



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**JANAINA DE PAULA DA COSTA**

**CAMARÃO EM PÓ OBTIDO POR *SPRAY DRYER*: CARACTERIZAÇÃO E**  
**APLICAÇÃO**

**FORTALEZA**

**2015**

**JANAINA DE PAULA DA COSTA**

**CAMARÃO EM PÓ OBTIDO POR *SPRAY DRYER*: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. José Maria Correia da Costa.

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Lucia Nunes.

**FORTALEZA**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- C873c Costa, Janaina de Paula da.  
Camarão em pó obtido por spray dryer: caracterização e aplicação / Janaina de Paula da Costa - 2015.  
87 f. : il., color. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2015.  
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos de Origem Animal.  
Orientação: Prof. Dr. José Maria Correia da Costa.  
Coorientação: Profa. Dra. Maria Lúcia Nunes.
1. Alimentos - Desidratação. 2. Conservação de Alimentos. 3. Tecnologia de Alimentos. I. Título.

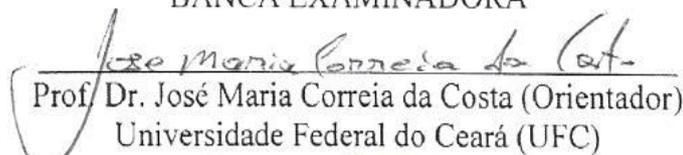
**JANAINA DE PAULA DA COSTA**

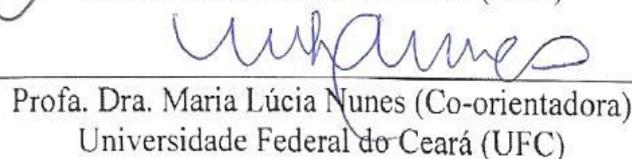
**CAMARÃO EM PÓ OBTIDO POR *SPRAY DRYER*: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO**

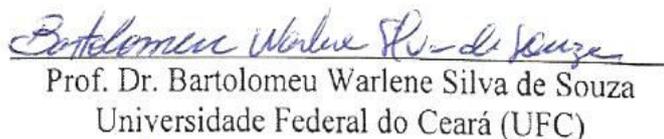
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

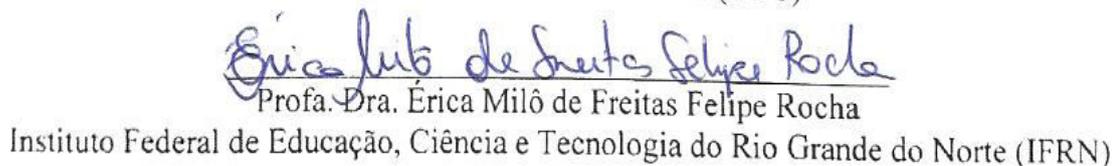
Aprovada em: 28/09/2015.

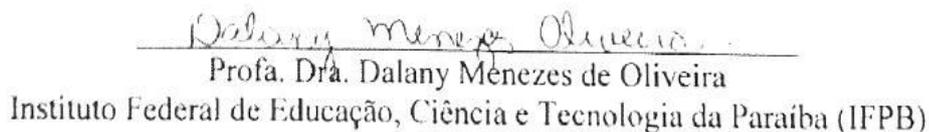
**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. José Maria Correia da Costa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
Profa. Dra. Maria Lúcia Nunes (Co-orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
Profa. Dra. Érica Milô de Freitas Felipe Rocha  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

  
Profa. Dra. Dalany Menezes de Oliveira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

A Deus e a minha família por serem  
essência da minha existência.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o necessário para concretizar esse trabalho.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

A Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de participar do programa de Pós-Graduação.

Ao Prof. José Maria Correia da Costa que me confiou desenvolver esse trabalho, por sua amizade, paciência, ensinamentos e em especial por me fazer acreditar que sou do tamanho dos meus sonhos e que alcançá-los só depende da minha coragem e força de vontade. Obrigada por sua disponibilidade em todos os momentos que lhe solicitei.

Aos meus pais, Paulo Monteiro da Costa e Maria Raimunda da Costa, meus primeiros professores, pelos ensinamentos, pelo encorajamento e pelo grande exemplo de determinação.

A minha irmã Neuma Costa, que sempre caminhou ao meu lado compartilhado os bons e maus momentos, pela sua amizade e por muitas vezes tolerar e compreender meu mau-humor nos dias de cansaço.

Aos meus irmão Adriano Costa, Paulo César da Costa e Sérgio Costa por estarem sempre presente dispostos a me auxiliar no necessário. Aos meus sobrinhos Everson Costa, Jeferson Costa e Débora Costa por ter a mim como exemplo a ser seguindo estimulando-me a ser sempre bem sucedida em tudo que faço e pelo seu carinho.

Ao Valbenio Rodrigues, meu amigo, namorado e companheiro que dividiu comigo momentos felizes e tristes, apoiando-me e sempre acreditando na minha capacidade, na minha determinação muitas vezes mais do que eu própria. Obrigada pelo seu incentivo, carinho, ombro acolhedor e amizade.

Ao meu cunhado Marcos Bandeira por está sempre disponível quando requisitado, por sua amizade e cuidados.

Ao Luís Gomes por ser meu parceiro na concretização desse trabalho, por seus conselhos, amizade e cumplicidade. Aos integrantes do Laboratório de Controle de Qualidade e Secagem por estarem sempre disponíveis nas horas que foram solicitados, por sua amizade e companheirismo. Em especial a Sanyelle e Luciana pelo companheirismo assíduo durante esta caminhada, constituindo uma verdadeira extensão familiar.

A Dalany Menezes e Diego Marques por me acolherem em Maringá e pela parceria nos trabalhos por lá realizados.

A Profa. Maria Lúcia Nunes por sua co-orientação, sugestões e conselhos que foram úteis tanto para a realização desse trabalho como para meu crescimento profissional.

Ao Prof. Bartolomeu Warlene Silva de Souza por abrir as portas do Laboratório de Tecnologia do Pescado para realização de análise e por sua constante disponibilidade.

A Profa. Érica Milô de Freitas Felipe Rocha sempre disponível, pelo seu carinho, amizade e especialmente por ter se tornado uma figura modelo em minha vida.

Ao prof. Antonio Roberto Giriboni Monteiro por disponibilizar o Laboratório de Cereais da Universidade Estadual de Maringá – PR, para realização de parte desse trabalho.

A todos os professores que fizeram parte da minha vida acadêmica e, na qual deixaram suas marcas de ensinamento, conduzindo-me a buscar cada vez mais o conhecimento.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para construção deste trabalho, o meu muito obrigada.

“O sonho pelo qual eu luto exige que eu invente em mim a coragem de lutar, ao lado da coragem de amar.”

Paulo Coelho

## RESUMO

A maior necessidade por produtos de conveniência, fáceis de preparar, motivada pelo novo estilo de vida e, ainda, a invasão das prateleiras por produtos estrangeiros de alta qualidade e diversificação, vêm modificando o tradicional consumidor de alimentos. O objetivo desse trabalho foi obter camarão em pó por meio da aplicação do processo de *spray dryer*, assim como determinar sua composição centesimal, características físico-químicas, estudar a estabilidade do produto embalado em dois tipos de embalagens (laminada e polietileno) com e sem vácuo e armazenado por um período de 120 dias e ainda aplicar o camarão em pó na formulação de *snacks* assim como avaliar sua composição centesimal, características físicas e avaliação sensorial. Os resultados mostraram que é dispensável o uso de adjuvantes de secagem na desidratação do camarão em *spray dryer*, podendo perfeitamente ser desidratado na temperatura do ar de entrada de 120 °C. O camarão em pó apresentou um valor nutricional satisfatório com elevado teor proteico e baixo teor de gordura assim como uma fonte apreciável de minerais. O estudo da estabilidade permitiu observar que o uso de vácuo não surte total efeito sobre o produto, exceto no que se refere à oxidação lipídica, em contra partida há uma diferença significativa entre as embalagens, apresentando a embalagem laminada maior eficácia na manutenção da atividade de água e umidade. O camarão em pó contribuiu para o aumento do valor nutricional do *snacks* especialmente no referente ao teor de proteínas e minerais. O processo de secagem em *spray dryer* nas condições estipuladas nesse estudo se mostraram eficientes na obtenção do camarão em pó com características nutricionais e físico-químicas de qualidade que favorecem sua utilização na formulação de *snacks*.

**Palavras-chave:** Secagem. Produto desidratado. *Litopenaeus vannamei*.

## ABSTRACT

The greatest need for convenience products, easy to prepare, driven by new lifestyle and also the invasion of shelves for foreign products of high quality and diversification, have been modifying the traditional consumer of food. The aim of this study was to obtain shrimp powder by applying the spray dryer process, and to determine their chemical composition, physical and chemical characteristics, to study the stability of the packaged product in two types of packaging (laminated polyethylene) with and without vacuum and stored for a period of 120 days and still apply the shrimp powder in snacks formulation also its chemical composition, physical characteristics and sensory evaluation. The results showed that it is unnecessary to use adjuvants in the drying dehydration of the shrimps in spray dryer, which can be perfectly dehydrated at 120 ° C inlet air temperature. The powdered shrimp showed a satisfactory nutritional value with a high protein content and low fat content and a substantial source of minerals. The study of the stability has observed that the use of vacuum do not freak total effect on the product except as regards to lipid oxidation, departure counter there is a significant difference between the packaging, the packaging laminate having the most effective in maintaining activity water and moisture. The shrimp powder contributed to increasing the nutritional value of the snack, especially in regard to the protein content and minerals. The drying process in spray dryer in the conditions stipulated in this study were efficient in getting the shrimp powder with nutritional and physicochemical quality characteristics that favor its use in snacks formulation.

**Keywords:** Drying. Dehydrated product. *Litopenaeus vannamei*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Produção da região nordeste oriunda da aquicultura marinha em 2011.....	21
Figura 2 – Anatomia do Camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizado no trabalho.....	23
Figura 3 – Representação esquemática do funcionamento do <i>spray dryer</i> utilizado no trabalho. ....	27
Figura 4 – Principais barreiras que uma embalagem deve conferir ao alimento.....	29
Figura 5 – Comparação visual da expansão dos <i>snacks</i> .....	66
Figura 6 – Efeito da adição do camarão em pó sobre a cor do produto.....	68
Figura 7 – Histograma de frequência das notas para o atributo sabor de camarão.....	74
Figura 8 – Determinação da porcentagem exata de camarão em pó para conferir sabor ideal de camarão por meio de uma regressão linear.....	76
Figura 9 – Percentuais das respostas dos provadores para a atitude de compra dos <i>snacks</i> sabor camarão.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção brasileira de pescado (t) da aquicultura marinha por espécie.....	20
Tabela 2 – Principais polímeros empregados para a fabricação de embalagem para contato com alimentos desidratados.....	30
Tabela 3 – Planejamento experimental das secagens do camarão.....	33
Tabela 4 – Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial.....	40
Tabela 5 – Valores de umidade, proteína, higroscopicidade, grau de <i>caking</i> e rendimento obtido no experimento 1 (temperatura do ar de entrada 120°C)	42
Tabela 6 – Valores médios de umidade, proteína, higroscopicidade, grau de <i>caking</i> e rendimento obtido no experimento 2 (temperatura do ar de entrada 150°C)	44
Tabela 7 – Avaliação do efeito do aumento da temperatura do ar de entrada do <i>spray drier</i> na desidratação de camarão na melhor condição do experimento 1 (120 °C) e 2 (150 °C) .....	45
Tabela 8 – Caracterização do camarão <i>in natura</i> e camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> com temperatura de entrada de 120 °C.....	46
Tabela 9 – Caracterização e quantificação dos minerais presentes no camarão em pó..	49
Tabela 10 – Avaliação colorimétrica do camarão <i>in natura</i> na forma de pasta, do camarão em pó, do pó reidratado e do camarão em pó após 240 dias de armazenamento.....	52
Tabela 11 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> , armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável atividade de água.....	56
Tabela 12 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> , armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável umidade (%). .....	57
Tabela 13 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> , armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável higroscopicidade (%). .....	58
Tabela 14 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> , armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável pH.....	59

Tabela 15 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em <i>spray dryer</i> , armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável TBARS (mg malonaldeído /kg).....	61
Tabela 16 – Composição centesimal do <i>snacks</i> sabor camarão.....	62
Tabela 17 – Quantificação dos minerais presentes nos <i>snacks</i> sabor camarão.....	64
Tabela 18 – Caracterização física dos <i>snacks</i> sabor camarão.....	65
Tabela 19 – Médias das notas hedônicas dos atributos sabor, aroma, cor, textura e aceitação global (A. G) dos <i>snacks</i> sabor camarão.....	69
Tabela 20 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo sabor de camarão .....	70
Tabela 21 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo aroma de camarão .....	71
Tabela 22 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo cor....	72
Tabela 23 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo textura .....	72
Tabela 24 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo aceitação global .....	73

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADECE	Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará
IAA	Índice de Absorção de Água
IAL	Instituto Adolfo Lutz
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	Carcinicultura brasileira.....	20
2.2	Camarão: valor nutricional e pericibilidade.....	22
2.3	Desidratação de alimentos.....	24
2.3.1	Processo de secagem por <i>spray dryer</i> .....	26
2.3.2	Embalagens para produtos desidratados.....	28
2.4	Processo de extrusão .....	30
3	MATERIAS E METODOS.....	32
3.1	Matéria prima .....	32
3.2	Secagem do camarão .....	32
3.3	Etapas do projeto .....	32
3.3.1	Avaliação do uso de adjuvante de secagem e da temperatura de secagem..	33
3.3.2	Caracterização físico-química do camarão em pó.....	33
3.3.3	Elaboração do <i>snacks</i> sabor camarão .....	34
3.4	Determinações Analíticas e análise sensorial .....	34
3.4.1	Rendimento .....	34
3.4.2	Umidade .....	34
3.4.3	Proteína.....	35
3.4.4	Lipídeos .....	35
3.4.5	Cinzas .....	35
3.4.6	Carboidratos .....	36
3.4.7	Minerais .....	36
3.4.8	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS).....	36
3.4.9	Atividade de água .....	36
3.4.10	Potencial hidrogeniônico (pH) .....	37
3.4.11	Cor .....	37
3.4.12	Índice de Absorção de Água (IAA).....	37
3.4.13	Solubilidade .....	38
3.4.14	Sólidos Solúveis Totais.....	38

3.4.15	Higroscopicidade .....	38
3.4.16	Grau de <i>caking</i> .....	38
3.4.17	Índice de Expansão (IE) .....	39
3.4.18	Índice de Solubilidade em Água (ISA) .....	39
3.4.19	Força de corte.....	39
3.4.20	Valor calórico .....	39
3.4.21	Análise sensorial .....	40
3.5	Estudo da estabilidade do camarão em pó .....	41
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
4.1	Avaliação do uso de adjuvante e da temperatura na secagem de camarão em <i>spray dryer</i> .....	42
4.2	Caracterização do camarão em pó.....	46
4.2.1	Avaliação nutricional do camarão <i>in natura</i> e desidratado .....	46
4.2.2	Quantificação dos minerais no camarão em pó .....	48
4.2.3	Caracterização física do camarão em pó .....	51
4.2.3.1	Potencial Hidrogeniônico – pH .....	51
4.2.3.2	Cor .....	51
4.2.3.3	Índice de Absorção de água .....	53
4.2.3.4	Índice de Solubilidade em Água.....	54
4.2.3.5	Sólidos Solúveis Totais .....	55
4.2.4	Estabilidade do camarão em pó .....	55
4.2.4.1	Atividade de água .....	55
4.2.4.2	Umidade .....	57
4.2.4.3	Higroscopicidade .....	58
4.2.4.4	pH .....	59
4.2.4.5	TBARS .....	60
4.3	Aplicação e avaliação do camarão em pó na formulação de <i>snacks</i> .....	62
4.3.1	Composição centesimal dos <i>snacks</i> .....	62
4.3.2	Composição de minerais dos <i>snacks</i> sabor camarão .....	63
4.3.3	Caracterização física dos <i>snacks</i> sabor camarão .....	65
4.3.4	Análise sensorial dos <i>snacks</i> sabor camarão .....	69
4.3.4.1	Aceitação global .....	69
4.3.4.2	Determinação do sabor de camarão ideal para os <i>snacks</i> .....	73

4.3.4.3	<i>Atitude de compra</i> .....	76
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	78
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos marinhos atraem atenção considerável dos consumidores por representar importante fonte de nutrientes para a dieta humana (ARAUJO, *et al.*, 2012). Os crustáceos são alimentos geralmente consumidos em regiões costeiras e apresentam excelente valor nutricional. Dentre estes, destaca-se o camarão, que, em sua porção muscular, é composto de proteínas de boa qualidade, minerais e baixa quantidade de lipídios totais (SANTOS *et al.*, 2007; PEDROSA e COZZOLINO, 2001; SRIKET *et al.*, 2007).

Apesar de toda a sua excelência nutritiva, o consumo aparente de peixe *per capita* no Brasil, da ordem de 9,75 kg/hab/ano, ainda se encontra abaixo do consumo mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde que é de 12 kg/hab/ano (BRASIL, 2011). Segundo Gagleazzi *et al.*, (2002), a reduzida frequência de escolha da carne de pescado pelo consumidor se deve principalmente a problemas sanitários e tecnológicos, sempre no sentido de não encontrar os produtos frescos ou com boa aparência e produtos pouco elaborados e de difícil preparo.

De todos os produtos cárneos, o pescado é o mais sensível à deterioração, a oxidação, a hidrólise das gorduras e a alteração por microrganismos, devido a sua própria composição biológica que apresenta elevado teor de umidade, atividade de água e músculo com baixa quantidade de colágeno (ASHIE, SMITH e SIMPSON, 1996). Segundo Campañone *et al.*, (2002) uma das principais preocupações da indústria de alimentos, em particular a indústria do pescado, é melhorar as tecnologias de conservação desses alimentos altamente perecíveis, até que se alcance um produto final com ótima qualidade.

No que concerne aos aspectos de deterioração microbiana, a secagem reduz a atividade de água dos alimentos diminuindo a atuação dos microrganismos. Sendo assim, Rodrigues e Tobinaga (2001) afirmam que a desidratação de produtos biológicos, tais como pescado e seus derivados, é particularmente importante devido sua decisiva influência na melhoria da qualidade do produto e por diminuir seu potencial de deterioração durante o período de armazenagem.

Ressalta-se que, a indústria de alimentos vem desenvolvendo cada vez mais produtos versáteis, fáceis de abrir, consumir, sinônimos de segurança alimentar e que satisfaçam o paladar dos seus consumidores. Existe uma demanda considerável em relação a esses produtos, devido ao novo estilo de vida das pessoas que trabalham e já não dispõem de tempo para preparar seu próprio alimento.

A secagem de camarão, atualmente, é feita somente com camarões de espécies de pequeno tamanho e baixo valor econômico. Com o aumento da produção de pescado a nível mundial, sua conservação através do processo de *spray dryer* é uma alternativa que amplia as possibilidades de comercialização. E esta conservação tem como finalidade aumentar a vida útil e assegurar as condições higiênicas e sanitárias adequadas do produto, acarretando alterações mínimas nas suas características nutricionais e sensoriais.

Diante do exposto este trabalho tem como objetivo utilizar o processo de secagem em *spray dryer* para obtenção de camarão em pó e de posse desse produto realizar sua caracterização centesimal e físico-química e aplicação na formulação de *snacks* sabor camarão.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Carcinicultura brasileira

A redução dos estoques pesqueiros naturais é um problema relacionado à segurança alimentar e ao bem-estar social mundial (JIANG, 2010). O crescente déficit entre a quantidade de pescado capturado e a demanda de consumo tornou a aquicultura - cultivo de qualquer organismo aquático, como peixes, crustáceos e mariscos - uma das alternativas mais promissoras para o fornecimento de alimento de excelente valor nutritivo (CAMARGO; POUHEY, 2005).

A criação de camarão marinho em viveiros no Brasil orientada para a produção comercial, denominada de carcinicultura, iniciou-se em 1978, com uma espécie exótica (*Penaeus japonicus*) por iniciativa do Governo do Rio Grande do Norte como alternativa econômica para as salinas desativadas. A década de 80 foi marcada pelas inúmeras tentativas sem sucesso de adaptação de algumas espécies de camarão nos viveiros nordestinos, tal fato se deu por conta da falta de financiamento e inexistência de tecnologias adequadas. Somente em 1996, com o cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei*, juntamente com a disponibilização de ração de boa qualidade e domínio do ciclo de reprodução pelos laboratórios nacionais, é que o Brasil começou a expandir sua produção de camarão marinho (FROTA, 2006).

A produção aquícola marinha brasileira pode ser dividida basicamente em três tipos: a malacocultura, que se refere à produção de moluscos, a carcinicultura, que se refere à produção de crustáceos e a piscicultura, que se refere ao cultivo de peixes marinhos, entretanto a piscicultura marinha não consta nas estatísticas de produção de pescado do Brasil. Em 2011, a malacocultura representou 22 % da produção da aquicultura marinha e a carcinicultura foi responsável por cerca de 78 % (BRASIL, 2011). Na Tabela 1 está relatado a produção brasileira de pescado (t) da aquicultura marinha por espécie.

