentadas nos resultados das curvas experimentais, apresentam a forma sigmoidal (MIR & NATH, 1995), que são peculiares em muitos alimentos protéicos ou farináceos, como farinha de trigo e amidos (ASCHERI et al., 2005). Com base nessas equações, pode-se estimar o tempo de secagem por peso da amostra.

Após a avaliação dos tratamentos durante o processo de secagem, foi definida uma temperatura ótima de secagem (60 °C), com a seguinte equação, onde y = quantidade de material disponível e x = tempo de secagem necessário:

$$y = \frac{245,752 - 65,805}{1 + \left(\frac{x}{4,899}\right)^{2,287}} + 65,805$$

Figura 2 - Equação de regressão do peso em função do tempo da secagem do cefalotórax de camarão para as três parcelas juntas.



Avaliação da estabilidade da farinha durante estocagem

Para avaliação da estabilidade da farinha estocada à temperatura ambiente, foi avaliado o efeito do tempo de estocagem (T) e da atmosfera (V) da embalagem utilizada (vácuo e sem vácuo) nos seus nutrientes. Os resultados mostraram efeito significativo ($p < 0,05$) para todos os fatores

avaliados, exceto para interação T x V nos teores de cinzas, proteína bruta e lipídeos (Tabela 3). Isso quer dizer que o tempo e o tipo de embalagem influenciam na qualidade do produto estocado, sendo que a interação entre os dois fatores é determinante apenas na estabilidade da matéria seca da farinha.

Tabela 3 - Análise estatística dos teores médios de matéria seca, cinzas, proteína bruta e lipídeos da farinha de cefalotórax de camarão segundo o tempo de estocagem (T), atmosfera (vácuo ou não) e a interação T x V.

Fator de variação	Valores de F			
	Matéria seca (%)	Cinzas (%)	PB (%)	Lipídeo (%)
Atmosfera (V)	82,4904**	8,5434**	6,2232*	6,2047*
Tempo (T)	189,2429**	8,4675**	3,9562**	18,5679**
Interação V x T	4,6676**	1,7887 ns	2,1165 ns	1,8302 ns
CV (%)	6,18	2,64	4,83	9,84

** significativo ($p < 0,01$). * significativo ($p < 0,05$). ns = não significativo. CV = coeficiente de variação.

Os valores médios da matéria seca (%), cinzas (%), proteína bruta (%) e lipídeos (%) da farinha segundo o efeito do tempo de estocagem e da atmosfera encontram-se na Tabela 4. Pode-se observar que a embalagem a vácuo

apresentou os maiores teores de nutrientes em todos os tempos de estocagem, conservando melhor as amostras. Isso porque a atmosfera a vácuo inibe a degradação protéica e lipídica pela ausência do oxigênio. A degradação ocorre, mas é mais lenta quando comparada à embalagem

selada. No vácuo, a redução nos valores dos nutrientes ocorre em função do efeito da incidência de luz na embalagem transparente que propicia a oxidação não enzimática em alimentos processados e embalados como farinhas (ALVES et al., 2012).

Independentemente da embalagem utilizada, o tempo provocou efeito linear na diminuição da matéria seca, cinzas e lipídeos, ou seja, quanto maior o tempo de estocagem, menores os teores desses nutrientes. Para proteína bruta, houve ligeira redução dos teores no primeiro mês de estocagem (30 dias), que estabilizaram a partir do tempo 60 dias, mantendo os teores protéicos da farinha até 180 dias de estocagem (Tabela 4).

Apesar de utilizar uma embalagem a vácuo, a diminuição da matéria seca está relacionada às condições ambientais (umidade relativa do ar de 64% a 68% e temperatura de 26 a 32 °C) que permitiram a absorção de água durante a estocagem (TEIXEIRA NETO et al., 2004) pela permeabilidade do material ao ar.

Esse comportamento foi observado por Rocha et al. (2011) durante 120 dias de estocagem da farinha de tilápia armazenada à vácuo.

O lipídeo foi o nutriente que apresentou maior instabilidade, sofrendo redução de 24,50% durante a estocagem. A queda na porcentagem de lipídeo foi maior na embalagem selada, porque a oxidação lipídica é acelerada na presença de oxigênio (WANASUNDARA & SHAHIDI, 2005). Nesse caso, indica-se a utilização de um antioxidante que preserve a gordura da farinha (ROBBINS & SEWALT, 2005).