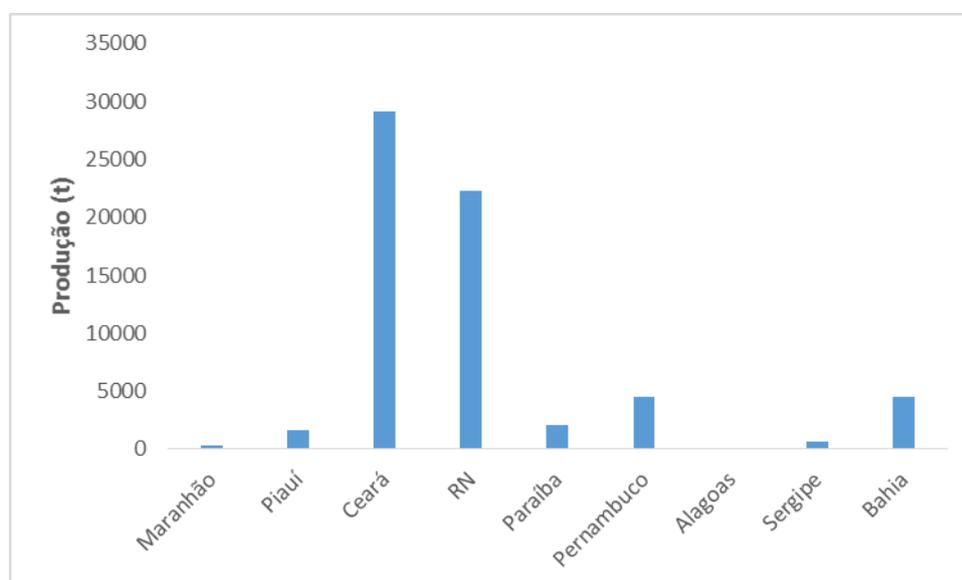
Tabela 1 - Produção brasileira de pescado (t) da aquicultura marinha por espécie

<b>Espécie e Tipo de Cultura</b>	<b>2011</b>
<b>Malacocultura</b>	<b>18.541,7</b>
Mexilhão	15.989,9
Ostra	2.538,4
Vieira	13,4
<b>Carcinicultura</b>	<b>65.670,6</b>

Fonte: BRASIL, 2011.

Comparando-se a produção aquícola marinha por região, segundo dados do MPA (BRASIL, 2011), a região Nordeste do Brasil continua sendo o maior produtor de pescado desta categoria (77,4 % do total produzido) em 2011, assim como foi observado nos três anos anteriores. Em seguida, tem-se as regiões Sul, Norte e Sudeste as quais somadas representaram 22,6 %. A análise da produção da maricultura, na região nordeste, para o ano de 2011 demonstrou que o Ceará foi o maior produtor, com 29.095,4 t, seguido pelos estados do Rio Grande do Norte com 22.299,7 t. Na Figura 1 pode ser observado o volume de produção da região nordeste oriunda da aquicultura marinha.

Figura 1 – Produção da região nordeste oriunda da aquicultura marinha em 2011



Fonte: BRASIL, 2011.

A carcinicultura da região nordestina apresenta condições peculiares em relação às outras regiões produtoras do País. Entre elas pode-se destacar a grande disponibilidade de terras, condições climáticas, hidrobiológicas e topográficas favoráveis nas áreas rurais costeiras, estratégica localização geográfica e custo de oportunidade social amplamente favorável (BEZERRA, SILVA E MENDES, 2007). A abundância desses fatores amplia as perspectivas de investimentos na região, principalmente com a adoção de tecnologias específicas para o cultivo de camarão.

O consumo per capita de camarão no Brasil cresceu de 0,06 kg em 1999 para 0,402 kg em 2010, o que representa aumento de 570,0 %. Em 2010, houve crescimento de 15 mil t (23,08 %) em relação a 2009. A maior parte do camarão consumido internamente é absorvida pelo “mercado institucional”, composto por bares, restaurantes e hotéis, sendo

abastecido principalmente pelas indústrias de pescado. A produção dos pequenos e médios empreendimentos é comercializada para atravessadores que vendem o produto nos grandes centros urbanos do Nordeste, sendo o transporte e o acondicionamento, geralmente, inadequados em relação à higiene e temperatura de armazenamento do pescado, principalmente (XIMENES, VIDAL e FEITOSA, 2011).

Os camarões respondem por uma das maiores fatias do mercado mundial de frutos do mar graças à relativa facilidade com que são encontrados, atributos ou características sensoriais: cor, sabor, textura e aroma que os tornam tão apreciados. Em adição, os camarões são uma excelente fonte de proteínas e minerais e a despeito das inúmeras discussões acerca do seu papel de vilão no nível de colesterol dos consumidores, o que ocorre na prática é que a maioria dos crustáceos e moluscos possui menos de um terço do limite máximo diário recomendado de 300 mg para uma porção de 100 g. Além disso, são fontes de ácidos graxos polinsaturados do tipo ômega 3 (ROCHA, 2010).

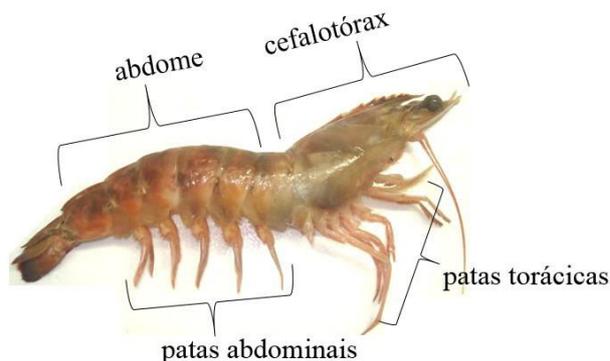
O atual estágio de desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil é consequência do sucesso da introdução da espécie *Litopenaeus vannamei*, cuja capacidade de adaptação às mais variadas condições, contribuiu para elevá-la ao patamar de principal espécie cultivada no país. Por se tratar de espécie exótica, seu processo de adaptação exigiu demandas importantes, como a auto-suficiência de pós-larvas e industrialização de rações de ótima qualidade, melhoria dos processos tecnológicos, inclusive técnicas de cultivo mais aprimoradas e melhor apresentação do produto final (ROCHA, 2005).

## **2.2 Camarão: valor nutricional e perecibilidade**

O camarão é encontrado em quase todas as partes do mundo. Pertence à Subclasse dos Malacóstracos, da ordem dos Decápodes, podendo ser marinhos ou de água doce. Algumas espécies litorâneas têm como característica esconder-se durante o dia, saindo à noite para se alimentar. Outras vivem em águas frias e profundas formando grandes cardumes (KUNZLER *et al.*, 2007).

A anatomia do camarão divide-se em duas partes: cefalotórax (cabeça e tórax) e o abdômen, como mostra a Figura 2. Possui um sistema digestório completo com uma abertura para a boca e uma saída (ânus) dos alimentos. Apresentam sexos separados e reprodução sexuada.

Figura 2 - Anatomia do Camarão *Litopenaeus vannamei* utilizado no trabalho



Fonte: Elaborada pela autora.

A alimentação dos pequenos camarões constitui de plâncton (que são pequeníssimos vegetais e animais da superfície das águas), já os camarões maiores possuem uma alimentação mais variada, extraída do fundo do mar e quando cultivados, a alimentação é basicamente de alimentos artificiais (ração) devidamente balanceados para suprir as necessidades do animal (KUNZLER *et al.*, 2007).

O conhecimento da composição dos alimentos é importante não só para os profissionais da área da saúde, mas para os consumidores, que demonstram cada vez mais interesse sobre alimentos que contribuem para uma dieta equilibrada (LOPÉZ-CERVANTES, SANCHEZ-MACHADO e RÍOS-VAZQUEZ 2006). Do ponto de vista nutricional, os camarões são ricos em proteínas e pobre em gordura saturada (DAYAL, PONNIAH e AMBASANKAR, 2011) e calorias, e têm um sabor neutro. É um alimento de fácil digestão e fonte minerais, principalmente ferro ( $2196,5 \pm 16,61 \mu\text{g}$ ), fósforo ( $303,4 \pm 3,22 \text{ mg}$ ) e potássio ( $259,6 \pm 3,25 \text{ mg}$ ) e vitaminas, o que o torna um produto de alto valor nutricional (DAYAL *et al.*, 2013). Os camarões foram igualmente identificados como uma fonte rica em vitamina B12, selênio, ômega 3, ácidos graxos altamente insaturados (HUFA), e astaxantina, um potente antioxidante natural (VENUGOPAL, 2009). Devido a estas características o camarão é um excelente aditivo natural em saladas, massas, sopas entre outros.

É válido destacar que, o valor biológico das proteínas é classificado de acordo com a digestibilidade da proteína corrigida pontualmente de aminoácidos (PDCAAS), considerando as proteínas de alto valor biológico com valor acima de 0,8 e o camarão apresenta valor de 1,0, sendo superior ao encontrado em soja (0,91) e da carne bovina (0,92), igualando-se ao leite de vaca e ao ovo que também apresenta valor igual a 1,0, indicando a sua qualidade superior de proteína (DAYAL *et al.*, 2013; WHO, 2007).

Os crustáceos são naturalmente muito perecíveis e sua qualidade depende de vários fatores incluindo tempo de estocagem e temperatura. Como qualquer outro animal, ao morrer, o camarão passa por profundas alterações químicas, físicas e microbiológicas, que os conduzem à sua completa deterioração. Por ser um alimento muito perecível, o camarão deve ser criteriosamente armazenado para manutenção de sua qualidade e aumento de sua vida útil (KIRSCHNIK, 2003).

O pescado é um dos alimentos mais susceptíveis à deterioração, devido a inúmeros fatores como: elevada atividade de água (fator essencial para o desenvolvimento e sobrevivência de microrganismos), sua composição química, teor de gorduras (excelente para reações como oxidação), pH próximo ao da neutralidade, sendo o mais favorável para a maioria dos microrganismos e, não menos importante, a temperatura. Este último merece atenção especial porque, à medida que se reduz a temperatura, o desenvolvimento de microrganismos torna-se cada vez mais lento. Por isso recomenda-se que o grau de armazenamentos de pescados e frutos do mar esteja em valores abaixo de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (LEÃO, 2008).

O camarão se sobressai dos demais pescados no que se refere à deterioração, isso devido ao seu elevado conteúdo de metabólitos de pequeno peso molecular, bem como aminoácidos livres, que ficam mais disponíveis para alimentação das bactérias após a morte (MADRID, 1998). Além disso, segundo Souza (2004), as enzimas envolvidas no processo de autólise estão presentes tanto no músculo quanto nas vísceras, tornando a pele, que no pescado fresco é impermeável e intacta, em permeável a bactérias e ao mesmo tempo, liberando açúcares simples, aminoácidos livres, dentre outras substâncias, o que torna o meio rico em nutrientes para o crescimento bacteriano. Diante do exposto, a desidratação constitui uma alternativa de processo para a conservação do camarão.

### **2.3 Desidratação de alimentos**

A água é, provavelmente, o fator individual que mais influi na alteração dos alimentos, afetando sua natureza física e suas propriedades. Este tipo de influência mútua é complicado devido à interação entre a água e o meio em que se encontra o produto, o que envolve a estrutura física e a composição química dos diversos solutos, incluindo polímeros e colóides ou partículas dispersas (SILVA *et al.*, 2010).

A disponibilidade de água presente nos alimentos é importante e depende não apenas da sua quantidade, mas também da forma como se encontra ligada aos componentes

do produto (GAVA, SILVA e FRIAS, 2009). Nos alimentos, a água existe sob duas formas: água livre e água combinada, sendo a água total a soma dessas duas parcelas. A água livre (ou água não ligada) está presente nos espaços intergranulares e entre os poros do alimento. Essa água mantém suas propriedades físicas e serve como agente dispersante para substâncias coloidais e como solvente para compostos cristalinos (CELESTINO, 2010).

Uma água torna-se ligada por diferentes motivos dependendo do material: ficar retida em pequenos capilares sujeitos a fortes efeitos de tensão superficial; ser constituinte de uma solução celular ou compor uma solução homogênea através de todo o sólido; pertencer a uma parede fibrosa, entre outros (PACHECO, 2014).

A desidratação é um recurso tecnológico, que consiste basicamente na remoção de grande parte da água presente no alimento, propiciando considerável prolongamento da vida útil desse produto, em virtude da redução da atividade de água e com a consequente diminuição das razões de reações de deterioração, como desenvolvimento microbiano, processos químicos e atividade enzimática, além de facilitar o manuseio desse alimento, o transporte, a estocagem e o preparo pelo consumidor final.

A desidratação além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento, tendo-se como consequência a oferta de um novo produto no mercado, com benefícios monetários que derivam da transformação do produto (SOARES *et al.*, 2001).

Tecnologias que lidam com a extensão, segurança, tempo de vida comercial de alimentos altamente perecíveis e com alto teor protéico como peixes, carnes vermelhas e produtos de aves, são de uma significância econômica enorme por numerosas razões que incluem: a possibilidade de transportes a longas distâncias, novos mercados onde se encontram as necessidades humanas, redução de perdas devido à deterioração e conveniência para a indústria e para o consumidor (GENIGEORGIS, 1985).

Existem diversos tipos de desidratadores usados normalmente e uma série de outros, patenteados, mas que não representam importância prática muito grande. A escolha de um determinado tipo é ditada pela natureza do produto que vai ser desidratado, pela forma que se deseja dar ao produto processado, pelo fator econômico e pelas condições de operação (FELLOWS, 2006). De modo geral, podem-se dividir os secadores mais usados em duas classes: secadores adiabáticos (secador de cabine, secadores pneumáticos - *flash dryers*-, secagem por atomização - *spray dryer*-, secador de túnel, secadores por microondas) e

secadores com transferência de calor por superfície sólida (secadores a vácuo, secador de tambor).

A importância dos alimentos em pó deve-se à sua versatilidade no manuseio, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica, entre outras. Alguns alimentos desta classe são: leites (integrais e desnatados), alimentos destinados a crianças em fase de aleitamento, bebidas a base de cacau, café, malte, sopas instantâneas, suplementos protéicos, pré-misturas para panificação, leveduras, enzimas, aromas, ovos e carnes (VISSOTO *et al.*, 2006).

### **2.3.1 Processo de secagem por *spray dryer***

A secagem por atomização, mais conhecida por *spray dryer*, teve seus primeiros passos na metade do século XVIII, quando foi patenteada a primeira operação de secagem de ovos em 1865. Porém, o início de sua utilização como processo a nível industrial data da década de 20. Os primeiros produtos a que se tem notícia como obtidos em larga escala com a secagem por *spray dryer* foram o leite e o sabão em pó (ROSA; TSUKADA e FREITAS, 2006).

O processo de secagem em *spray dryer* é uma técnica amplamente utilizada na indústria de alimentos, e sob condições ótimas de transformação foi provado ser um método eficaz para obter-se muitos produtos que podem apresentar diversas formas, tais como pós, grânulos ou aglomerados, dependendo das propriedades físicas e químicas do material inicial, do projeto do secador e das variáveis operacionais (CANO-CHAUCA *et al.*, 2005; ANDRADE e FLORES, 2004).

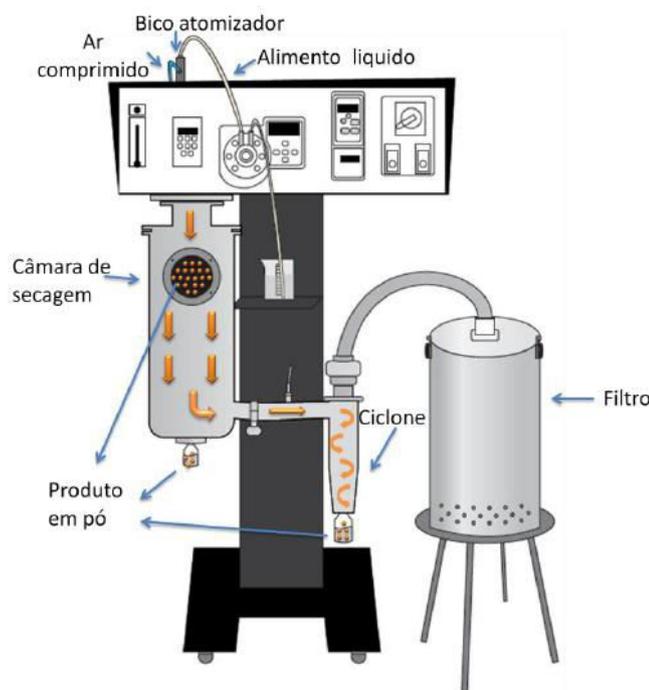
Dada sua versatilidade e o pequeno tempo de residência dos produtos na câmara de secagem, tornou-se o principal equipamento para a secagem de materiais que apresentam sensibilidade ao calor, como alimentos e materiais de origem biológica. Dentre estes: extratos e produtos oriundos de plantas, corantes, microrganismos, produtos com leveduras, enzimas e proteínas. Outro campo onde a atomização tem adquirido destaque recentemente é na microencapsulação de substâncias (ROSA; TSUKADA e FREITAS, 2006). Na indústria alimentícia esse método é utilizado para elaboração de leite em pó, café solúvel, sucos em pó, entre outros produtos (GAVA; SILVA e FRIAS, 2009).

O referido processo de desidratação consiste na formação de um *spray* do líquido ou de uma pasta, que entra em contato com uma corrente de ar quente ou gás de alta velocidade ou, ainda, como resultado de energia mecânica externa aplicada através de

dispositivos rotativos ou vibratórios. Devido à natureza aleatória do processo de atomização, o *spray* resultante é usualmente caracterizado por um largo espectro de tamanhos de gotas (VÁSQUEZ; RAMOS e COSTA, 2010).

A operação de secagem em *spray dryer* está baseada em quatro fases: 1. Atomização do líquido; 2. Contato do líquido atomizado com o ar quente; 3. Evaporação da água e 4. Separação do produto em pó do ar de secagem. O sistema, como mostra a Figura 3, é composto de um método de transformação do líquido em uma névoa, um aquecedor ou fonte de ar quente, uma câmara de mistura da névoa com o ar e um método de recuperar ou reter os sólidos secos a partir da corrente de ar (ROSA; TSUKADA e FREITAS, 2006).

Figura 3 – Representação esquemática do funcionamento do *spray dryer* utilizado no trabalho



Fonte: RIBEIRO, 2014.

O contato ar-líquido faz com que o líquido seja desfragmentado, dando origem a gotas com elevada razão entre superfície e massa, proporcionando uma fácil evaporação e um tempo de secagem reduzido. A atomização resulta de uma força ou energia que é aplicada à fase líquida pela fase gasosa. Geralmente as energias mais utilizadas são a centrífuga (atomizadores rotativos), a pressão (atomizadores de pressão) e cinética (atomizadores pneumáticos) (OLIVEIRA FILHO, 2007).

Os alimentos líquidos são atomizados em gotículas microscópicas (10 a 200  $\mu\text{m}$ ) que entram em contato com fluxo de ar quente a ser atomizado. A desidratação é muito

rápida, da ordem de 15 a 45 segundos e a qualidade do produto é excelente, visto que as partículas atigem no máximo cerca de 80 °C (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). As características do pó produzido dependem principalmente das variáveis operacionais do secador (temperaturas de entrada e saída do ar do secador), da composição do produto, da concentração de sólidos presentes no material; velocidade de alimentação e também do tipo de adjuvante utilizado na formulação (OLIVEIRA, FIGUEIRÊDO e QUEIROZ, 2006).

As principais vantagens desses secadores são a secagem rápida, a produção contínua em larga escala, baixos custos de mão-de-obra e operação e manutenção relativamente simples. As limitações são o alto custo inicial e a necessidade de um teor de umidade relativamente alto de alimentação para garantir que o alimento possa ser bombeado até o atomizador. Isso resulta em custos de energia mais alto (para remover a umidade) e a maiores perdas de voláteis (FELLOWS, 2006).

### **2.3.2 Embalagens para produtos desidratados**

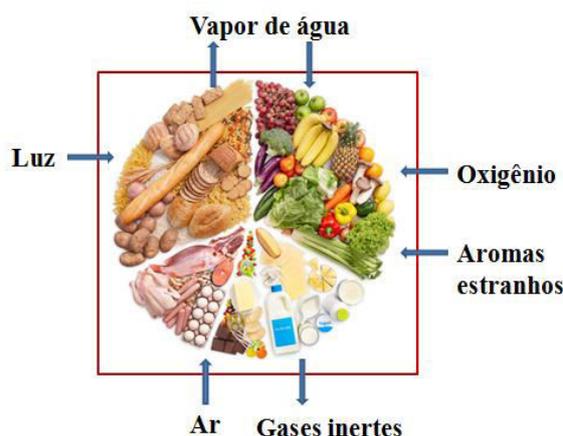
Uma embalagem tem três funções básicas: a protetora, a econômica e a mercadológica, todas elas devendo ser consideradas para se otimizar e adequar o sistema produto-embalagem-ambiente. Em relação à função protetora, a embalagem controla a vida útil dos alimentos, definida como o tempo decorrido desde sua produção até sua utilização, durante o qual o mesmo apresenta qualidade satisfatória em termos sensoriais, nutricionais e microbiológicos. A estabilidade de alimentos acondicionados deve ser discutida em relação a dois tipos de fatores: os intrínsecos (ligados diretamente à composição do alimento) e os extrínsecos (ligados ao ambiente que envolve o alimento). A adequação da embalagem ao produto minimiza as alterações indesejáveis, aumentando a estabilidade do alimento (CORSO, 2007).

Embora a secagem dos alimentos traga benefícios de conservação, devido à baixa atividade de água atingida, esses produtos necessitam nas fases de transporte e armazenamento, de embalagem adequada, que mantenham as características do produto obtidas na secagem (GOMES, FIGUEIREDO e QUEIROZ, 2002). Esses produtos desidratados na forma de pó se caracterizam por possuírem um alto teor de sólidos solúveis com uma porção apreciável no estado amorfo (vítreo), que os torna altamente higroscópicos e sujeitos as mudanças físicas indesejáveis (FELLOWS, 2006). O estado amorfo é obtido pela rápida remoção de umidade do material e é caracterizado por um estado metaestável em não equilíbrio mostrando um alto grau de higroscopicidade, influenciando as características do

material desidratado, como a tendência de formar aglomerados e o fenômeno de *caking* (BARBOSA, 2010).

Os produtos desidratados em pó também absorvem facilmente odores do ambiente, o que se explica por sua grande área de superfície exposta e o aumento da concentração resultante da secagem aumenta seu teor de lipídios, que, além de absorverem facilmente odores do ambiente, podem produzir compostos de aroma como resultado da oxidação (CORSO, 2007). Em resumo, uma embalagem deve conferir ao alimento embalado barreira aos fatores que causam prejuízos na qualidade do produto. Na Figura 4 estão exemplificados os principais fatores que comprometem a vida útil dos produtos embalados como o ganho ou perda de umidade; o contato com o oxigênio; absorção de aromas do ambiente; contato com luz.

Figura 4 – Principais barreiras que uma embalagem deve conferir ao alimento



Fonte: Elaborada pela autora.

Os grupos de embalagens utilizadas para o acondicionamento de alimentos compreendem as compostas por vidro, papel e/ou cartão, metal e plásticos. Os plásticos e suas combinações, entre si e com outros materiais, ocupam posição de destaque no setor de embalagens, vindo substituir irreversivelmente diversos materiais tradicionais, como vidro, metais e fibras naturais, com menores custos de obtenção e produção, maior flexibilidade, diversidade de materiais, assepsia, formatos, estruturas e barreira. Há mais de trinta diferentes tipos de polímeros sendo utilizados como matéria prima para confecção de embalagens plásticas. Na Tabela 2 é apresentada a distribuição dos diferentes polímeros utilizados no mercado de embalagens destinado para o armazenamento de produtos desidratados (FABRIS, FREIRE e REYES, 2006).

Tabela 2 - Principais polímeros empregados para a fabricação de embalagem para contato com alimentos desidratados

<b>Polímero</b>	<b>Exemplos de Aplicações</b>
PEBD	Embalagens flexíveis multicamada: frutas e hortaliças desidratadas, pescados.
PEAD	Alimentos sensíveis à umidade: cereais matinais, produtos desidratados.
PP	Embalagens sopradas e biorientadas: produtos desidratados, frutas e hortaliças desidratadas.

PEBD- polietileno de baixa densidade; PEAD- polietileno de alta densidade; PP- polipropileno. Fonte: REYES, FABRIS, FREIRE e REYES, 2006.

O polietileno (PE) é conhecido como o material plástico transparente mais vendido e de menor preço atualmente no mundo. Sua densidade é a característica mais importante, ou seja, quanto maior a densidade, maior sua resistência mecânica, temperatura e barreira. E quanto menor a sua densidade, maior a sua resistência ao impacto. Sua resistência e flexibilidade são fatores essenciais para as numerosas opções de embalagem (CABRAL *et al.*, 1984). Em função da densidade existem três tipos de polietileno, o de baixa densidade (PEBD), o de alta densidade (PEAD) e o de densidade intermediária. Suas características químicas não se diferem significativamente, mas suas características físico-mecânicas são distintas (BARÃO, 2011).

O polipropileno é usado, principalmente, nas embalagens de produtos desidratados e alimentos gordurosos, como batata frita e salgadinhos, por apresentar alta barreira ao vapor e gases. As bolachas também são acondicionadas em embalagens de PP, devido a sua boa aparência e alto brilho, fatores estes que fazem o material adequado para alimentos que querem um atrativo a mais para a compra (CABRAL *et al.*, 1983).

A embalagem é um fator essencialmente importante para os alimentos, pois oferece para o consumidor um alimento seguro, atraente, de qualidade, e traz consigo informações relativas ao produto em questão. Sendo assim, a melhor embalagem não é necessariamente aquela que apresenta maiores barreiras as ações físicas, químicas e microbiológicas, mas sim aquela que garante, a um custo viável, a barreira necessária para manter a qualidade do produto durante o seu ciclo de vida, ou seja, durante o intervalo entre produção e consumo seguro (BARÃO, 2011).

## **2.4 Processo de extrusão**

O processo de extrusão termoplástica de alimentos é uma tecnologia que teve origem na indústria de plásticos e já conta com mais de 70 anos. Extrusores mono roscas

foram utilizados em 1935 para dar forma a macarrões e cereais pré-cozidos, mas somente nos anos 40 foram desenvolvidos extrusores com grandes motores elétricos, para cozimento, com o propósito de preparar *snacks* (GUERREIRO, 2007).

Desde então, o processamento de alimentos por extrusão termoplástica vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta muitas vantagens quando comparado a outros sistemas de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade e, por representar um processo ambientalmente seguro, é uma tecnologia catalogada como limpa (GUY, 2001; SILVA, 2007).

A extrusão termoplástica consiste em um tratamento térmico a uma temperatura elevada durante curto tempo (HTST). O princípio básico deste processo é converter um material sólido em fluído pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-lo através de uma matriz. O processo promove a gelatinização do amido, a desnaturação e reorientação das proteínas, a inativação enzimática, a destruição de substâncias tóxicas tais como os inibidores das proteases e a diminuição da contagem microbiana para formar um produto de características físicas e geométricas pré-determinadas. Além disso, proporciona a hidratação de amidos e proteínas, homogeneização, cisalhamento, fundimento de gorduras, plastificação e expansão da estrutura alimentar (FELLOWS, 2006; BORBA, 2005; SEBIO, 2003).

Esta tecnologia tem encontrado um vasto campo de aplicações, seja para a produção de alimentos para o consumo humano ou para o consumo animal. A extrusão de alimentos permite maior facilidade na produção de misturas alimentícias destinadas ao consumo humano, produzindo uma variedade de produtos, tais como: alimentos infantis, proteínas vegetais texturizadas, bebidas em pó instantâneas, amidos modificados para uso industrial, cereais pré-cozidos, *snacks*, farinhas instantâneas e amidos pré-gelatinizados utilizados na formulação de sopas de preparo rápido, molhos semiprocessados, produtos de confeitaria e outros (FELLOWS, 2006; VERNAZA, CHANG e STELL, 2009).

Para Booth (1990), o termo *snack* não deve ser utilizado apenas para produtos tradicionais, como pipoca, produtos extrusados expandidos e batata chips. O autor defende a ideia de que o termo deve ser utilizado com uma abrangência maior, ou seja, devem ser enquadrados como sendo *snack* alimentos que não são normalmente consumidos nas refeições principais (café da manhã, almoço e jantar), ou seja, são consumidos nos intervalos entre as mesmas, de maneira individualizada (não em família; geralmente no trabalho, na escola ou em atividades de lazer).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Matéria prima

Camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* com peso médio de 11 g e 12 cm comprimento médio, foram adquiridos frescos em uma carcinicultura localizada no município de Itaiçaba – CE e transportados para o Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Secagem (LACONSA) da Universidade Federal do Ceará, onde foram lavados, divididos e acondicionados em sacos com peso bruto de 1 kg e realizado um congelamento rápido a -25 °C e armazenado em um freezer a -18 °C. Nos dias em que foram realizadas as secagens, o camarão foi retirado 12 h antes do processamento e mantido em refrigeração na temperatura de 8 °C para o descongelamento do mesmo, que logo em seguida passou por um pré-cozimento por 3 minutos na temperatura de 100 °C, com posterior retirada da cabeça, o restante foi processado na presença de água na proporção 1:2 (p:v) em um liquidificador acoplado de um filtro. A pasta de camarão resultante deste processo foi por fim desidratada.

### 3.2 Secagem do camarão

A secagem foi realizada em secador por aspensão modelo MSD 1.0 da marca Labmaq do Brasil utilizando-se um bico pneumático de 1,2 mm. Foram mantidas fixas as seguintes condições: vazão de ar quente de 3,5 m<sup>3</sup>/min, vazão do bombeamento de 500 mL/h e vazão do ar pressurizado de 30 L/min, variando-se a temperatura de entrada do ar de secagem (120 e 150 °C), quantidade e tipo de adjuvante de secagem (p/p), conforme testes preliminares.

### 3.3 Etapas do projeto

O trabalho foi dividido em três etapas: a primeira consistiu na avaliação do uso de adjuvante de secagem na desidratação de filé de camarão e determinar a melhor condição de secagem; a segunda etapa consistiu na caracterização desse produto obtido na melhor condição de secagem e a terceira etapa foi a aplicação do camarão em pó na elaboração de *snack* sabor camarão. A seguir, estão relatados como cada etapa foi realizada e suas respectivas análises.

### 3.3.1 Avaliação do tipo de adjuvante e da temperatura de secagem

O camarão foi desidratado com dois tipos de adjuvantes: maltodextrina DE20 e goma arábica, em quantidade e condições de secagem fixas. A avaliação quanto ao uso de adjuvante de secagem e da temperatura do ar de entrada na desidratação de camarão se deu mediante determinação da umidade, proteína, rendimento, higroscopicidade e grau de *caking* (todas seguindo as metodologias descritas no item 3.4). As concentrações dos adjuvantes de secagem variaram em 0,0; 2,0; 4,0 e 8,0 % e as temperaturas de entrada do ar de secagem foram de 120 e 150 °C, conforme exemplificado na Tabela 3.

Tabela 3 - Planejamento experimental das secagens do camarão

	Temperatura (°C)	Maltodextrina (p/p)	Goma arábica (p/p)
Experimento 1	120	2, 4 e 8	2, 4 e 8
Experimento 2	150	2, 4 e 8	2, 4 e 8

Fonte: Elaborada pela autora.

Após cada secagem, o produto obtido foi acondicionado em embalagens laminadas modelo ESA 038, estruturada com materiais de alumínio e polietileno com volume de 100 g. As embalagens foram seladas a vácuo e devidamente codificadas para posteriores análises.

Para o experimento abordado na pesquisa, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado. Todos os resultados foram tratados estatisticamente através do teste de análise de variância (ANOVA) e apresentando diferenças significativas também foram tratados pelo teste de *Tukey* (diferença de medias) com 5 % de significância, para isso foi utilizado o software *Statistica*, versão 7,0 (STATSOFT CO., 2007).

### 3.3.2 Caracterização físico-química do camarão *in natura* e em pó

A caracterização compreendeu as análises de umidade, proteína, lipídios, cinzas, minerais, atividade de água, IAA, pH, sólidos solúveis totais, cor (camarão em pó, pó reidratado e após 240 dias de armazenamento), solubilidade e estudo da estabilidade. Todas as análises foram realizadas em triplicata. No camarão *in natura* foi feita a composição química, pH e cor, todas seguindo as metodologias descritas no item 3.4.

### 3.3.3 Elaboração do *snacks* sabor camarão

A elaboração do *snacks* foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Cereais da Universidade Estadual de Maringá no Paraná, com quatro formulações: 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó substituindo a mesma quantidade de griz de milho adicionadas de 2,5 % de água em relação ao peso. O processamento se deu em uma extrusora (Imbramaq BI-50), com rosca única de 50 mm de diâmetro e 200 mm de comprimento. A matriz utilizada possuía dois furos de 3 mm de diâmetro.

Os *snacks* foram analisados quanto à composição centesimal, índice de absorção de água, índice de expansão, índice de solubilidade em água, força de corte, cor, minerais (todas seguindo as metodologias descritas no item 3.4) e análise sensorial.

## 3.4 Determinações Analíticas e Análise Sensorial

### 3.4.1 Rendimento

O rendimento do pó foi determinado por meio da razão entre a massa dos sólidos presentes no pó coletado ao final da secagem e a massa de sólidos presentes na polpa destinada a secagem. O cálculo do rendimento se deu por meio da equação 1:

$$R(\%) = \frac{(1-A) * B}{(1-C) * D} * 100 \quad \text{[Equação 1]}$$

onde,  $R$  = rendimento;  $A$  = umidade do pó obtido na secagem (g/g);  $B$  = massa do pó obtido na secagem (g);  $C$  = umidade da polpa submetida a secagem (g/g) e  $D$  = massa da polpa submetida a secagem (g).

### 3.4.2 Umidade

Para realização dessa análise no camarão *in natura* foram coletadas triplicatas com 5 unidades de camarão cada, descabeçados e macerados. Em seguida foi retirado aproximadamente 1,0 g do material e realizado a análise através de balança determinadora de umidade série ID-V1.8 modelo ID50 na temperatura de 105 °C com significância de 0,05 %. Para o camarão em pó, 1,0 g da amostra foi colocado na referida balança e realizada a determinação.

### 3.4.3 Proteína

A determinação do teor de proteína seguiu a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para isso, foi pesado em papel vegetal 0,2 g de amostra, passando para um balão de Kjeldahl e acrescenta 2 g de catalisador e 7 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Em seguida foi feita a digestão, onde um balão foi colocado em um digestor de Kjeldahl, aquece brandamente no início (150 °C) e depois mais energicamente (350 °C) até o final da digestão (desaparecimento da cor escura). Finalizada a digestão, foi passado para o destilador de Kjeldahl lavando o balão duas vezes usando um pouco de água, neutraliza a mistura com NaOH a 50 % (aparecimento de cor escura do óxido de cobre formado). Em seguida, foi destilado com arraste de vapor recolhendo o destilado em erlenmeyer com 15 ml de solução de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> a 4 % com 3 gotas do indicador misto (verde de bromocresol e vermelho de metila). Por fim, foi titulado o destilado com HCl 0,05N padronizado. O percentual de proteína nas amostras foi calculado pela equação 2:

$$\%PB = \frac{V * N * 1,4 * 6,25}{P} \quad \text{[Equação 2]}$$

onde  $V$  = volume de HCl 0,05N utilizados na titulação;  $N$  = normal do HCl;  $P$  = peso da amostra (g) e Fator de conversão para pescado = 6,25.

### 3.4.4 Lipídios

A determinação do teor de lipídios seguiu as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e, para isso, em um determinador de gordura (TE – 044), foram colocadas 5,0 g da amostra envolvida em papel filtro em forma de cartucho e imersa em hexano a 120 °C, dentro de balões de Soxhlet. A amostra permaneceu no equipamento por um período de 5 horas, após foi retirada e recuperado o hexano por condensação. O teor de lipídio foi determinando pela diferença de peso dos balões de Soxhlet antes e depois da extração.

### 3.4.5 Cinzas

A determinação do teor de cinzas seguiu as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), onde foram pesados 5 g da amostra em um cadinho de porcelana e carbonizado em mufla a 550 °C por um período de 5 horas. O teor de cinzas foi determinando pela diferença de massa antes e depois da carbonização.

### 3.4.6 Carboidratos

Determinado pela diferença entre 100 % e o somatório dos percentuais de umidade, proteína, lipídeos e cinzas.

### 3.4.7 Minerais

A determinação e quantificação dos minerais foram realizadas no Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente pertencente ao departamento de química da Universidade de Estadual de Maringá. A determinação de K, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e Na foi por espectrometria de absorção atômica em amostra digerida por solução nitro-perclórica; Fósforo total (P) por espectrofotometria UV-Vis em amostra digerida por solução nitro-perclórica e Nitrogênio total (N) pelo método clássico de Kjeldahl.

### 3.4.8 Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para a determinação da oxidação do camarão em pó foi utilizada a metodologia descrita por Buege e Aust (1978), com ligeira modificação. Aproximadamente 3,0 g do pó de camarão foi homogeneizado com 25 mL de solução contendo ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15 %, e HCl a 0,25 M, com uma homogeneização a 3000 rpm durante 30 s. A mistura foi aquecida num banho de água fervente (100 °C) durante 10 minutos para o desenvolvimento de uma cor rosa, em seguida, arrefeceu-se e centrifugou-se (3500 rpm) durante 20 min. A absorbância do sobrenadante foi medida por um espectrofotômetro a 532 nm, e 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) (Sigma-Aldrich) foi usado como padrão. Os resultados foram expressos em “valor de TBARS”, definido como mg de malonaldeídos por 1 kg da amostra.

### 3.4.9 Atividade de água

Para realização dessa análise no camarão *in natura* foram coletados triplicatas com 5 unidades de camarão cada, descabeçados e macerados. Em seguida foi retirado aproximadamente 0,7 g do material e realizado a determinação através de um AQUALAB da marca Decagon Devices modelo 4TE na temperatura de 25 °C. Para o camarão em pó foi retirado aproximadamente 0,7 g da amostra e realizado a determinação no referido equipamento.

### 3.4.10 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH, foi pesado 1 g da amostra e diluída em 10 mL de água destilada sendo realizada a leitura diretamente na amostra com um potenciômetro da marca Quimis, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0 conforme o método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 3.4.11 Cor

Os parâmetros de cor foram avaliados usando um colorímetro Konica Minolta spectrophotometer modelo CR410 com a determinação no modo CIE  $L^*a^*b^*$  que inclui as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma ( $C^*$ ) e ângulo Hue ( $H_0^*$ ). Onde  $L^*$  é uma medida da luminosidade do objeto e varia do 0 (para o preto) até o 100 (para o branco),  $a^*$  é uma medida do vermelho ao verde;  $b^*$  é uma medida do amarelo ao azul;  $C^*$  está relacionado com a intensidade da cor e  $H_0^*$  os valores podem variar de 0 a 360°, sendo que o 0° representa vermelho puro; o 90°, amarelo puro; o 180, verde puro e o 270, azul puro.

### 3.4.12 Índice de Absorção de Água (IAA)

A análise de IAA seguiu a metodologia descrita por Anderson, Conway e Peplinski (1969). A avaliação ocorreu em triplicata e consistiu na introdução de 2,5 g da amostra em um becker e adicionado 30 mL de água a 28 °C. O material ficou sob agitação (2000 rpm) durante 30 minutos em um agitador magnético e, em seguida, o material foi transferido para tubos de centrífugas, de peso conhecido, sendo posteriormente, centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante (10 mL) foi colocado em placas de Petri previamente taradas, sendo seco em estufa de circulação e renovação de ar a 105 °C até peso constante. O IAA calculado conforme a equação 3.

$$IAA = \frac{PRC}{PA - PRE} \quad \text{[Equação 3]}$$

onde  $PRC$  = massa do resíduo centrifugado (g);  $PA$  = massa da amostra e  $PRE$  = massa do resíduo solúvel (g) presente no sobrenadante.

### 3.4.13 Solubilidade

A solubilidade foi avaliada seguindo a metodologia descrita por Cano-Chauca *et al.*, (2005). O método consiste em adicionar 1 g da amostra em 100 mL de água destilada sob agitação de 2000 rpm durante 5 min. Em seguida, a solução foi colocada em tubos de centrífuga de 50 ml e centrifugada a 3000 rpm durante 5 min. Uma alíquota de 25 ml do sobrenadante foi retirada com o auxílio de uma pipeta e transferida para uma placa de Petri e imediatamente seca em estufa a 105 °C durante 5 horas. Por fim, a solubilidade foi calculada pela equação 4:

$$S(\%) = \frac{(Y * 4)}{Z} * 100 \quad \text{[Equação 4]}$$

onde,  $S$  = Solubilidade;  $Z$  = Massa da amostra;  $Y$  = Massa da amostra solubilizada e seca e 4 é um fator de correção.

### 3.4.14 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Realizado por meio de refratometria, utilizando refratômetro digital modelo r<sup>2</sup>mini da marca Rechart, e no qual para a leitura do produto em pó foi realizado uma diluição de 1,0 g da amostra para 10,0 mL de água destilada, seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado é expresso em °Brix a 20 °C.