Essa modificação nos atributos de qualidade dos alimentos é comum em alimentos armazenados em temperatura ambiente (MOTA et al., 2012), e por isso, estudos com embalagens com atmosfera modificada ou vácuo fazem-se necessários para retardamento desses processos de deterioração.

Tabela 4 - Teores de cinzas, proteína bruta e lipídeos da farinha de cefalotórax de camarão segundo o tempo de estocagem (T) e atmosfera (vácuo ou não).

Atmosfera	Tempo (dias)						
	Zero	30	60	90	120	150	180
	Matéria Seca (%)						
Selada	94,88 ^{bA}	93,43 ^{bB}	92,93 ^{bC}	92,67 ^{bB}	92,13 ^{bD}	91,83 ^{bE}	91,27 ^{bE}
Vácuo	94,88 ^{aA}	94,48 ^{aB}	93,87 ^{aC}	94,14 ^{aB}	92,83 ^{aD}	92,10 ^{aE}	91,99 ^{aE}
	Cinzas (%)						
Selada	18,28 ^{bAB}	18,26 ^{bA}	17,98 ^{bAB}	17,94 ^{bAB}	17,66 ^{bAB}	17,37 ^{bB}	16,70 ^{bC}
Vácuo	17,76 ^{aAB}	18,38 ^{aA}	18,23 ^{aAB}	18,13 ^{aAB}	17,92 ^{aAB}	17,74 ^{aB}	17,55 ^{aC}
	PB (%)						
Selada	48,94 ^{bBC}	47,06 ^{bC}	48,33 ^{bABC}	49,71 ^{bABC}	48,81 ^{bAB}	47,83 ^{bA}	47,37 ^{bABC}
Vácuo	48,63 ^{bcA}	48,40 ^{aC}	49,77 ^{aABC}	49,91 ^{aABC}	49,47 ^{aAB}	49,67 ^{aA}	48,63 ^{aABC}
	Lipídeo (%)						
Selada	9,13 ^{bA}	7,94 ^{bB}	7,77 ^{bB}	7,23 ^{bC}	7,05 ^{bC}	7,06 ^{bC}	6,64 ^{bD}
Vácuo	9,13 ^{aA}	8,34 ^{aB}	8,88 ^{aB}	7,55 ^{aC}	7,41 ^{aC}	7,63 ^{aC}	7,18 ^{aD}

Teores com base na matéria seca (n=3). Letras diferentes na mesma coluna (minúscula) ou linha (maiúscula) representam diferença estatística ($p < 0,05$).

Conclusões

A farinha de cefalotórax de camarão produzida a 60 °C possui bons teores de PB e MS

e estabilidade durante a estocagem à temperatura ambiente, o que demonstra seu potencial como fonte de nutrientes em dietas animais, como peixes e camarões. Porém,

estudos complementares são necessários para determinar a composição da farinha em micronutrientes como ácidos graxos e aminoácidos, além da determinação dos teores de fibras, cálcio e fósforo, cujo conhecimento é indispensável na formulação de dietas completas.

A embalagem a vácuo é mais eficiente na conservação da farinha estocada em temperatura ambiente (25 a 28 °C), sendo que o tempo de estocagem diminui os teores de nutrientes (PB e lipídeos), por isso, sugere-se a utilização do produto no menor tempo possível após sua elaboração para melhor aproveitamento de seu valor nutritivo.

Agradecimentos

À Pesqueira Maguary pela doação dos resíduos do camarão marinho; ao Ministério da Pesca e Aquicultura pelo financiamento do Laboratório por meio do projeto AQUABRASIL; ao CNPq e à FAPEPI pelo apoio financeiro.