### 3.4.15 Higroscopicidade

Avaliada de acordo com a metodologia proposta por Cai e Corke (2000), com algumas modificações. O método consistiu em adicionar 1 g da amostra em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,0 %) a 25 °C e, após uma semana, as amostras foram pesadas, sendo a higroscopicidade expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

### 3.4.16 Grau de *caking*

A análise de grau de *caking* foi determinada a partir da metodologia A 15a, descrita por GEA Niro Research Laboratory (2003), no qual consiste expor o pó para absorver a umidade do ar, com 75 % de umidade relativa até atingir o equilíbrio. Em seguida, o pó será seco e peneirado em condições padrão (peneira com malha de 500  $\mu\text{m}$  e agitação por 5 minutos). O que ficar retido na peneira foi expresso como grau de *caking*.

### 3.4.17 Índice de expansão (IE)

O índice de expansão dos *snacks* foi realizado mediante mensuração do diâmetro do *snacks* após a extrusão e antes da secagem. O cálculo foi feito pela relação entre o diâmetro da amostra e o diâmetro da matriz (FAUBION e HOSENEY, 1982). Para medir o diâmetro dos *snacks* foi utilizado um paquímetro universal. O valor considerado foi obtido pela média aritmética das medidas de 10 diferentes produtos expandidos dentro de cada formulação.

### 3.4.18 Índice de solubilidade em água (ISA)

A determinação do ISA foi realizada segundo metodologia proposta por Anderson, Conway e Peplinski (1969) mediante relação entre a massa do resíduo de evaporação e a massa seca da amostra, conforme a equação 5:

$$ISA = \frac{PRE * 100 * 3}{PA} \quad \text{[Equação 5]}$$

onde *PRE* = massa do sólidos solúveis presentes no sobrenadante(g); *PA* = massa da amostra (base seca) (g) e 3 é o fator de correção para compensar a retirada da alíquota de 10 mL de um volume total de 30 mL.

### 3.4.19 Força de corte

A força necessária para a quebra do produto foi utilizada para avaliar a crocância, principal propriedade de textura dos *snacks*. Esse parâmetro foi avaliado como a força máxima oferecida pela amostra durante o cisalhamento em uma cela do tipo “Warner Bratzler” acoplada ao analisador de textura (TA-XT2i, Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido). A velocidade de corte foi de 1 mm.s<sup>-1</sup> e a força impressa em Newton (N).

### 3.4.20 Valor calórico

Para o cálculo do valor calórico, foram utilizados os fatores de conversão de Atwater: 9 calorias/grama para lipídios, 4 calorias/grama para carboidratos e 4 calorias/grama para proteínas (BRASIL, 2003).

### 3.4.21 Análise sensorial

Foram recrutados 100 (cem) provadores não treinados (voluntários) com perfil descrito na Tabela 4, onde foi observado maioria dos provadores do gênero feminino, com idade entre 18 - 25 anos, que consomem camarão muito pouco, mas que gostam muito.

As avaliações sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Estadual de Maringá no Paraná, em cabines individuais. As amostras, com aproximadamente 5,0 g, foram servidas em copos plásticos codificados com números aleatórios de 3 (três) dígitos.

Tabela 4 – Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial

<b>Características</b>	<b>%</b>	<b>Características</b>	<b>%</b>
<b>Gênero</b>		<u>Consumo</u>	
Feminino	57,69	Consumo muito	0,00
Masculino	42,31	Consumo ocasionalmente	31,73
		Consumo muito pouco	62,50
<b>Idade</b>		Não consumo	5,77
18 - 25	81,81	<u>O quanto gosta de camarão</u>	
26 - 30	13,13	Gosto muitíssimo	25,00
31 - 35	3,03	Gosto muito	41,00
Maior de 35	2,02	Gosto moderadamente	30,00
		Gosto ligeiramente	4,00

Fonte: Elaborada pela autora.

Para a avaliação do sabor, aroma, cor, textura e aceitação global da amostra, foi utilizado a escala hedônica de 9 (nove) pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei e 9 = gostei muitíssimo) proposta por Peryam e Pilgrim (1957). Para determinar o quanto o atributo sabor de camarão encontrava-se ideal aos consumidores, foi realizado o teste da escala relativa do ideal utilizando escala de 9 (nove) pontos (+4 = Extremamente mais forte que o ideal e -4 = Extremamente menos forte que o ideal) e no centro da escala o termo “ideal” (ABNT, 1998). Os resultados foram expressos em gráfico de frequência das respostas, através de histograma, utilizando um limite mínimo de 70 % de repostas para o termo “ideal” (IAL, 2008).

Para avaliação da atitude de compra do provador foi utilizado a escala de 5 (cinco) pontos (1 = certamente não compraria; 3 = tenho dúvida se compraria e 5 = certamente compraria). Os resultados foram tabulados e então se calculou a média das notas obtidas.

Os testes sensoriais tiveram aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (CAAE 18718013.3.0000.0104).

### **3.5 Estudo da estabilidade do camarão em pó**

Para estudo da estabilidade do camarão em pó, o produto foi armazenado à temperatura ambiente de aproximadamente  $22 \pm 2$  °C em embalagens distintas com e sem uso de vácuo. O acondicionamento se deu em quatro condições: Embalagem Laminada (modelo ESA 038, confeccionada por uma combinação de material PET, alumínio e poliamida, e de gramatura  $122 \text{ g/m}^2$ ) com e sem vácuo e Embalagem Plástica (modelo BR 2205, composta por uma combinação de material de polietileno e poliamida, com gramatura  $100 \text{ g/m}^2$ ) com e sem vácuo.

A avaliação se deu por meio das análises de atividade de água, umidade, pH, higroscopicidade e TBARS conforme descrito no item 3.4. Esse estudo teve uma duração de 120 dias, sendo o produto avaliado com 0, 30, 60, 90 e 120 dias. Todos os resultados foram tratados estatisticamente através do teste de ANOVA e apresentando diferenças significativas foram também tratados pelo *Tukey* (diferença de médias) com 5 % de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação do uso de adjuvante e da temperatura na secagem de camarão em *spray dryer*

O camarão foi desidratado com dois tipos de adjuvantes: maltodextrina DE20 e goma arábica, as concentrações de 0,0; 2,0; 4,0 e 8,0 % e as temperaturas de entrada do ar de secagem foram de 120 e 150 °C, divididos em dois experimentos: experimento 1 (maltodextrina e goma arábica nas concentrações de 0,0; 2,0; 4,0 e 8,0 % e temperatura de entrada do ar de secagem de 120 °C) e experimento 2 (maltodextrina e goma arábica nas concentrações de 0,0; 2,0; 4,0 e 8,0 % e temperatura de entrada do ar de secagem de 150 °C).

Os resultados dos parâmetros avaliados no experimento 1 a respeito do estudo do efeito dos adjuvantes de secagem na desidratação de camarão em *spray dryer* estão relatos na Tabela 5. Os resultados do parâmetro de umidade mostraram que o aumento da concentração de goma arábica não teve efeito na umidade final dos ensaios, não apresentando diferença significativa entre os ensaios e o controle, o mesmo não foi observado nos ensaios com maltodextrina, que apresentaram valores de umidade inferiores aos ensaios com goma e o controle, podendo-se atestar que o uso de maltodextrina, diferentemente da goma arábica, teve forte influência na redução da umidade final do produto em questão.

Tabela 5 – Valores de umidade, proteína, higroscopicidade, grau de *caking* e rendimento obtido no experimento 1 (temperatura do ar de entrada 120 °C)

Amostra	Análises (% em b.u)				
	Umidade	Proteína	Higroscopicidade	Grau de <i>caking</i>	Rendimento
Controle	4,33ab ± 0,37	80,23a± 1,18	14,59ab ± 0,11	90,02bc ± 1,69	33,62f± 0,00
2% GA	4,49ab ± 0,25	61,29c±13,14	14,21ab ± 0,65	88,85cd ± 4,51	35,98e± 0,01
4% GA	4,41ab ± 0,44	50,99d ± 2,28	15,51ab ± 0,23	82,60ed ± 3,36	47,13c± 0,01
8% GA	4,57ab ± 0,13	41,85f ± 3,38	13,33bc ± 0,03	80,99ed ± 0,64	51,16b± 0,00
2% MD	3,12c ± 0,17	63,04b±12,13	13,30bc ± 0,74	97,50a ± 0,63	27,11g± 0,00
4% MD	3,59bc ± 0,51	48,21e±14,15	12,72cd ± 0,80	96,39ab ± 1,24	39,62d± 0,00
8% MD	3,36c ± 0,18	37,59g ± 4,48	11,72d ± 0,45	93,39abc ± 1,69	53,92a± 0,00

GA = goma arábica; MD = maltodextrina. Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

A concentração do adjuvante de secagem teve influência no teor protéico dos ensaios, apresentando os ensaios com maiores concentrações de adjuvante menores teores de

proteína, resultando diferença significativa em todos os ensaios. O menor teor proteico nos ensaios de maior concentração pode ser atribuído ao aumento do teor de sólidos do camarão em pó devido à adição dos adjuvantes de secagem, isto é, tem-se menos proteína por unidade de amostra analisada.

Faz-se importante destacar o percentual de proteína bruta do ensaio sem adjuvante de secagem, demonstrando o potencial desse produto como um suplemento protéico que pode ser utilizado como ingrediente no preparo de molho, macarrão instantâneo, sopa entre outros.

De acordo com os resultados da análise de higroscopicidade do camarão em pó, a adição da goma arábica não teve efeito sobre a higroscopicidade do referido produto, não havendo diferença significativa entre os ensaios e o controle. Em contra partida, a adição da maltodextrina contribuiu na redução da higroscopicidade à medida que sua concentração foi aumentando, sendo o ensaio com 8 % de maltodextrina o que apresentou menor valor. A higroscopicidade de um alimento está ligada à sua estabilidade física, química e microbiológica e, assim, torna-se imprescindível a avaliação desse parâmetro (OLIVEIRA, CLEMENTE e COSTA, 2012). Todos os ensaios, com exceção do 4 % de GA, são classificados como ligeiramente higroscópico baseado na classificação dada pelo GEA Niro Research Laboratory (2003), onde produtos com higroscopicidade entre 10,1 – 15 % são classificados como ligeiramente higroscópico e higroscópico com 15,1 – 20 %.

Avaliando os resultados do parâmetro grau de *caking*, é observado que os ensaios com goma arábica apresentaram grau de *caking* inferior ao controle e aos ensaios adicionados de maltodextrina. A variação da concentração de goma arábica não teve efeito sobre os ensaios, não diferindo estatisticamente entre si. O mesmo foi observado com relação a maltodextrina.

Todos os valores de rendimento do camarão atomizado com goma arábica e maltodextrina diferiram significativamente entre si sendo superiores ao controle. É observado que seus valores se elevam com o aumento da concentração dos adjuvantes, isso pode ser explicado pelo fato que esses agentes aumentam a quantidade de sólidos da amostra resultando no incremento do rendimento.

Tomando como base as características avaliadas é possível observar que é dispensável o uso de adjuvante de secagem na desidratação do camarão em *spray dryer*, pois é possível desidratar o mesmo sem uso de adjuvante e que o produto final apresenta características como umidade, proteína apreciáveis.

Na Tabela 6 estão relatados os resultados dos parâmetros avaliados no estudo do

efeito do uso de goma arábica e maltodextrina na desidratação de camarão em *spray dryer* obtidos no experimento 2. A umidade apresentou uma redução como aumento da concentração dos adjuvantes apresentando o ensaio com 8 % de maltodextrina menor valor de umidade, não diferindo estatisticamente do ensaio controle, constatando que o uso da goma arábica ou da maltodextrina na desidratação de camarão na temperatura pouco afeta a umidade do produto final.

Comparando os ensaios adicionados de adjuvantes de secagem com os ensaios controles é observado uma redução no teor proteico com o aumento da porcentagem do adjuvante, quer no experimento 1, quer no experimento 2, isso em virtude da adição de sólidos (goma arábica e maltodextrina) o que fez com que cada ensaio tivesse menor quantidade de camarão por grama do produto com o aumento da porcentagem dos adjuvantes refletindo na redução do teor proteico do produto.

O uso de adjuvantes de secagem não apresentou efeito na desidratação de camarão em *spray dryer* sobre a higroscopicidade, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os ensaios, podendo ser dispensado o uso dos referidos adjuvantes com o objetivo de reduzir a higroscopicidade do produto final, umas das principais aplicações dos adjuvantes de secagem.

Tabela 6 – Valores médios de umidade, proteína, higroscopicidade, grau de *caking* e rendimento obtido no experimento 2 ( temperatura do ar de entrada de 150 °C)

Amostra	Análise (% em b.u)				
	Umidade	Proteína	Higroscopicidade	Grau de <i>Caking</i>	Rendimento
Controle	3,60bc ± 0,25	83,18a ± 0,31	14,56ab ± 0,91	72,12d ± 1,51	31,48f ± 0,01
2% GA	5,15a ± 0,41	67,29b ± 0,09	13,64b ± 1,19	92,26cb ± 0,69	35,73e ± 0,01
4% GA	3,31bc ± 0,25	51,58d ± 0,26	16,27ab ± 0,94	90,80b ± 1,87	38,93d ± 0,01
8% GA	4,95a ± 0,18	44,51f ± 0,74	15,07ab ± 0,88	83,38e ± 1,69	42,07c ± 0,01
2% MD	3,71bc ± 0,06	63,08c ± 1,18	14,21ab ± 0,55	98,27a ± 2,84	30,93g ± 0,01
4% MD	3,60bc ± 0,23	49,50e ± 0,25	14,73ab ± 0,12	98,96a ± 1,24	43,71b ± 0,01
8% MD	2,91c ± 0,31	38,51g ± 0,17	14,07b ± 0,24	96,79a ± 0,24	57,88a ± 0,00

GA = goma arábica; MD = maltodextrina. Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

O ensaio controle apresentou menor valor de grau de *caking* apresentando diferença significativa dos demais ensaios que variaram de 83,38 a 98,96 %. O aumento da concentração de goma arábica reduziu significativamente o grau de *caking* dos ensaios,

porém, o mesmo não ocorreu com a maltodextrina, não havendo diferença significativa entre os ensaios com esse adjuvante.

Os valores obtidos para rendimento variaram de 31,48 (controle) a 57,88 % (8 % MD) diferindo significativamente entre todos os ensaios. É observado um comportamento linear entre o aumento da porcentagem do adjuvante com o rendimento, apresentando os ensaios com maiores porcentagem de goma arábica e maltodextrina os maiores rendimentos. Tais ocorrências podem ser explicadas pelo fato que os agentes aumentam a quantidade de sólidos da amostra resultando no incremento do rendimento.

Os resultados relatados nas Tabelas 5 e 6 mostraram que a goma arábica e a maltodextrina não apresentaram resultados que justifiquem seu uso como agente de secagem na desidratação de camarão em *spray dryer*.

Para efeito comparativo pode ser observado na Tabela 7, os resultados do aumento da temperatura nos parâmetros umidade, proteína, higroscopicidade, grau de *caking* e rendimentos dos melhores ensaio no experimento 1 e 2, no caso os controles e, com isso determinar, os parâmetros e temperatura mais adequada para a desidratação de camarão.

Tabela 7 – Avaliação do efeito do aumento da temperatura do ar de entrada do *spray drier* na desidratação de camarão na melhor condição do experimento 1 (120 °C) e 2 (150 °C)

Amostra	Análise (% em b.u)				
	Umidade	Proteína	*Higroscop.	Grau de <i>Caking</i>	Rendimento
Controle					
Experimento 1	4,33a±0,37	80,23b±1,18	14,59a± 0,11	90,02a ± 1,69	33,62a± 0,00
Experimento 2	3,60b±0,25	83,18a±0,31	14,56a± 0,91	72,12b ± 1,51	31,48a± 0,01

\*Higroscopicidade. Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

O aumento da temperatura reduziu a umidade, passando de 4,33 para 3,60, uma redução de 0,73 pontos percentuais. Este resultado não difere dos apresentados por Mestry, Mujumdar e Thorat (2011) os quais observaram a diminuição na umidade com o aumento da temperatura durante a secagem dos alimentos. Os autores explicam que o aumento da temperatura resulta em elevado gradiente de temperatura entre a amostra a ser seca e o meio de secagem, favorecendo a retirada de água e resultando em baixo teor de umidade no produto final.

O teor protéico foi elevado, de modo significativo, com o aumento da temperatura. Comportamento semelhante não foi encontrado na literatura assim como para o grau de *caking*. A alteração da temperatura não surtiu efeito nos parâmetros de

higroscopicidade, esse efeito foi similar ao relatado por Tonon, Brabet e Hubinger (2009), indicando que a temperatura de secagem não exerceu influência sobre a capacidade de adsorção de água.

O aumento da temperatura, apesar de secar mais o produto, não afetou o rendimento, não havendo diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o ensaio controle do experimento 1 e 2 (Tabela 7). Este resultado difere dos apresentados por Alves (2012) que relata que o aumento da temperatura promoveu a diminuição do rendimento, quando se utilizou 5% de maltodextrina na desidratação de suco de laranja probiótico por *spray dryer*. Chegini e Ghobadian (2007) também verificaram que a temperatura do ar de secagem de entrada apresentou forte influência no processo de secagem, variando inversamente em relação ao valor do rendimento. Estes autores explicam que a diminuição do rendimento com o aumento da temperatura pode estar relacionado à fusão das partículas de pó promovidas pelas altas temperaturas.

Em virtude do que foi observado, o melhor ensaio do experimento 2 não apresentou resultados muitos superiores aos relatados no experimento 1, em especial no parâmetro de umidade e rendimento, sugerindo a temperatura do ar de entrada de 120 °C como a mais adequada para a desidratação de camarão.

## 4.2 Caracterização do camarão em pó

### 4.2.1 Avaliação nutricional do camarão *in natura* e desidratado

Na Tabela 8 é feito uma avaliação do efeito da secagem com temperatura do ar de entrada de 120 °C em comparação ao camarão *in natura*. Com o processo de secagem o produto sofreu alterações na atividade de água, teores de umidade, proteína bruta, lipídios e cinzas em consequência do aumento da concentração de soluto e redução da água livre no produto.

Tabela 8 – Caracterização do camarão *in natura* e camarão em pó desidratado em *spray dryer* com temperatura de entrada de 120 °C

Análise (% em b.u)	Camarão <i>in natura</i>	Camarão em pó
Atividade de água	0,98 ± 0,01	0,12 ± 0,00
Umidade	73,73 ± 0,40	4,33 ± 0,37
Proteína	19,11 ± 0,45	81,43 ± 0,43
Lipídio	0,62 ± 0,11	2,12 ± 1,02
Carboidrato	5,12 ± 0,00	4,97 ± 0,00
Cinzas	1,42 ± 0,26	7,15 ± 0,02

Fonte: Elaborada pela autora.

O camarão *in natura* apresentou uma atividade de água de  $0,98 \pm 0,01$ , valor este próximo ao relatado por Oliveira (2013) que foi de 0,99 em seu trabalho sobre atividade da polifenoloxidase em camarão (*Litopenaeus vannamei*) submetido ao emprego do frio e atmosfera modificada. O camarão em pó apresentou valor de atividade de água que inibe o desenvolvimento de microrganismos ( $0,12 \pm 0,00$ ). A literatura relata que em substrato com atividade de água inferior a 0,60 há interrupção do metabolismo dos microrganismos presentes, inibindo o seu desenvolvimento ou reprodução, conferindo estabilidade ao mesmo com relação ao desenvolvimento de microrganismos.

A água presente no pescado é determinante para a sua conservação, uma vez que desempenham um importante papel de solvente de muitos dos seus constituintes solúveis, tornando-os disponíveis para serem utilizados em fenômenos químicos ou biológicos (GONÇALVES, 2011).

O processo de secagem reduziu a umidade do camarão *in natura* (descabeçado e macerado) em 94 %, conferindo ao produto final prolongada vida comercial. A umidade final do camarão (4,33 %) ficou abaixo de 5 %, limite máximo estabelecido pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (1997) para pescado desidratado.

Com a retirada da umidade do alimento, o camarão em pó teve seu valor proteico concentrado. Essa elevação é bastante satisfatória em virtude da natureza biológica dessas proteínas que são classificadas como de alto valor biológico.

No tocante aos lipídios, a carne de camarão em geral apresenta baixo teor de lipídios porque o depósito de gordura ocorre no hepatopâncreas, localizado na região da cabeça. Após o processo de secagem os mesmos triplicaram seu valor, esse aumento é interessante pelo fato que os lipídeos presente no pescado são ricos em ácidos graxos poliinsaturados essenciais das séries ômega, diferentemente dos lipídios da carne vermelha que contém alta proporção de gordura saturada (RÊGO, 2012). Ackman (1989) dividiu os pescados em quatro categorias quanto ao seu teor de lipídios: magros (menor que 2% de gordura); baixo teor de gordura (2 - 4% de gordura); semi-gordo (4 - 8% de gordura); e altamente gordo (maior que 8% de gordura). Tomando como referência essa classificação, o camarão em pó pode ser classificado como um produto com baixo teor de gordura ( $2,12 \pm 1,02$ ), reforçando seu valor nutricional.

O valor do carboidrato variou pouco entre o produto *in natura* e desidratado. O teor de cinzas encontrado no camarão em pó teve uma elevação bastante expressiva quando

comparado ao *in natura*, no entanto foi menor em relação ao valor relatado por Castro *et al.*, (2012),  $11,34 \pm 0,09\%$ , ao trabalhar com o camarão cozido desidratado em estufa. A maior parte dos minerais presentes no camarão se encontra em sua carapaça. No processo de obtenção do camarão atomizado, uma parte da carapaça não consegue ser triturada, havendo perdas dos minerais, esse fato pode ser uma das justificativas da diferença do teor de cinzas encontrado nesse trabalho com o valor relatado por Castro *et al.*, (2012) onde no processo de secagem em estufa, toda a carapaça é desidratada juntamente com a carne, não havendo perdas de minerais.

#### 4.2.2 Quantificação dos minerais no camarão em pó

Na Tabela 9 é mostrada a caracterização e quantificação dos minerais presentes no camarão em pó como também as suas contribuições percentuais em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR) para cada nutriente em acordo com a RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005). É observado dentre os elementos minerais analisados, que o fósforo, seguido do sódio, nitrogênio e potássio foram os que apresentaram maiores concentrações. O que apresentou menor teor foi o manganês, seguido do cobre.

Segundo Ordóñez (2005) o pescado é considerado como uma boa fonte de magnésio (10 a 50 mg/100g), havendo uma variação na concentração conforme a espécie. Gonçalves (2011) relata valor de 26 mg/75 g para camarão cozido. O valor de magnésio obtido no camarão em pó supre a necessidade regulada pelo IDR, apresentando em 100 g do produto 175,23 % do mínimo estabelecido.

Alguns pescados são excelentes fontes de cálcio, apresentando concentrações que variam de 5 a 200 mg/100g de produto. Essa variabilidade pode ser atribuída à quantidade de cálcio na água ou nos alimentos do pescado, idade, tamanho e desenvolvimento do animal. O pescado consumido inteiros é uma boa fonte de cálcio, em especial a carne dos crustáceos e dos moluscos (ROSA, FERRANDIN e SOUSA, 2012). Ordóñez (2005) manifesta que a carne dos crustáceos e dos moluscos conter mais cálcio que a de peixes. É observado que em 100 g de camarão em pó há 96,58 % do IDR de cálcio para adulto.

Gonçalves (2011) relata a presença de 136 mg de potássio em 75 g de camarão cozido. Sikorski (1990) descreve que a quantidade de potássio encontradas em pescado é de 25 a 710 mg/100g do produto, valor este bem inferior ao encontrado no camarão em pó (1251,37 mg/100g), essa divergência de valores pode ser justificado pela concentração dos

componentes do camarão causados pela desidratação como também pela incorporação da carapaça.

Tabela 9 – Caracterização e quantificação dos minerais presentes no camarão em pó

<b>Minerais</b>	<b>Camarão em pó (mg/100g)</b>	<b>IDR (BRASIL, 2005)</b>	<b>% IDR em relação a 100 g de camarão em pó</b>
Magnésio (Mg)	455,60	260 mg	175,23
Cálcio (Ca)	965,77	1000 mg	96,58
Potássio (K)	1251,37	-	-
Nitrogênio (N)	1367,33	50g proteína	170,91
Fósforo (P)	11868,33	700 mg	1695,47
Sódio (Na)	1445,68	-	-
Ferro (Fe)	24,193	14 mg	172,78
Cobre (Cu)	3,46	900 µg	385,11
Manganês (Mn)	1,04	2,3 mg	45,34
Zinco (Zn)	7,86	7 mg	112,28

IDR – Ingestão Diária Recomendada para adulto; Fonte: Elaborada pela autora.

Uma das principais fontes de proteína na alimentação humana provém do pescado. O camarão em pó apresentou 170,91 % do IDR de proteínas, conferindo ser uma excelente fonte de proteína para a alimentação humana. Apesar da carne de pescado possuir certa semelhança na proporção de proteína em relação à carne bovina, suína e a carne de aves, ela apresenta digestibilidade de 90 - 98 %, valores ligeiramente acima da carne bovina e de frango. Esse fato pode ser justificado pelas quantidades maior de proteína miofibrilar (39 a 68 %) e menor de proteínas estromáticas (16 a 28 %) (KIRSCHNIK, 2007; PARK e LIN, 2005).

O fósforo é amplamente distribuído na natureza, sendo encontrado em todas as células, o que significa que todas as fontes alimentares (vegetais ou animais) são potenciais fontes de fósforo, com destaque os alimentos protéicos de origem animal, principalmente as carnes vermelhas e brancas, vísceras e produtos lácteos, sendo que no leite, a sua biodisponibilidade pode variar de 65 a 90 %, e tendo uma maior biodisponibilidade no leite humano que no de vaca (COZZOLINO, 2007). A literatura relata que o fósforo tem como função a formação e crescimento de dentes e ossos, manutenção e reparação dos tecidos, transporte de nutrientes e armazenamento de energia. O conteúdo de fósforo do pescado varia de 100 a 400 mg/100g de carne, sendo que as variações decorrem de fatores ambientais e

alimentação do organismos (ORDÓÑEZ, 2005). Foi observado que em 100 g de camarão em pó há 1695,47 % do IDR para fósforo.

O conteúdo de sódio do pescado varia de 25 a 620 mg/100g, apresentando molusco e crustáceos valores de sódio superior ao observado em peixes (OLIVEIRA FILHO, 2009; ORDÓÑEZ, 2005). Andrade, Bispo e Druzian (2009) revelaram a presença de 163,20 mg de sódio em 100 g do músculo de camarão. O teor de sódio observado no camarão em pó (1445,68 mg/100 g) revela ser uma rica fonte desse mineral, o mesmo não possui um valor mínimo estabelecido na RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) que dar a conhecer o IDR dos minerais.

Os minerais estão presentes nos alimentos em quantidades bastante variadas e para assegurar uma ingestão adequada destes nutrientes é essencial uma alimentação diversificada, incluindo os vários grupos de alimentos. Em função das nossas necessidades diárias, podemos subdividi-los em dois grupos:

- os minerais ou macrominerais; como o magnésio, cálcio, o potássio, o fósforo, o nitrogênio e o sódio, cujas necessidades do organismo são superiores aos 100 mg/dia.
- os oligoelementos ou microminerais; como o ferro, cobre, manganês, zinco entre outros, cujas necessidades diárias são inferiores aos 100 mg/dia (CARDOSO, 2015).

Dados sobre nutrientes e outros componentes presentes nos alimentos, *in natura* e processados, são necessários em inúmeros campos de atividades, tais como nutrição, saúde, agricultura, comércio e marketing. Os minerais não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação. Essenciais na constituição estrutural dos tecidos corpóreos, os minerais possuem papéis importantes como reguladores orgânicos que controlam os impulsos nervosos, atividade muscular e o balanço ácido-base do organismo e como componentes ou ativadores/reguladores de muitas enzimas (FREITAS *et al.*, 2011).

O pescado é apontado como uma fonte rica de minerais. Oliveira Filho (2009) relata que o conteúdo total de minerais contidos na carne de pescado se encontra entre 0,6 a 2,0 % do total da composição química e pode ser influenciado principalmente pela qualidade da água do ambiente e alimentação que recebe este peixe. Com o processo de secagem essa porcentagem se eleva em virtude da concentração dos sólidos.

### 4.2.3 Caracterização física do camarão em pó

#### 4.2.3.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

O processo de secagem proporcionou uma leve redução do pH de 7,61 para 7,52, não havendo diferença significativa estatisticamente entre o camarão *in natura* e o desidratado. No estudo de Lira e colaboradores (2013) com camarão defumado, foi observado o mesmo comportamento, onde o pH do camarão defumado (7,37) foi estatisticamente semelhante ao encontrado no crustáceo *in natura* (7,30).

A variação do pH do camarão *in natura* tem uma relação direta com os procedimentos aos quais é submetido imediatamente após sua captura e as suas condições de armazenamento. Ocorre no músculo do camarão após sua captura vários eventos bioquímicos, que devido a atividade de enzimas que permanecem viáveis, mesmo após a morte do animal. Um dos primeiros produtos a ser formado a partir das alterações enzimáticas é o ácido lático, que é proveniente da conversão do glicogênio armazenado na musculatura do camarão. O acúmulo do ácido lático no músculo faz com que haja uma redução do pH, com liberação e ativação de proteases e catepsinas, resultando em proteólise com liberação de aminoácidos livres que poderão ser utilizados pelas bactérias (SANTOS, 2011).

Bailey, Fieger e Novak (1956) consideraram que em pH até 7,70 o camarão mantinha as características de um produto “fresco”, acima deste valor até 7,95, era considerado de má qualidade, porém aceitável. Valores superiores a 7,95 tornavam desaconselhável o consumo do camarão. A medida do pH não deve ser utilizada individualmente como índice de frescor, pois pode induzir a falsa avaliação uma vez que há variação entre as espécies, época do ano dentre outros fatores.

Nesse estudo, o pH não é um parâmetro de muita relevância em virtude de se tratar de um produto desidratado, onde a atividade de água do produto é reduzida ao ponto de não haver desenvolvimento microbiológico. Mas é interessante observar o comportamento desse parâmetro frente ao processo de desidratação.

#### 4.2.3.2 Cor

De acordo com Bobbio e Bobbio (2003), a aparência concorre, grandemente, para a aceitabilidade de um alimento, razão pela qual a cor talvez seja sua propriedade mais importante, tanto em produtos naturais, quanto processados. A cor em alimentos resulta da presença de compostos coloridos já existentes no material natural (pigmentos naturais) ou da

adição de corantes sintéticos. Todavia, pode haver durante o processamento ou armazenagem formação de substâncias coloridas que irão afetar a cor do produto.

De acordo com Figueiredo, Queiroz e Martucci (2005) a cor de um produto alimentício é uma das características mais importantes para a sua aceitação, pois o consumidor estabelece uma associação entre as modificações significativas da cor com os indícios de alterações químicas, físicas ou microbiológicas que estão ocorrendo, com conseqüentes efeitos sobre as qualidades sensoriais.

Na Tabela 10 é possível observar as alterações sofridas com o camarão após o processo de secagem assim como também as modificações colorimétricas que ocorreram quando o produto foi reidratado e as alterações que sofridas após passar por um longo período de armazenamento.

Tabela 10 – Avaliação colorimétrica do camarão na forma de pasta, do camarão em pó, do pó reidratado e do camarão em pó após 240 dias de armazenamento

<b>Parâmetro</b>	<b>*Camarão</b>	<b>Camarão em pó</b>	<b>Pó reidratado</b>	<b>**Camarão em pó</b>
L*	64,03b ± 0,32	68,65a ± 1,48	60,52c ± 0,38	63,72b ± 0,36
a*	9,00a ± 0,04	6,05b ± 0,08	5,54c ± 0,32	4,75d ± 0,18
b*	22,10d ± 0,07	24,86b ± 0,74	28,41a ± 0,08	23,21c ± 0,11
C*	23,87c ± 0,08	25,59b ± 0,74	28,95a ± 0,13	23,71c ± 0,13
H <sub>0</sub> *	67,83c ± 0,07	76,31b ± 0,22	78,95a ± 0,60	78,26a ± 0,35

\* Camarão pré-cozido na forma de pasta;\*\* após 240 dias de armazenamento em embalagem laminada sem vácuo a temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si (p ≤ 0,05) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

Na análise do parâmetro de luminosidade (L\*) é observada uma diferença significativa entre o camarão, o camarão em pó e após a reidratação, apresentando o camarão em pó maior valor de L\*, caracterizando cor mais clara por estar próximo ao branco puro. Durante o período de armazenamento foi observado uma pequena redução do referido parâmetro, não havendo diferença significativa entre o camarão antes da desidratação e o camarão em pó após 240 dias de armazenamento. A redução percentual entre o valor no tempo zero e no final do armazenamento foi de 7,18 %, confirmando que houve escurecimento da amostra. Alexandre e colaboradores (2014) relatam o escurecimento do produto na ordem de 18,89 % após 60 dias de armazenamento.

A avaliação do parâmetro a\* (intensidade do vermelho +a\*) mostra que o processo de secagem ocasionou alteração, havendo uma redução da intensidade de vermelho na ordem de 32,77 %. A coloração vermelho-alaranjado conferida ao camarão é atribuída a

pigmentos carotenóides, em especial a astaxantina, um carotenóide do grupo das xantofilas (SILVA, 2010). Nascimento (2006) relata que devido à estrutura altamente insaturada, os carotenóides são bastante susceptíveis a degradação (isomerização, oxidação e epoxidação) durante o processamento e estocagem dos alimentos. A isomerização de trans-carotenóides para cis-carotenóides, promovida pelo contato com ácidos, tratamento térmico e exposição à luz, diminuem a cor e altera sua atividade biológica.

É observado que houve uma redução da intensidade do vermelho ao longo do período de armazenamento, essa redução foi 21,48 %, valor este inferior ao que foi observado entre o camarão na forma de pasta e o camarão em pó, atestando que o processo de secagem afetou o  $a^*$  mais que o período de armazenamento.

O parâmetro colorimétrico  $b^*$  que quantifica a intensidade do amarelo apresenta maior valor no camarão em pó reidratado e menor no camarão antes da desidratação. Durante o período de armazenamento é observado uma redução significativa da intensidade do amarelo na ordem de 6,63 %.

Com relação à cromaticidade ( $C^*$ ), que se refere a intensidade da cor, é observado que o processo de secagem intensificou a cor, apresentando o camarão em pó valor superior ao camarão na forma de pasta, o mesmo comportamento é observado no ângulo de tonalidade ( $H_0^*$ ). O pó reidratado foi o que apresentou maior valor de  $C^*$ , indicando que a água intensifica a cor do camarão desidratado assim como a tonalidade.

#### 4.2.3.3 Índice de Absorção de água

A utilização de produtos desidratados nos diferentes sistemas alimentares requer o conhecimento das propriedades de hidratação, as quais descrevem como as macromoléculas, proteínas, carboidratos e fibras se combinam com a água. Por meio das propriedades de hidratação, é possível saber qual o comportamento que o camarão em pó irá apresentar quando utilizada no preparo de alimentos processados.

O Índice de Absorção em Água (IAA) indica a quantidade de água absorvida pelas proteínas, carboidratos e demais compostos do alimento sendo que uma alta capacidade de absorção de água é desejável para o preparo de sopas, mingaus e pudins instantâneos (ANDERSON, CONWAY e PEPLINSKI, 1969; TORRES *et al.*, 2005).

O camarão em pó quando avaliado ao IAA foi observado valor médio de  $3,85 \pm 0,01$  g/g, este valor sugere que a água se liga fracamente aos constituintes do camarão que em sua maioria é proteína. O IAA é principalmente influenciado por interações proteína-proteína,

água-água e ações físicas capilares. As proteínas, devido a mudanças conformacionais e estruturais, têm seu balanço hidrofílico/hidrofóbico alterado, podendo contribuir para o aumento ou diminuição do IAA.

#### 4.2.3.4 Índice de Solubilidade em Água

Avaliando o índice de solubilidade em água do camarão em pó foi obtido uma média de  $9,96 \pm 0,53$  %. A proteína representa mais de 80 % da composição química do camarão em pó e como essa proteína, em sua maioria, é insolúvel em água justifica o resultado da solubilidade observada desse trabalho.

A solubilidade de uma proteína é muito variável e depende da distribuição e da proporção dos grupos polares (hidrofílicos) e dos apolares (hidrofóbicos) na molécula. Dessa forma, muitas proteínas são solúveis em água ou soluções salinas. Desde que uma proteína possua muitos grupos carregados positiva e negativamente provenientes de cadeias laterais dos aminoácidos, as moléculas irão interagir umas com as outras, com pequenos íons de cargas opostas e com água. Assim, ocorrem interações proteína-proteína, proteína-água e proteína-pequenos íons. Se a interação proteína-proteína é grande e a interação proteína-água é pequena, a proteína tenderá a ser insolúvel. Por outro lado, se a interação proteína-água é alta, a proteína tenderá a ser solúvel. Qualquer condição que aumente a interação proteína-proteína, ou decresça a interação proteína-água, decrescerá a solubilidade e vice-versa (SILVA, 2015).

Uma melhor justificativa para o valor observado no parâmetro solubilidade poderia ser obtido com a avaliação da microestrutura do material. Padilha e Ambrozio Filho (2004) relatam que o conhecimento da estrutura, morfologia, assim como a natureza, densidade e distribuição dos defeitos são de extrema valia para o entendimento, e às vezes, até para a previsão das propriedades dos materiais. Informações sobre a estrutura dos materiais pode ser caracterizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Ribeiro (2014) e Cavalcante Mata, Medeiros e Duarte (2005) relatam que a desidratação em *spray dryer* de polpa de acerola e umbu, respectivamente, sem adjuvante de secagem, conferem ao produto final uma superfície enrugada com depressões e vacúolos provocadas pela retirada da água do processo. Tal estrutura pode influenciar na solubilidade do produto.

#### 4.2.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (SST) indica normalmente em produtos de origem vegetal a quantidade de açúcares nos frutos (glicose e frutose, principalmente), mas indica também a presença de qualquer composto solúvel, incluindo os ácidos orgânicos, compostos fenólicos e carotenóides (RAMALHO, 2014). Segundo Lanier (2000), em pescado os materiais solúveis em água são proteínas solúveis, enzimas hidrolíticas (principalmente proteases), sais inorgânicos, proteínas de baixo peso molecular e aminas. O camarão em pó apresentou  $61,67 \pm 2,08$  °Brix podendo esse valor ser referente a proteínas solúveis, carotenóides entre outros.

#### 4.2.4 Estabilidade do camarão em pó

Durante o armazenamento, os alimentos são expostos a condições que geram modificações que afetam a qualidade do produto, podendo atingir um estado tal que o torne indesejável ao consumidor. Quando isso ocorre, considera-se que o alimento alcançou o fim de sua vida útil. Os estudos de estabilidade dos produtos são realizados no intuito de gerar um alimento seguro para o consumidor e determinação de tempo em dias, meses e anos para a comercialização do produto, com isso o produtor e o distribuidor poderão se planejar para que ambos não venham ter prejuízos. É dito na literatura que a vida útil de um produto é basicamente atrelada a quatro fatores: formulação, processamento, embalagem e condições de estocagem (MESSANO, 2010).

A estabilidade do camarão em pó foi avaliada por meio de análises físico-químicas (atividade de água, umidade, pH, sólidos solúveis totais, cor, higroscopicidade e TBARS), sendo realizadas as avaliações em intervalos de 30 dias para o produto armazenado em embalagem laminada (EL) e embalagem plástica (ET) e 60 dias para os tratamentos com uso de vácuo (ELV e ETV) por 120 dias. Essa diferença de intervalos entre os tratamentos foi em virtude da disponibilidade do material.

##### 4.2.4.1 Atividade de água

Na Tabela 11 estão descritos os valores de atividade de água apresentados em um intervalo de 120 dias. É observado que a embalagem laminada apresentou diferença entre os intervalos das análises, sendo o intervalo de 30 dias o maior valor de atividade de água e o dia 0 e 60 dias os menores valores de atividade de água. Houve um aumento significativo (p

$\leq 0,05$ ) da atividade de água durante os 120 dias de experimento, exceto com 60 dias.

No tratamento ET houve um aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) e linear, apresentando o produto ao 120 ° dias de armazenamento maior valor de atividade de água. Comparando os valores do tratamento EL com os ET, é observado que a embalagem laminada confere uma menor permeabilidade ao vapor d'água da estrutura. O aumento da atividade de água do camarão em pó é decorrente da transferência de vapor d'água através da embalagem, devido à permeação pelo material de embalagem ou pela entrada por falhas na região da termosselagem. A maior elevação da atividade de água no produto armazenado em embalagem plástica foi também observada por Alves e colaboradores (2008) em seu estudo da estabilidade do leite em pó integral.

Tabela 11 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em *spray dryer*, armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável atividade de água

Dias	Tratamentos			
	EL	ET	ELV	ETV
0	0,19D ± 0,00	0,19D ± 0,00	0,19B ± 0,00	0,19C ± 0,00
30	0,23bA ± 0,00	0,31aC ± 0,00	–	–
60	0,18cD ± 0,00	0,41aB ± 0,00	0,17cB ± 0,00	0,33bB ± 0,00
90	0,21bB ± 0,00	0,41aB ± 0,00	–	–
120	0,20dC ± 0,00	0,48aA ± 0,00	0,23cA ± 0,00	0,44bA ± 0,00

EL = Embalagem Laminada; ET = Embalagem Transparente; ELV = Embalagem Laminada com Vácuo; ETV = Embalagem Transparente com Vácuo; – = não foi feito análise. Média seguida letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

Nos tratamentos com uso de vácuo, o ELV apresentou diferença significativa somente no 120 ° dia, em contra partida o ETV teve um aumento crescente durante o período de armazenamento.

Avaliando o tempo individualmente, foi observado que com 30 dias há uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo o EL menor valor de atividade de água, assim como o 90 ° dia. No 60 ° dia, o uso do vácuo teve efeito entre os tratamentos ET e ETV, sendo o ETV o que apresentou valor significativamente inferior. Em contra partida, os tratamentos ELV e EL não diferiram estatisticamente e apresentaram os menores valores de atividade de água.