Referências

- ALVES, R. M. V. et al. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.59-71, jan./mar. 2012.
- ANVISA. **Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996.** Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354_96.htm> Acesso em 06/08/2014.
- A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**, 17th ed. Arlington: AOAC, 2000. 937 p.
- ASCHERI, D. P. R.; RIBEIRO, M. M.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Isotermas de adsorción de agua y estabilidad de harinas extruídas de amaranto, arroz y maíz: estudio comparativo. **Alimentaria**, Barcelona, v. 363, n. 5, p. 100-107, 2005.
- ASSIS, A. S.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Bioconversão de resíduos de camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) para produção de biofilme de quitosana. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Bilbao, v. 9, n. 8, p. 480-499, out, 2008.
- AZEVEDO, C. M. S. B. et al. Desempenho produtivo de tilápias em viveiros intermitentemente drenados para irrigação. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p.29-35, janeiro/março, 2008.
- BECKTEL, W. J.; SCHELLMAN, J. A. Protein stability curves. *Biopolymers*, New York, v.26, p.1859-1877, 1987.
- CAVALHEIRO, J. M.O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource Technology**, New York, v.98, p.602–606, 2007.
- CASTRO, A. A.; PAGANI, G.D. Secagem e composição química da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei* Bonne) a diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, João Pessoa, v.6, n.2, p.123-129, 2004.
- COSTA, C. N.; PORTZ, L.; HISANO, H.; DRUZIAN, J. I.; LEDO, C. A. S. Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 161-167, 2009.
- FAO. **Global Aquaculture Production.** Disponível em <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>> Acesso em 06/08/2014.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos.** 2.ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.
- FLORENTINO, H. O.; BISCARO, A. F. V. ; PASSOS, J. R. S. Sigmoidal functions applied in the determination of specific methanogenic activity - SMA. **Revista Brasileira de Biometria**, Jaboticabal, v. 28, p. 141-150, 2010.
- GUILHERME, R. F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de cabeça de

camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 793-797, 2007.

LIMA, S. B. P.; RABELLO, C. B. V.; DUTRA JUNIOR, W. M.; LUDKE, M. C. M. M.; COSTA, F. G. P. Avaliação nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) para frangos de corte. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 38-42, 2007.

LIMA, C. P. S.; SERRANO, N. F. G.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. Presença de Microrganismos Indicadores de Qualidade em Farinha e Goma de Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista APS**, Juiz de Fora, v.10, n.1, p. 14-19, jan./jun. 2007.

MIR, M. A; NATH, N. Sorption isotherms of fortified mango bars. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, v. 25. p. 141-50, 1995.

MOTA, W. F.; MARTINS, A. M.; ARAÚJO, M. W.; L. Utilização da atmosfera modificada com filme de pvc e cera na conservação pós-colheita de banana 'prata anã'. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 108-115, abr./jun. 2012.

MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**, Brasil 2008-2009. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2010. Disponível em <www.mpa.gov.br> Acesso em 20/06/2012.

NWANNA, L. C.; BALOGUN, A. M.; AJENIFUJA, Y. F.; ENUJIUGHA, V. N. Replacement of fish meal with chemically preserved shrimp head in the diets of African catfish, *Clarias gariepinus*. **Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 2, n. 1, p. 79-83, 2004.

ROBBINS, K.; SEWALT, V. Extending freshness with rosemary extract. **Inform**, New York, v.16, n.8, p.534-535, 2005.

ROCHA, J. B. S.; SILVEIRA, C. S.; LEDO, C. A. S.; BARRETO, N. S. E. Composição e estabilidade de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida artesanalmente para o consumo humano. **Magistra**, Cruz das Almas, v.23, n.4, p.215-220, out./dez., 2011.

ROSENFELD, D. J.; GERNAT, A. G.; MARCANO, J. D.; MURILLO, J. G. LOPEZ, G. M.; FLORES, J. . The effect of using different levels of shrimppmeal in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v.76, p.581-587. 1997.

TEIXEIRA NETO, R. O.; VITAQLI, A.; QUAST, D. G. . Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados. 3 ed., **Manual técnico**, n.6. Campinas: ITAL , 2004.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Instituto de Pesca, **textos técnicos**, out., 2006. Disponível em <www.pesca.sp.gov.br/textos_tecnicos.php> Acesso em 27/08/2012.

WANASUNDARA, P. K. J. P. D.; SHAHIDI, F. Antioxidants: science, technology, and applications. In: SHAHIDI, F. (Ed.). **Bailey's industrial oil and fat products: chemistry, properties and health effects**. 6. ed., v.1., Cap. 11. EUA: John Wiley & Sons p. 431-489, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5 ed. New Jersey: Pearson Prentice-Hall, 2010. 944 p.

Recebido em: 26/11/2012
Aceito em: 23/07/2014