Analisando o 120 ° dia de armazenamento, notou-se diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em todos os tratamentos, sendo os tratamentos com embalagem laminada os que apresentaram menores valores. Há uma diferença expressiva entre a embalagem laminada e a

embalagem plástica, quanto ao uso do vácuo essa diferença foi inferior à diferença apresentada entre as embalagens. No que concerne à alteração da atividade de água no camarão em pó, a embalagem laminada foi a que melhor protegeu o camarão em pó nas condições de armazenamento.

#### 4.2.4.2 Umidade

Os resultados referentes às médias das umidades do camarão em pó durante os 120 dias de armazenamento estão descritas na Tabela 12, os resultados revelam o comportamento da variável estudada no período de armazenamento em resposta ao uso de diferentes embalagens e quanto ao uso de vácuo.

O uso da embalagem laminada favoreceu a manutenção da umidade do produto, onde ao longo dos 120 dias, a amostra não apresentou valor de umidade superior ao observado no dia 0. Em contra partida, o mesmo pó armazenado em embalagem transparente apresentou uma variação de 3,52 (dia 0) a 8,49 (120 dias), o que resultou em um aumento de aproximadamente 140,10 %. Tornando notório que a embalagem transparente não conferiu uma boa barreira à absorção de umidade.

Tabela 12 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em *spray dryer*, armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável umidade (%)

Dias	Tratamentos			
	EL	ET	ELV	ETV
0	3,52A ± 0,20	3,52D ± 0,20	3,52A ± 0,20	3,52C ± 0,20
30	3,24bA ± 0,31	5,24aC ± 0,11	–	–
60	2,18cC ± 0,14	7,78aB ± 0,23	2,79cB ± 0,41	5,43bB ± 0,22
90	3,40bA ± 0,14	7,54aB ± 0,10	–	–
120	2,90cB ± 0,02	8,49aA ± 0,02	2,48dB ± 0,06	7,67bA ± 0,02

EL = Embalagem Laminada; ET = Embalagem Transparente; ELV = Embalagem Laminada com Vácuo; ETV = Embalagem Transparente com Vácuo; – = não foi feito análise. Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaboração pela autora.

O tratamento com embalagem laminada com o uso de vácuo resultou em um produto com uma umidade significativamente ( $p \leq 0,05$ ) inferior no termino do período de estabilidade em comparação com o dia 0. No entanto, a embalagem transparente com uso de vácuo conferiu ao camarão em pó armazenado um aumentou gradativamente da umidade com o tempo, sendo este aumento estatisticamente significativo, encerrando o período de 120 dias com acréscimo de 117,90 %.

Observa-se que todas as amostras armazenadas em embalagem transparente obtiveram um aumento significativo no teor de água entre o início e o final do armazenamento, efeito da maior permeabilidade deste tipo de embalagem em relação à laminada. O mesmo comportamento da embalagem transparente foi observado por Loureiro e colaboradores (2013) ao avaliar o efeito da embalagem nas características físicas e químicas sob o buriti em pó.

#### 4.2.4.3 Higroscopicidade

Na Tabela 13 têm-se os valores médios da higroscopicidade do camarão em pó ao longo do armazenamento por 120 dias. Verifica-se na embalagem laminada, que higroscopicidade permaneceu estável nos primeiros sessenta dias de armazenamento, após este período apresentou elevação (90 dias), ao final do armazenamento a higroscopicidade apresentou valor estatisticamente similar ao valor do início do armazenamento.

Tabela 13 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em *spray dryer*, armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável higroscopicidade (%)

Dias	Tratamentos			
	EL	ET	ELV	ETV
0	20,82B ± 0,87	20,82A ± 0,87	20,82A ± 0,87	20,82A ± 0,87
30	20,34aB ± 1,68	18,05aB ± 1,10	-	-
60	21,35aB ± 0,39	17,77bB ± 0,78	21,53aA ± 0,53	17,95bB ± 0,01
90	24,07aA ± 0,80	15,30bC ± 0,31	-	-
120	20,54aB ± 0,30	14,51bC ± 1,20	21,17aA ± 0,02	14,81bC ± 0,06

EL = Embalagem Laminada; ET = Embalagem Transparente; ELV = Embalagem Laminada com Vácuo; ETV = Embalagem Transparente com Vácuo; - = não foi feito análise. Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

O pó armazenado em embalagem transparente teve uma redução progressiva significativa ( $p \leq 0,05$ ) da higroscopicidade ao longo do período de armazenamento. A higroscopicidade de um produto está intimamente ligada à umidade do produto, como a umidade do camarão em pó armazenado em embalagem transparente teve um aumento progressivo da umidade isso resultou em uma redução da higroscopicidade em virtude do produto possuir menos sítios disponíveis para se ligarem as moléculas de água do ambiente onde foi realizada a análise. Segundo Tonon, Brabet e Hubinger (2009) quanto menor a umidade de um produto maior a facilidade de absorver água, ou seja, mais higroscópico, o

que está relacionada ao maior gradiente de concentração de água existente entre o produto e o ambiente ao qual está inserido.

O uso de vácuo não revelou efeito sobre a higroscopicidade apresentando o camarão em pó armazenado em embalagem laminada higroscopicidade semelhante estatisticamente ao pó armazenado em embalagem laminada sob vácuo. O mesmo é observado com a embalagem transparente.

#### 4.2.4.4 pH

Os valores referentes ao pH do camarão em pó durante o período de armazenamento de 120 dias estão expostos na Tabela 14. Observa-se que o camarão em pó armazenado em embalagem laminada não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) durante o período de armazenamento, exceto no 90 °dia onde é observado uma redução significativa do pH.

Tabela 14 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em *spray dryer*, armazenado em diferentes embalagens com e sem uso de vácuo para a variável pH

Dias	Tratamentos			
	EL	ET	ELV	ETV
0	7,53A ± 0,02	7,53A ± 0,02	7,53A ± 0,02	7,53A ± 0,02
30	7,51aA ± 0,02	7,42aAB ± 0,08	-	-
60	7,51aA ± 0,02	7,38cB ± 0,01	7,44aB ± 0,01	7,33dB ± 0,00
90	7,39aB ± 0,02	7,27bC ± 0,01	-	-
120	7,45aAB ± 0,04	7,23bC ± 0,01	7,51aA ± 0,04	7,24bC ± 0,01

EL = Embalagem Laminada; ET = Embalagem Transparente; ELV = Embalagem Laminada com Vácuo; ETV = Embalagem Transparente com Vácuo; - = não foi feito análise. Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: autor.

No que se refere ao pH do camarão armazenado em embalagem transparente é observado uma redução significativa ( $p \leq 0,05$ ), variando de 7,53 (dia 0) a 7,23 (120 ° dia), resultando em uma redução de 3, 98 %. O armazenamento em embalagem laminada com uso do vácuo não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao pH no dia 0 (7,53) e ao final do período de armazenamento 7,51 (120 ° dia).

O pH do camarão armazenado na embalagem transparente com uso de vácuo teve uma constante redução, apresentando ao final do experimento 3,85 % a menos que no dia 0. Em pescado é atribuído a redução do pH da carne as reações bioquímicas que utilizam o glicogênio muscular como energia e produzem o ácido láctico. As reservas de glicogênio,

normalmente, estão associadas à quantidade de ácido lático produzido. Quanto maiores as reservas de glicogênio maior é a acidificação do músculo e maior a proteção do mesmo contra o ataque bacteriano (FERREIRA *et al.*, 2002).

É válido ressaltar que no presente estudo que não houve elevação do pH, quando o mesmo permaneceu estatisticamente equivalente. Ogawa e Maia (1999) relatam que o aumento do valor do pH com o armazenamento é decorrente do acúmulo de N-BVT, formada a partir de atividades autolíticas e bacterianas, por se tratar de um produto com baixa atividade de água não há solvente para que permitam a autólise e nem tão pouco desenvolvimento bacteriano. Segundo Ditchfield (2000) e Gava, Silva e Frias (2009), a atividade de água afeta os atributos e as características dos alimentos e é utilizada no controle dos fatores estabilizantes, como as reações enzimáticas e não enzimáticas, a oxidação lipídica e como parâmetro de crescimento microbiológico.

O parâmetro pH é muito utilizado na avaliação do frescor de pescado, no entanto ele isoladamente não é um índice seguro do estado de frescor ou do início da deterioração em pescado, sendo seu uso geralmente restrito, por variar de amostra para amostra e por ocorrerem flutuações durante o período de estocagem (SANTOS *et al.*, 2008).

#### 4.2.4.5 TBARS

No camarão *in natura* foi avaliado as TBARS sendo obtido o valor de 0,44 mg de malonaldeído /Kg. Abrel (2010) ao avaliar o efeito da irradiação sobre a oxidação lipídica em camarão, relata valor 0,16 mg de malonaldeído/Kg em camarão não irradiado. Santos (2011) ao avaliar amostras de camarão cru, descascado e resfriado comercializado em um mercado de peixe do município de Niterói/RJ relata 0,14 e 0,34 mg de malonaldeído/Kg como valores mínimo e máximo das médias encontradas na determinação de TBARS.

Na Tabela 15 é observado que os valores de TBARS do camarão em pó armazenado em embalagem laminada apresentaram diferenças ( $p \leq 0,05$ ) em função do tempo de estocagem, diferindo entre o dia zero e os demais, não diferindo significativamente entre o 30 ° e 90 ° dia, havendo ao final do tempo de estocagem uma redução da velocidade de oxidação em 76,25 %. Comportamento similar é observado com o camarão em pó armazenado na embalagem transparente, onde é observado uma variação de 2,40 a 0,94 mg malonaldeído/Kg. Cadun, Cakli e Kisla (2008) relataram que o camarão pode ser considerada de boa qualidade quando os valores de TBARS são inferiores a 3 mg de malonaldeído/Kg e

apontam os limites de oxidação lipídica para o consumo de 7 a 8 mg de malonaldeído/kg no alimento.

Tabela 15 – Estabilidade do camarão em pó desidratado em *spray dryer*, armazenado em diferentes embalagens com e sem vácuo para a variável TBARS (mg malonaldeído/kg)

Dias	Tratamentos			
	EL	ET	ELV	ETV
0	2,40A ± 0,14	2,40A ± 0,14	2,40A ± 0,14	2,40A ± 0,14
30	1,52aB ± 0,22	1,94aB ± 0,31	-	-
60	1,40aB ± 0,11	1,55aB ± 0,08	1,09bB ± 0,07	1,47aB ± 0,08
90	1,34aB ± 0,06	1,80bB ± 0,07	-	-
120	0,57cC ± 0,03	0,94bC ± 0,03	0,23dC ± 0,04	1,08aC ± 0,01

EL = Embalagem Laminada; ET = Embalagem Transparente; ELV = Embalagem Laminada com Vácuo; ETV = Embalagem Transparente com Vácuo; – = não foi feito análise. Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma coluna, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

É observado que a o uso do vácuo na embalagem laminada afetou a velocidade da oxidação lipídica, apresentando valores significativamente ( $p \leq 0,05$ ) inferiores ao observado no tratamento EL no 60 °dia e 120 °dia. Na embalagem transparente o efeito do vácuo foi menor, diferindo significativamente ( $p \leq 0,05$ ) somente no 120 °dia. Em todos os tratamentos é observada uma menor oxidação ao longo dos dias de estocagem. Segundo Gava, Silva e Frias (2009), uma vez formados os radicais livres, eles se combinam com o oxigênio, produzindo mais radicais peróxidos, que podem retirar hidrogênio de outro ácido graxo formando novo radical livre e novo peróxido e assim se propagando continuamente até que todo o oxigênio ou toda molécula do ácido graxo (RH) tenha sido utilizada ou inibida pela presença de uma substância antioxidante.

É válido ressaltar que a  $a_w$  é essencial para a preservação da oxidação lipídica. Em alimentos com  $a_w$  inferior a 0,25 a reação de oxidação é acelerada, pois os ácidos graxos estão mais expostos ao oxigênio. Para valores de  $a_w$  na faixa de 0,3 a 0,5 há uma redução da velocidade de oxidação em virtude da hidratação de íons metálicos, prevenindo sua atuação como catalisadores da reação (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999), justificando os menores valores apresentado nos tratamentos EL e ELV onde a  $a_w$  se manteve próxima a 0,25 durante todo o período de armazenamento. Outros fatores como luz, temperatura e disponibilidade de oxigênio merecem atenção especial no que se referem às formas de controle da oxidação lipídica.

### 4.3 Aplicação e avaliação do camarão em pó na formulação de *snacks*

#### 4.3.1 Composição centesimal dos *snacks*

Na Tabela 16 pode-se visualizar a composição centesimal de cada *snack* formulado. No que se refere à umidade, é observado uma diferença significativa entre as formulações apresentando a formulação com 4 e 16 % de camarão em pó menores valores de umidade e o controle e a formulação com 2 % maiores valores de umidade, em ambos os casos os valores de umidade são bastantes satisfatórios para o armazenamento do produto. Limberger *et al.*,(2009) relata valores de  $5,11 \pm 0,04$  e  $7,23 \pm 0,01$  para salgadinhos extrusados de quirera de arroz e salgadinhos extrusados de milho, respectivamente, valores estes superiores ao observado nesta pesquisa.

Tabela 16 – Composição centesimal do *snacks* sabor camarão

Análise (%)	Percentual de camarão em pó na composição do <i>snacks</i>				
	0 %	2 %	4 %	8 %	16 %
Umidade	2,94ab±0,11	3,12a±0,11	1,97c±0,12	2,75b ± 0,11	1,90c ± 0,35
Proteína	10,19c±2,52	12,52bc±2,20	13,97b ± 1,51	13,97b ± 0,87	19,51a ± 1,33
Lipídeo	3,50b±0,41	3,40b±0,21	3,50b ± 0,28	3,40b ± 0,21	4,30a ± 0,17
Carboidrato	80,76a±0,00	77,68b±0,00	77,06b ± 0,00	76,18c ± 0,00	70,39d ± 0,00
Cinzas	2,61a±0,93	3,28a±1,22	3,50a ± 0,76	3,70a ± 0,77	3,90a ± 1,18

Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*.  
Fonte: Elaborada pela autora.

Para as diferentes formulações realizadas, os extrudados apresentaram valores para o teor de proteínas entre 10,19 e 19,51 %, como valores, mínimo e máximo, respectivamente (Tabela 16). A aplicação do camarão em pó elevou significativamente o teor protéico dos *snacks* resultando em um maior valor protéico a formulação com 16 % de camarão em pó. No que se refere ao teor de lipídeos o mesmo só diferiu estatisticamente na formulação com 16 % de camarão em pó onde foi observado valor de 4,30 %. Como o teor de lipídeo no camarão em pó é baixo, aproximadamente 2 % (Tabela 8) as porcentagens de 2, 4 e 8 % não têm efeito no teor de lipídeos dos produtos, entretanto a concentração de 16 % como observada já fornece quantidade significativa de lipídeos ao produto final elevando o valor do mesmo.

Os carboidratos variaram de 80,57 a 70,39 %, e reduziu com o aumento da porcentagem de camarão em pó. O valor mínimo é observado na formulação com 16 % de

camarão em pó e o máximo na formulação controle, conforme mostrado na Tabela 17. Soares Júnior *et al.*, (2011) relata em seu trabalho com salgadinhos extrusados obtidos a partir de diferentes formulações de farinhas de quirera de arroz (FQA) e de bandinha de feijão (FBF) uma variação de carboidratos entre 73 e 81 %, e aumentando com a elevação da quantidade de FQA e redução de FBF. O comportamento inverso observado por Soares Júnior *et al.*, (2011) é válido levando em conta o teor de carboidrato presente no arroz e feijão frente ao observado no camarão em pó, no entanto ambos os trabalhos ficaram na mesma faixa de variação (70 – 80 %).

As cinzas variaram entre 2,61 a 3,9 %, aumentando com a elevação da porcentagem de camarão em pó na formulação, embora estatisticamente esse aumento não seja significativo, como pode ser observado na Tabela 16. O camarão em pó apresenta um valor considerável de cinzas na ordem de 7,15 % (Tabela 8) justificando os resultados observados. Carvalho *et al.*,(2012) trabalhando com farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão na formulação de *snacks* relata valor de 3,27 % de cinzas, valor em conformidade com os observados nesta pesquisa.

A variação dos valores calóricos entre os ensaios foi pequena, entre 391,2 e 398,3 kcal/100g, tendo o ensaio com 16 % de camarão em pó maior valor calórico. Os valores energéticos totais obtidos neste trabalho podem estar superestimados, devido à presença de fibras no milho, que não foram determinadas, e as mesmas estão quantificadas juntamente com os carboidratos. Martins (2009) observou valor calórico de 361,68 kcal/100g para *snacks* à base de mandioca e camarão regional, valor este inferior ao observado neste trabalho, essa divergência pode ser atribuída a diferença da matéria prima base, no caso de Martins (2009) faz uso de mandioca e neste trabalho quimera de milho.

#### **4.3.2 Composição de minerais dos *snacks* sabor camarão**

Os resultados apresentados na Tabela 17 permitem verificar que adição do camarão em pó no percentual de 16 % elevou em 94,18 % a quantidade de magnésio no *snack*. No que se refere ao cálcio, o mesmo é ausente em quimera de milho que é à base das formulações dos *snacks*. Como pode ser visto nos ensaios com 2, 4 e 8 % de camarão em pó essas porcentagens são insuficientes para conferir cálcio aos produtos, isso porque no camarão em pó foi observado 965,77 mg/100g (Tabela 9), no entanto a adição da porcentagem de 16 % confere ao *snacks* 79,90 mg de cálcio em 100 g do produto.

Tabela 17 – Quantificação dos minerais presentes nos *snacks* sabor camarão

Minerais (mg/100g)	Percentual de camarão em pó na composição do <i>snacks</i>				
	0 %	2 %	4 %	8 %	16 %
Mg	46,75 ± 3,90	43,10 ± 9,41	56,27 ± 5,00	59,32 ± 4,95	90,78 ± 2,70
Ca	-	-	-	-	79,90 ± 3,82
K	188,55 ± 2,12	177,48 ± 5,88	246,16 ± 2,98	284,92 ± 8,27	301,92 ± 11,22
N	163,33 ± 4,04	200,67 ± 20,06	224,00 ± 24,24	224,00 ± 14,00	312,67 ± 21,30
P	464,50±37,88	660,66 ±26,85	942,30± 93,96	1293,23±32,67	2014,10±26,28
Na	2187±198,40	2054±156,63	2291±162,87	2631±38,22	2511±56,72
Fe	-	0,50±0,06	1,72±0,19	1,64±0,1	4,21±0,03
Cu	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-
Zn	0,53±0,06	0,57±0,05	0,78±0,01	0,95±0,03	1,47±0,08

Magnésio (Mg); Cálcio (Ca); Potássio (K); Nitrogênio (N); Fósforo (P); Sódio (Na); Ferro (Fe); Cobre (Cu); Manganês (Mn); Zinco (Zn). Elaborada pela autora.

O potássio e nitrogênio apresentaram seus maiores valores nos ensaios com maior percentagem de camarão em pó, proporcionando o ensaio com 16 % um aumento de 60,12 e 191,43 %, respectivamente. O sódio é o mineral mais abundante nos *snacks* isso em virtude da adição de 40 g/kg de cloreto de sódio para conferir o sabor salgado dos produtos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006) a ingestão diária de sódio de um adulto não deve ultrapassar 2 g de sódio e pelo menos 3,51 g de potássio. Os valores de sódio observados em 100 g dos *snacks* elaborados ultrapassam o limite de sódio para um adulto, sugerindo uma redução ou substituição do mesmo.

O camarão em pó conferiu a presença do mineral ferro para os produtos elaborados, tendo sua concentração elevada a medida que a percentagem de camarão em pó foi sendo elevada chegando a 4,21 mg/100 g no ensaio com 16 % de camarão em pó. Os minerais cobre e manganês são observados no camarão em pó em baixas concentrações na ordem de 3,46 e 1,04 mg/100 g, respectivamente (Tabela 9) sendo as percentagens de 2, 4, 8 e 16 % insuficientes para conferir aos ensaios os respectivos minerais. No que se refere ao zinco, o mesmo elevou-se 177,35 % no ensaio com 16 % de camarão em pó.

Como pode ser observado na Tabela 9 o camarão em pó é uma fonte apreciável de minerais e quanto maior a concentração desse produto na formulação de novos produtos maior será sua contribuição no enriquecimento de minerais do alimento proposto, como foi observado no ensaio com 16 % de camarão em pó.

### 4.3.3 Caracterização física dos *snacks* sabor camarão

Os resultados obtidos na caracterização dos extrusados adicionados de camarão em pó estão apresentados na Tabela 18. Como pode ser observado, o IAA variou de 4,13 a 4,93 % tendo como valores máximos e mínimos, respectivamente, os ensaios com 4 e 16 % de camarão em pó, não havendo diferença estatística entre os ensaios controle, 2 e 16 %. Os ensaios com 4 e 8 % de camarão em pó não apresentaram diferença estatística entre si, divergindo dos demais ensaios. Mercier, Linko e Harper (1998) afirmam que o IAA de amidos extrusados encontra-se na faixa entre 3 e 10 %. Tavares (2010) relata que seus extrusados à base de quirera de arroz, arroz polido triturado e camarão regional apresentaram valores de IAA entre 4,33 e 6,87, sendo o valor de máximo e mínimo superior aos observados nesta pesquisa.

Tabela 18 – Caracterização física dos *snacks* sabor camarão

Análise	Percentual de camarão em pó na composição do <i>snacks</i>				
	0 %	2 %	4 %	8 %	16 %
IAA	4,19b ± 0,16	4,17b ± 0,11	4,93a ± 0,10	4,77a ± 0,30	4,13b ± 0,02
ISA	54,15a ± 1,06	48,66b ± 1,28	34,28c ± 1,44	22,58d ± 2,22	17,78e ± 0,85
IE	4,44b ± 1,85	4,67a ± 1,46	3,70c ± 1,61	3,22d ± 0,77	2,27e ± 3,88
Higros.	11,45a ± 0,23	11,65a ± 0,45	11,38a ± 0,22	10,41a ± 0,25	10,73a ± 0,33
F. C	7,14d ± 2,65	5,97d ± 0,87	12,45c ± 3,55	18,60b ± 1,62	21,70a ± 1,82

IAA = Índice de Absorção de Água (%); ISA = Índice de Solubilidade em Água (%); IE= Índice de Expansão; Higros = Higroscopicidade (%); F. C = Força de Corte (N). Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

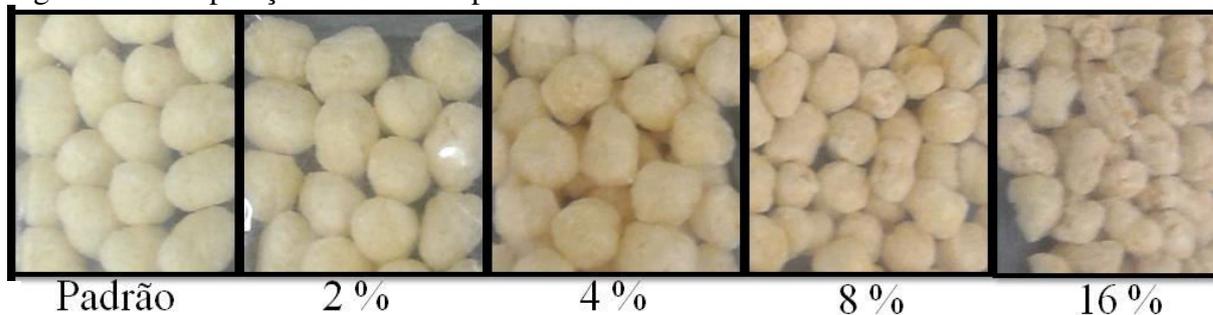
O ISA está relacionado à quantidade de sólidos solúveis em uma amostra seca, permitindo verificar o grau de severidade do tratamento, em função da degradação, gelatinização, dextrinização e conseqüente solubilização do amido (ASCHERI, ASCHERI e CARVALHO, 2006). O ISA dos *snacks* sabor camarão variaram de 65,70 a 17,78 %, reduzindo significativamente com o aumento da percentagem do camarão, chegando a reduzir 76,21 % com a adição de 16 % de camarão em pó, isso porque o camarão em pó tem elevado teor protéico e baixa solubilidade e a concentração de 16 % já afeta consideravelmente o ISA do produto. Resultados inferiores de ISA foram verificados por Tavares (2010) o qual relata que em seu trabalho com extrusado contendo 1,6 a 18,4 % de farinha de Camarão regional o ISA apresentou valores entre 1,00 e 12,69 %, como valores mínimos e máximos, respectivamente. Essa divergência de resultados pode ser atribuída, em sua maioria, ao ISA

das diferentes matérias primas dos extrusados, que no caso de Tavares faz uso de quirera de arroz e arroz polido triturado e no caso do presente trabalho faz uso de quirera de milho, canjiquinha de milho ou grits de milho, como podem ser chamado.

De acordo com Mercier, Linko e Harper (1998), o ISA situa-se na faixa entre 10 e 50 % e aumenta com o aumento da severidade do tratamento térmico. É observado que os valores de ISA apresentados deste trabalho, estão dentro da faixa relatada por Mercier e colaboradores (1998), validando os resultados obtidos.

Comparando-se os produtos obtidos no mesmo equipamento, observa-se que o aumento da percentagem de camarão em pó na formulação ocasionou redução da expansão dos *snacks*, esse fato pode ser em virtude da conseqüente redução do teor de amido e ao aumento da quantidade de proteína. Na Figura 5 é apresentado os *snacks* elaborados. Visualmente, observa-se uma diferença de expansão, apresentando o padrão maior expansão e uma redução progressiva da expansão com o aumento da percentagem de camarão em pó. Também é notória a diferença de cor entre os mesmos, sendo que o padrão é mais claro e amarelo devido à influência do milho, enquanto a percentagem de 16 % resultou em um produto mais escuro e tendendo para o marrom.

Figura 5 – Comparação visual da expansão dos *snacks*



Fonte: Elaborada pela autora.

Geralmente, a expansão máxima é desejada para *snacks* extrudados, uma vez que produtos com grande expansão são mais crocantes pelo fato da estrutura interna apresentar células maiores com paredes finas (MERCIER, LINKO E HARPER 1998). Mas a depender do público alvo do seu produto uma expansão reduzida, conforme apresentada pela formulação com 16 % de camarão em pó pode ser desejada. A expansão apresentada pela formulação com 4 e 8 % pode agradar mais as crianças, por exemplo, e a da formulação com 16 % um público mais adulto que poderia utilizar esse produto como um petisco ao degustar alguma bebida.

Reduções significativas na taxa de expansão foram observadas por Dehghan-Shoar, Hardacre e Brennan (2010) em seu trabalho com *snack* enriquecido com tomate. O mesmo comportamento também foi relatado por Potter, Stojceska e Plunkett (2013) em seu trabalho com *snack* à base de trigo, milho, batatas e leite em pó acrescido de maçã, banana, morango e tangerina em pó.

Através dos dados apresentados na Tabela 18, verifica-se que a higroscopicidade do produto não foi afetada pela adição do camarão em pó nas concentrações utilizadas, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os ensaios. De acordo com Takeuchi, Sabadini e Cunha (2005) a estrutura física dos extrusados tem uma grande influência na difusão do líquido, pois sua alta porosidade e higroscopicidade implicam em aumento da difusividade da umidade e consequente aumento da atividade de água, ganhando umidade rapidamente e perdendo sua textura quebradiça desejável, tornando-se amolecido. Os *snacks* após uma semana em um ambiente de umidade relativa de  $75,0 \pm 2,0 \%$  absorveram uma média de  $11,12 \%$  de umidade, o suficiente para o produto perder a crocância e atingir uma atividade de água média de  $0,60$ , atividade de água esta que já possibilita o desenvolvimento de microrganismos.

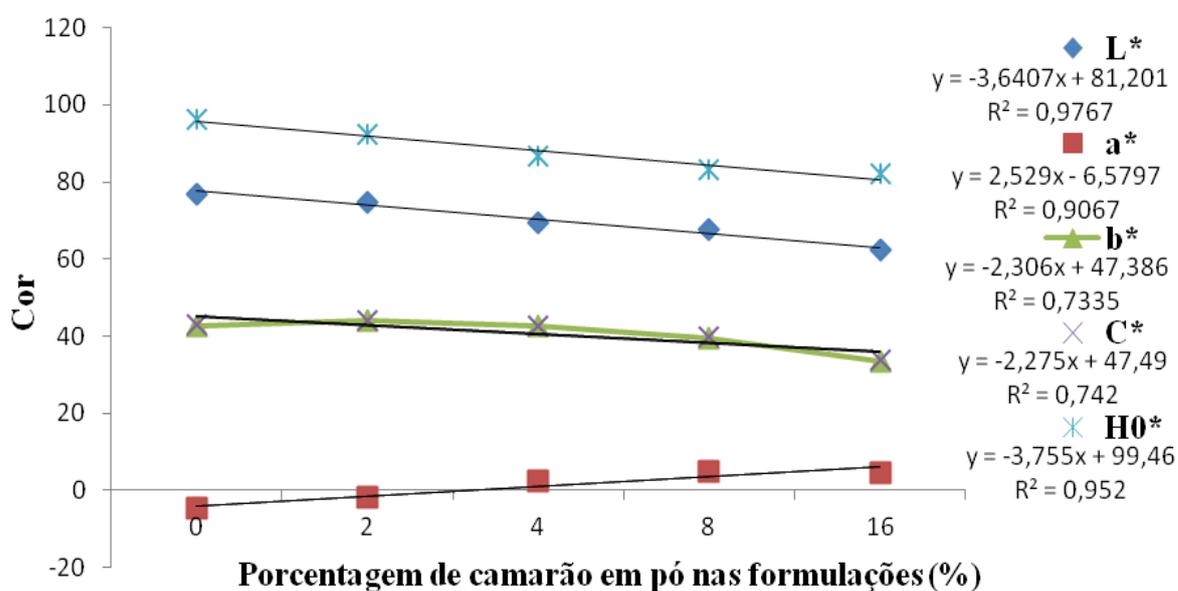
Observa-se, na Tabela 18, que a adição do camarão em pó teve influência na textura (força de corte) dos *snacks*, havendo um aumento da força de corte com o aumento da porcentagem de camarão em pó, apresentando a formulação com  $16 \%$  um aumento de  $303,92 \%$ . Ressalta-se que a textura de produtos extrusados é um parâmetro de qualidade de grande importância na aceitação dos mesmos. Fisicamente a textura representa a força necessária para produzir uma deformação, enquanto que, sensorialmente, representa a força requerida para a compressão do produto entre os dentes. Embora seja de grande importância, esse parâmetro ainda não há definição da faixa de valores aceitáveis para *snacks* (CARVALHO *et al.*, 2012).

Os parâmetros de avaliação da cor dos *snacks* podem ser visualizados pelo gráfico de regressão (Figura 6). É observada uma redução de todos os parâmetros, exceto o  $a^*$ , com o aumento da porcentagem de camarão em pó.

Observou-se nos resultados obtidos para os diferentes ensaios realizados, que os *snacks* tornaram-se mais escuro com a adição do camarão em pó, variando os valores de luminosidade ( $L^*$ ) entre  $76,95$  e  $62,41$ , como valores mínimos e máximos, para a formulação com  $16 \%$  de camarão e padrão ( $0 \%$ ), respectivamente. O parâmetro  $a^*$  ( $-a^*$  direção para o verde e  $+a^*$  direção para o vermelho) apresentaram um incremento do vermelho com aumento

da porcentagem de camarão, variando significativamente de -4,76 a 4,82 como valores mínimos e máximos, para a formulação padrão (0 %) e 8 % de camarão. É visível uma relação inversa entre o  $L^*$  e o  $a^*$ , enquanto o  $L^*$  diminui o  $a^*$  se eleva, tal comportamento também foi observado Capriles e Arêas (2011) em seu trabalho com *snack* à base de amaranto. Segundo Ilo, Liu e Berghofer (1999) a diminuição dos valores de  $L^*$  e o aumento dos valores de  $a^*$  são indicativos das taxas de reações de escurecimento que ocorrem durante a extrusão.

Figura 6 – Efeito da adição do camarão em pó sobre a cor do produto



Fonte: Elaborada pela autora.

O aumento da concentração do camarão em pó afetou negativamente o parâmetro  $b^*$  ( $-b^*$  direção para o azul e  $+b^*$  direção para o amarelo) reduziu significativamente a cor amarela do produto, variando de 42,75 a 33,72, com valores mínimos e máximos para a formulação com 16 % e a padrão (0 %). O croma ( $C^*$ ) apresentou comportamento e valores similares ao  $b^*$ , variando significativa de 43,02 a 33,72 com valores mínimos e máximos para a formulação com 16 % e a padrão (0 %). No que se refere ao  $H_0^*$ , que se refere a tonalidade do produto, variou significativamente de 96,34 a 82,30, estando esse valores dentro da região de tonalidade amarela no espaço de cor CIELab.

### 4.3.4 Análise sensorial dos *snacks* sabor camarão

#### 4.3.4.1 Aceitação global

Com o teste da escala hedônica, o provador expressa o grau de gostar ou de desgostar de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico, como mostrado na Tabela 19. Observa-se que no atributo sabor de camarão, os *snacks* apresentaram médias hedônicas com valores compreendido entre os pontos 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente).

Tabela 19 – Médias das notas hedônicas dos atributos sabor, aroma, cor, textura e aceitação global (A. G) dos *snacks* sabor camarão

Análise	Percentual de camarão em pó na composição do <i>snacks</i>			
	2 %	4 %	8 %	16 %
Sabor	6,54a ± 1,89	6,81a ± 1,62	6,72a ± 1,67	6,98a ± 1,95
Aroma	6,03a ± 1,77	6,42a ± 1,48	6,25a ± 1,69	6,33a ± 1,63
Cor	6,86a ± 1,72	6,99a ± 1,40	6,45a ± 1,61	6,00a ± 1,86
Textura	7,14a ± 1,62	7,13a ± 1,50	6,15a ± 1,92	5,60a ± 2,31
AG	6,91a ± 1,59	7,08a ± 1,30	6,62a ± 1,53	6,52a ± 1,95

AG = Aceitação Global. Média seguida por letra minúscula iguais não difere entre si ( $p \leq 0,05$ ) na mesma linha, pelo teste de *Tukey*. Fonte: Elaborada pela autora.

Observando-se as respostas para o atributo aroma de camarão verifica-se que as quatro amostras apresentaram bom nível de aceitação, tendo em vista que as médias hedônica são todas superior a 6 (gostei ligeiramente), o mesmo é observado para o atributo cor. As respostas referentes ao atributo textura apresentaram uma maior distribuição entre os níveis da escala hedônica e uma maior divergência entre os resultados de cada formulação. As formulações com 2 e 4 % de camarão em pó obtiveram as maiores médias hedônicas 7,14 e 7,13 respectivamente, seguida pela formulação com 8 % e 16 %. A aceitação global, como os demais atributos, não apresentou diferença estatística entre as médias hedônicas na diferentes formulações, atestando que a variação da concentração da porcentagem de camarão não afeta a aceitação do produto.

A escala hedônica é uma das mais utilizada na avaliação da aceitação de um produto, ela é constituída por nove pontos que contêm os termos definidos situados aos extremos entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. O sucesso de um alimento no mercado depende de seu desempenho junto ao consumidor. No processo de desenvolvimento

de novos produtos, a determinação da aceitação e/ou preferência do produto torna-se indispensável, e, neste aspecto, os testes sensoriais mais empregados para obter informações sobre a aceitação de um novo produto são os testes afetivos de aceitação e de atitude de compra do consumidor (STONE e SIDEL, 2004).

Na Tabela 20 estão descritas as respostas dos provadores para o atributo sabor de camarão. É observado que na região de aceitação que compreende o ponto 6 (gostei ligeiramente) a 9 (gostei muitíssimo) as porcentagem das formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó foram, respectivamente: 74,98, 83,32, 77,12 e 83,95 %. A maioria dos provadores atribuiu escore 8 (gostei muito) as formulações com 2, 4 e 8 % de camarão em pó, a formulação com 16 %, a maioria dos provadores atribuíram escore 9 (gostei muitíssimo). Indicando que o sabor de camarão dos produtos agradou os provadores.

Na faixa neutra que compreende o ponto 5 (não gostei, nem desgostei) a formulação que obteve maior porcentagem foi a 8 % e a com 16 % a que apresentou menor porcentagem. Na região de não aceitação que compreende o ponto 4 (desgostei ligeiramente) a 1 (desgostei muitíssimo) as porcentagem das formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó foram, respectivamente: 14,81, 6,49, 11,42 e 13,21 %, apresentando a formulação com 2 % de camarão em pó maior porcentagem. Esse fato pode revelar que a porcentagem de 2 % não confere sabor de camarão ao produto ou confere um leve sabor, não correspondendo a expectativa dos provadores.

Tabela 20 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo sabor de camarão

Termos	Porcentagem de camarão em pó na formulação			
	2 %	4 %	8 %	16 %
9 – Gostei muitíssimo	11,11	12,96	11,43	25,47
8 – Gostei muito	27,78	25,93	25,71	22,64
7 – Gostei moderadamente	18,52	24,07	26,67	18,87
6 – Gostei ligeiramente	17,59	20,37	13,33	16,98
5 – Não gostei, nem desgostei	10,18	10,18	11,43	2,83
4 – Desgostei ligeiramente	6,48	4,63	8,57	4,72
3 – Desgostei moderadamente	3,70	0,93	0,95	4,72
2 – Desgostei muito	3,70	0,93	0,95	2,83
1 – Desgostei muitíssimo	0,93	0,00	0,95	0,94

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados descritos na Tabela 21 mostram que as formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão, para o atributo aroma de camarão, apresentaram respectivamente o seguinte percentual na região de aceitação (pontos 6 – 9) : 57,39, 63,88, 63,10 e 65,08 %.

Tabela 21 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo aroma de camarão

Termos	Porcentagem de camarão em pó na formulação			
	2 %	4 %	8 %	16 %
9 – Gostei muitíssimo	6,48	9,26	8,74	7,55
8 – Gostei muito	16,67	16,67	12,62	18,87
7 – Gostei moderadamente	20,37	22,22	27,18	21,70
6 – Gostei ligeiramente	13,89	15,74	14,56	16,98
5 – Nem gostei, nem desgostei	28,70	28,70	29,13	29,24
4 – Desgostei ligeiramente	5,56	3,70	3,88	1,89
3 – Desgostei moderadamente	3,70	1,85	0,00	0,94
2 – Desgostei muito	3,70	0,00	0,97	0,94
1 – Desgostei muitíssimo	0,93	0,00	2,91	1,89

Fonte: Elaborada pela autora.

Na região de não aceitação (pontos 4 - 1), o aroma de camarão, obteve as porcentagens de 13,89, 5,55, 7,76 e 5,66 % para as formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó, respectivamente, sendo a formulação com 2 % a que mais desagradou aos provadores.

Analisando a cor dos *snacks*, Tabela 22, todas as amostras atingiram mais de 60 % de respostas entre as categorias de gostar da escala (ponto 6 a 9). Nestas categorias as formulações com 2, 4 e 8 % de camarão em pó alcançaram, respectivamente, 75,00, 81,48 e 73,32 % de respostas, enquanto a formulação com 16 % de camarão em pó resultou em uma menor porcentagem (61,32 %). As formulações 2, 4 e 8 apresentaram maior frequência de respostas na categoria 8 da escala correspondente a “gostei muito”. A formulação com 16 % de camarão em pó apresentou maior frequência na categoria 5 correspondente a “não gostei nem desgostei”.

Na região de não aceitação (pontos 4 - 1), a cor dos *snacks*, obteve as porcentagens de 9,26, 3,70, 11,65 e 17,93 % para as formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó, respectivamente, sendo a formulação com 16 % a que conferiu a cor que mais desagradou aos provadores.

Tabela 22 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo cor

Termos	Porcentagem de camarão em pó na formulação			
	2 %	4 %	8 %	16 %
9 – Gostei muitíssimo	18,52	14,81	10,68	8,49
8 – Gostei muito	25,93	26,85	22,33	14,15
7 – Gostei moderadamente	17,59	23,15	20,39	18,87
6 – Gostei ligeiramente	12,96	16,67	20,39	19,81
5 – Nem gostei, nem desgostei	15,74	14,81	16,50	20,75
4 – Desgostei ligeiramente	6,48	3,70	6,80	7,55
3 – Desgostei moderadamente	0,93	0,00	0,00	4,72
2 – Desgostei muito	1,85	0,00	1,94	4,72
1 – Desgostei muitíssimo	0,00	0,00	0,97	0,94

Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando a textura dos *snacks*, Tabela 23, o percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6 - 9), de cada amostra, situou-se entre 55 e 85 %. As formulações com 2 e 4 % de camarão em pó alcançaram, respectivamente, um total de 87,96 e 84,26 % de respostas. No entanto, as formulações com 8 e 16 % acumularam 69,23 e 57,14 % de respostas, entre estas categorias, respectivamente.

Tabela 23 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo textura

Termos	Porcentagem de camarão em pó na formulação			
	2 %	4 %	8 %	16 %
9 – Gostei muitíssimo	21,30	19,44	7,69	10,48
8 – Gostei muito	28,70	25,00	21,15	14,29
7 – Gostei moderadamente	18,52	28,70	15,38	14,29
6 – Gostei ligeiramente	19,44	11,11	25,00	18,09
5 – Nem gostei, nem desgostei	5,56	10,19	14,42	7,62
4 – Desgostei ligeiramente	1,85	3,70	7,69	18,10
3 – Desgostei moderadamente	2,78	0,93	2,88	4,76
2 – Desgostei muito	1,85	0,93	1,92	5,71
1 – Desgostei muitíssimo	0,00	0,00	3,85	6,67

Fonte: Elaborada pela autora.

A formulação com 2 % obteve maior frequência de respostas na categoria 8 da escala, correspondente a “gostei muito”. A formulação com 4 % alcançou maior frequência no termo 7 da escala, correspondente a “gostei moderadamente”. A formulação com 8 % recebeu maior número de respostas no termo 6 da escala, correspondente a “gostei ligeiramente”. Já a formulação com 16 % obteve 18,09 % das respostas nos termos 4 e 6, equivalente a “desgostei ligeiramente” e “gostei ligeiramente”, respectivamente. Com isso, observa-se que

quanto maior a concentração de camarão em pó na formulação menor a categoria da escala com maior percentual de respostas, atestando que o aumento da porcentagem de camarão em pó afeta a aceitação da textura dos *snacks*.

Na avaliação da aceitação global (Tabela 24), todos os atributos da amostra são avaliados com um todo. Observando-se a frequência das respostas hedônicas para a aceitação global, verifica-se uma distribuição das respostas entre todas as categorias da escala com maior frequência na região da categoria do gostar na escala (6 a 9). Nestas categorias as formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó alcançaram, respectivamente 81,13, 88,57, 79,61 e 80,58 %. Todas as formulações alcançaram maior frequência de respostas na categoria 7 da escala (28,30; 29,89; 36,89 e 27,18 % respectivamente), correspondente a “gostei moderadamente”. Por meio dos percentuais observados no atributo de aceitação global se pode afirmar que o *snacks* sabor camarão foi bem aceito pelos provadores.

Tabela 24 – Porcentagem das respostas geradas pelos provadores para o atributo aceitação global

Termos	Porcentagem de camarão em pó na formulação			
	2 %	4 %	8 %	16 %
9 – Gostei muitíssimo	14,15	14,29	9,71	14,56
8 – Gostei muito	26,42	25,71	14,56	17,48
7 – Gostei moderadamente	28,30	29,52	36,89	27,18
6 – Gostei ligeiramente	12,26	19,05	18,45	21,36
5 – Nem gostei, nem desgostei	11,32	8,57	15,53	2,91
4 – Desgostei ligeiramente	3,77	1,90	1,94	6,80
3 – Desgostei moderadamente	1,89	0,95	0,00	4,85
2 – Desgostei muito	1,89	0,00	0,97	1,94
1 – Desgostei muitíssimo	0,00	0,00	1,94	2,91

Fonte: Elaborada pela autora.

Na região de não aceitação (pontos 4 - 1), os *snacks* obtiveram as porcentagens de 7,55, 2,85, 4,85 e 16,50 % para as formulações com 2, 4, 8 e 16 % de camarão em pó, respectivamente.

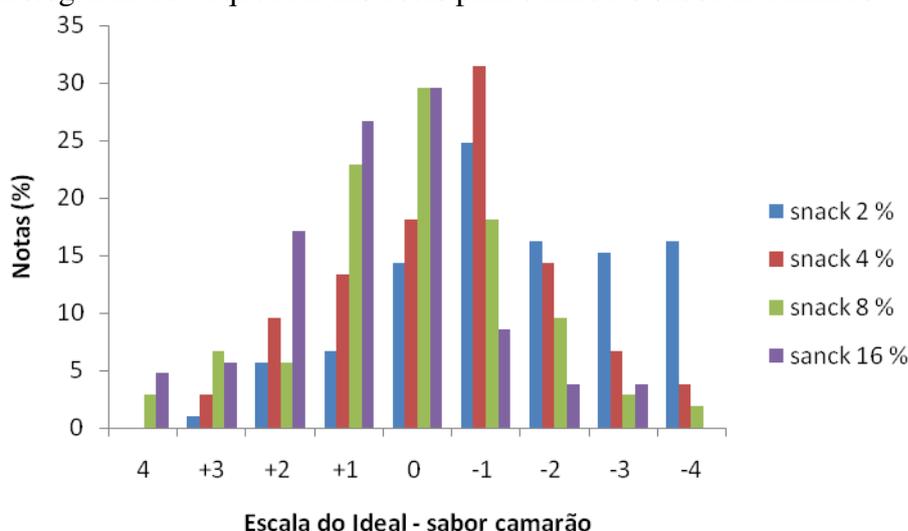
#### 4.3.4.2 Determinação do sabor de camarão ideal para os *snacks*

Outro teste sensorial que auxilia o desenvolvimento de novos produtos é o teste da escala relativa ao ideal (*Just right scale*), que quantifica a intensidade de um determinado atributo frente ao “ideal” considerado pelo consumidor e possibilita identificar que modificações devem ser feitas no produto para que ele atinja a máxima aceitação sensorial.

Como regra geral, para concluir que um atributo encontra-se num nível ótimo, um mínimo de 70 % de respostas são esperadas para estar no nível “ideal” e para concluir que um atributo não está no nível ótimo, um mínimo de 20 % de consumidores é normalmente necessário nas categorias “mais que o ideal” ou “menos que o ideal” (VILLEGAS *et al.*, 2009).

Na Figura 7 observa-se a distribuição das notas obtidas no teste da escala relativa ao ideal, na avaliação da intensidade do sabor de camarão das quatro formulações dos *snacks*. De acordo com os resultados obtidos, nenhuma das formulações alcançou o nível ideal de sabor de camarão. O percentual de consumidores que consideraram o sabor de camarão das formulações “ideal” é menor que 30 %, sendo este percentual crescente da formulação com 2 % de camarão em pó à formulação com 16 %. Para todas as formulações, com exceção da formulação com 2 % de camarão em pó, as respostas nas categorias “menos que o ideal” ou “mais que o ideal” são maiores que 20 %.

Figura 7 – Histograma de frequência das notas para o atributo sabor de camarão



Escala: 4 = extremamente mais forte que o ideal; 3 = Muito mais forte que o ideal; 2 = Moderadamente mais forte que o ideal; 1 = Ligeiramente mais forte que o ideal; 0= ideal; -1 = Ligeiramente menos forte que o ideal; -2 = Moderadamente menos forte que o ideal; -3 = Muito menos forte que o ideal; -4 = extremamente menos forte que o ideal. Fonte: Elaborada pela autora.

A formulação com 2 % de camarão em pó obteve maior percentual de respostas (24,76 %) na categoria (-1) da escala, correspondente a “ligeiramente menos forte que o ideal” e apresentou um total de 13,32 % de respostas nas categorias “mais que o ideal” e 72,37 % nas “menos que o ideal”, atestando que 2 % de camarão em pó não fornecem sabor ideal para o produto.

Em relação à formulação com 4 % de camarão em pó, o maior percentual de respostas (31,43 %) ocorreu também na categoria (-1) da escala e o percentual total de

respostas nas categorias “mais que o ideal” foi de 25,71 %, enquanto nas categorias “menos que o ideal” foi de 56,17 %, e o ideal 18,09 %. Tal resultado sugere que 4 % de camarão na formulação de *snacks* também não foi suficiente para fornecer o sabor de camarão ideal ao produto.

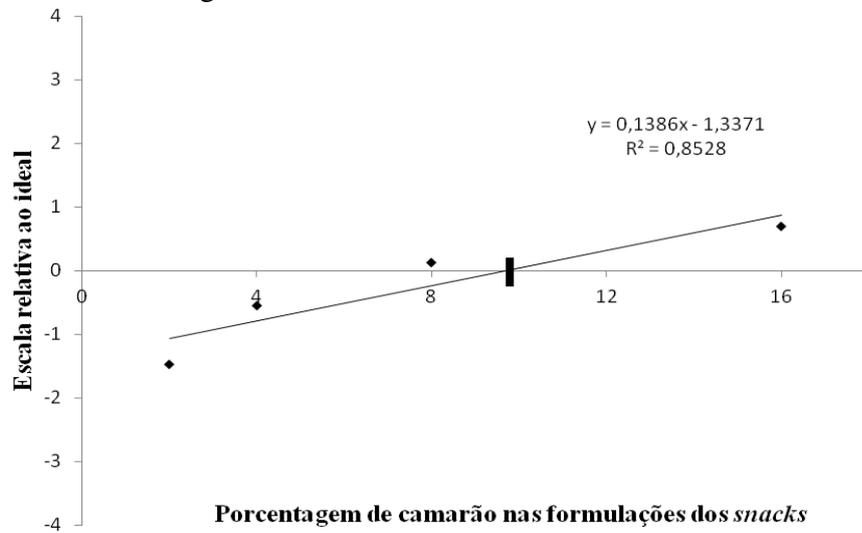
É observado que a formulação com 8 % de camarão em pó apresentou resultados mais equilibrados entre as categorias da escala relativa ao ideal frente ao atributo sabor de camarão. O maior percentual de respostas ocorreu na categoria (0) da escala correspondente a “ideal”, com 29,52 % das respostas. Contudo, este percentual é inferior a soma dos percentuais nas categorias “mais que o ideal (+4 a +1)” (38,10 %) e “menos que o ideal (-1 a -4)” (32,38 %).

No que se refere à formulação com 16 % de camarão, verificou-se 29,52 % das notas foram para a categoria 0 (“ideal”), no entanto somando-se os percentuais encontrados para as categorias “mais que o ideal” se obtém 54,27 % de respostas e para as categorias “menos que o ideal” 16,19 %. Este resultado sugere que a formulação com 16 % de camarão em pó encontram-se com sabor de camarão mais forte que o ideal.

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que a concentração ideal de camarão em pó encontra-se entre 8 % e 16 %, sendo mais próximo dos 8 %. O valor exato da porcentagem de camarão em pó para conferir sabor ideal de camarão ao produto foi encontrado através de regressão linear do gráfico traçado com os valores das médias dos resultados obtidos para cada formulação. Igualando “y” a zero na equação da reta, mostrada na Figura 8, encontrou-se o ponto onde a reta toca o eixo “x”, que representa o valor da porcentagem ideal de camarão em pó.

A opinião dos provadores verificada no teste utilizando escala relativa ao ideal foi transformada em médias, que variavam de -4 a +4, sendo que o sabor ideal correspondia ao valor 0 (zero). A partir da equação da reta obtida, calculou-se a porcentagem ideal de camarão em pó a ser adicionada na formulação chegando ao valor de 9,65 %.

Figura 8 – Determinação da percentagem exata de camarão em pó para conferir sabor ideal de camarão por meio de uma regressão linear

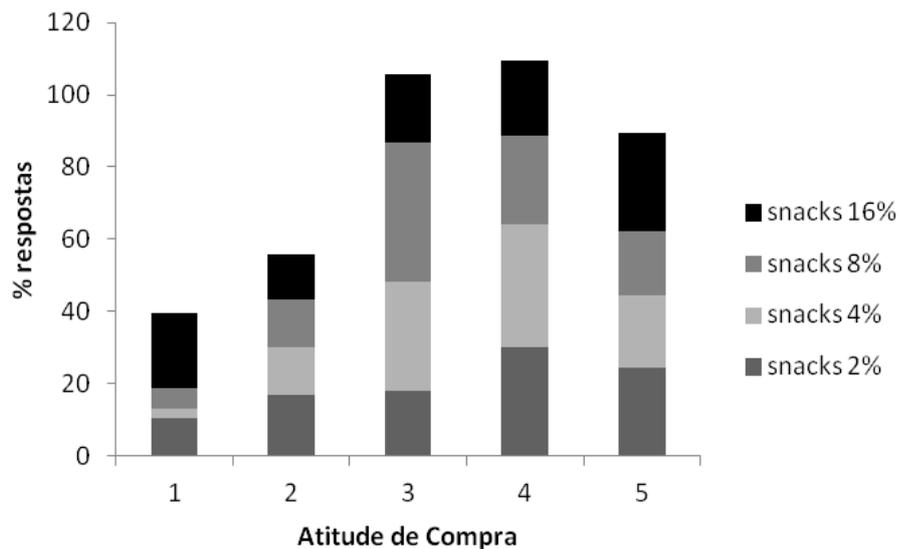


Escala: 4 = extremamente mais forte que o ideal; 3 = Muito mais forte que o ideal; 2 = Moderadamente mais forte que o ideal; 1 = Ligeiramente mais forte que o ideal; 0= ideal; -1 = Ligeiramente menos forte que o ideal; -2 = Moderadamente menos forte que o ideal; -3 = Muito menos forte que o ideal; -4 = extremamente menos forte que o ideal. Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.3.4.3 Atitude de compra

Por meio da escala de atitude de compra o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar o produto. Os percentuais das respostas dos provadores para a atitude de compra dos *snacks* sabor camarão são mostrados na Figura 9.

Figura 9 – Percentuais das respostas dos provadores para a atitude de compra dos *snacks* sabor camarão



Escala: 1 = certamente não compraria; 3 = Tenho dúvida se compraria; 5 = certamente compraria.

As respostas para a atitude de compra do consumidor frente às formulações com diferentes concentrações de camarão em pó, indicam que a categoria em que a formulação com 2 % de camarão recebeu o maior percentual de respostas (30,19 %) foi a 4, correspondente a “provavelmente compraria”. A formulação com 4 % de camarão acumulou mais respostas (33,96 %) também na categoria 4. No entanto, a formulação com 8 % de camarão obteve maior percentual de respostas (38,68 %) na categoria 3, equivalente a “tenho dúvidas se compraria” e o maior percentual de respostas (27,35 %) da formulação com 16 % de camarão foi na categoria 5, equivalente a “certamente compraria”.

Analisando os percentuais de respostas para atitude de compra é observado que *snacks* formulados com 2 e 4 % de camarão em pó apresentaram maior interesse de compra 54,71 e 53,77 % respectivamente, enquanto as formulações com 8 e 16 % de camarão em pó foram 42,45 e 48,11 %.

## 5 CONCLUSÃO

O uso da goma arábica e maltodextrina pode ser dispensável para a desidratação de camarão em *spray dryer*, pois é possível desidratar sem um adjuvante e assim obter um produto 100 % natural.

Com a temperatura do ar de entrada de 120 °C é possível desidratar camarão apresentando o produto final umidade e atividade de água favorável ao armazenamento do produto. O camarão em pó se apresenta como uma rica fonte de proteína e de minerais em especial fósforo, cobre, magnésio e ferro.

O tipo de embalagem melhor contribuiu para a estabilidade dos parâmetros durante o armazenamento do que o uso do vácuo. A embalagem laminada foi a que conferiu maior proteção ao produto, especialmente contra ganho de umidade, podendo ser armazenado por um período superior a 120 dias.

É possível a elaboração de *snacks* com camarão em pó utilizando o processo de extrusão termoplástica e obter produtos com maior teor nutricional, em especial no valor de minerais. Porém uma porcentagem acima de 16 % de camarão em pó não há expansão do produto.

O sabor ideal de camarão no *snacks* poderá ser alcançado com uma concentração de 9,65 % de camarão em pó na formulação.

## REFERÊNCIAS

- ABREL, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; ZAPATA, J. F. F.; SOUSA NETO, M. A.; FREITAS, E. R. Fatty acids, cholesterol, oxidative rancidity, and color of irradiated shrimp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p. 969-973, 2010.
- ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in seafood. **Progress in Food and Nutrition Science**, v. 13, p. 161-241, 1989.
- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de pitanga em pó. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.1, 2014.
- ALVES, N. N. Desidratação de suco de laranja probiótico por *spray dryer*. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, 2012.
- ALVES, R. M. V.; JAIME, S. B. M.; ITO, D.; MOREIRA, C. Q. Influência das propriedades de barreira de embalagens flexíveis na estabilidade de leite em pó integral. **Braz. J. Food Technol.**, v. 11, n. 1, p. 46-53, 2008.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PEPLINSKI, A. J. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, Saint. Paul, v.14, n.1, p.4-11, 1969.
- ANDRADE, G. Q.; BISPO, E. S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(4): 721-726, 2009.
- ANDRADE, I.; FLORES, H. Optimization of *spray-drying* of roselle extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). In: **Drying 2004** – proceedings of the 14<sup>th</sup> International Drying Symposium (IDS 2004). São Paulo, v. A, p. 597-604, 2004.
- ARAUJO, D. F. S.; SILVESTRE, D. D.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; PEDROSA, L. F. C.; SEABRA, L. M. A. J. Composição centesimal e teor de colesterol do camarão branco do Pacífico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.6, 2012.
- ASCHERI, D. P. M.; ASCHERI J. L. M.; CARVALHO C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 1-9, 2006.
- ASHIE, I. N. A.; SMITH, J. P.; SIMPSON, B. K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.1/2, p.87-121, 1996.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. **NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro. 1998.
- BAILEY, M. E.; FIEGER, E. A.; NOVAK, A. F. Objective test applicable to quality studies of ice stored shrimp. **Food Res.**, Champaign, v.21, p.611-620, 1956.

BARÃO, M. Z. Embalagens para produtos alimentícios. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2011. Disponível em <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY0MQ>

BARBOSA, S. J. Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por *spray dryer*. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claro – UNIMONTE, 2010.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, v.3, p.317. 1998.

BEZERRA, A. M.; SILVA, J. A. A.; MENDES, P. P. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v .42, n. 3, p.385- 391, mar. 2007.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Introdução à química de Alimentos. 3. ed., São Paulo: Varela, p. 202-215, 2003.

BOOTH, R. G. **Snack food**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 401 p.

BORBA, A. M. Efeito de alguns parâmetros operacionais nas características físicas, físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 115 p. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/show.Act.php?id=9059>>. Acesso em: 20 de abril de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Derivado do pescado, C.7, seção 2. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais**. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br>

BUEGE, J. A & AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52, 1978.

CABRAL, A. C.; MADI, L. F. C.; SOLER, R. M.; ORTIZ, S. A. **Embalagens de Produtos Alimentícios**. Campinas: ITAL, Campinas – SP, 338p, 1983.

CADUN, A.; KISLA, D.; CAKLI, S. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. **Food Chemistry**, Barking, v. 109, n. 1, p. 81-87, 2008.

- CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus betacyanin* pigments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 6, p. 1248-1252, 2000.
- CAMARGO, S. G. O.; POUEY, J. L. O. F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.
- CAMPANÕNE, L. A.; ROCHE, L. A.; SALVADORI, V. O.; MASCHERONI, R. H. Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. **Food Science and Technology International**, v. 8, n.4, p. 229-238, 2002.
- CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Inn. Food Sci. & Eme. Tech.**, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.
- CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Redução da razão comprimento/diâmetro da extrusora e aumento da aceitabilidade de *snacks* à base de amaranto. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 19-26, 2011.
- CARDOSO, M. Oligoelementos. Infoescola navegando e aprendendo. Disponível em <http://www.infoescola.com/bioquimica/oligoelementos/> Acessado em 25/02/2015.
- CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O. Processamento e caracterização de snack extrusado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.
- CASTRO, H. G. C.; OLEGÁRIO, N. L. M.; LIMA, M. S. B.; SILVA, A. A.; CRUZ, F.; SANTOS, N. O.; MOURA, M. F. V. Determinação de fosfato e ferro em camarões utilizando método espectrofotométrico. 52 ° Congresso de Brasileiro de Química, Recife, 2012.
- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; MEDEIROS, S. S. A.; DUARTE, M. E. M. Microencapsulamento do umbu em pó com diferentes formulações de maltodextrina: estudo do tamanho das partículas por microscopia eletrônica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.1, p.59-70, 2005
- CELESTINO, S. M. C. Princípios de Secagem de Alimentos. – Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, p. 51, 2010.
- CHEGINI, G. R.; GHOBADIAN, B. Spray dryer parameters for fruits juice drying. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 3, n. 2, p. 230-236, 2007.
- CORSO, M. P. Embalagens. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2007. Disponível em <http://pt.slideshare.net/andreiafaion/apostila-de-embalagem>.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. SP: Manole, p. 67-175, 2007.
- DAYAL, J. S., PONNIAH, A. G.; AMBASANKAR, K., Food value of shrimp. **In 9th Indian Fisheries Forum**. Chennai, p. 1-72, 2011.

DAYAL, J. S.; PONNIAH, A. G.; IMRAN KHAN, H.; MADHU BABU, E. P.; AMBASANKAR, K.; KUMARGURU VASAGAM, K. P. Shrimps – a nutritional perspective. **Current science**, v. 104, n. 11, 2013.

DEHGHAN-SHOAR, Z.; HARDACRE, A. K.; BRENNAN, C. S. The physico-chemical characteristics of extruded snacks enriched with tomato lycopene. **Food Chemistry**, v. 123, n. 4, p. 1117–1122, 2010.

DITCHFIELD, C. Estudo dos métodos para a medida da atividade de água. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade de São Paulo. SP. 2000.

FABRIS, S.; FREIRE, M. T. A.; REYES, F. G. R. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia** v. 19, n.2, P. 59-70, 2006.

FAUBION, J. M.; HOSENEY, R. C. High temperature and short time. Extrusion-cooking of wheat starch and flour. I- Effect of moisture and flour type on extrudate properties. **Cereal Chem.**, v.59, n.6, p.529-533, 1982.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos – Princípios e práticas**. São Paulo, SP, Editora Artmed, p. 602, 2006.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. Pescados processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado. **Boletim de Extensão Rural**, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2002.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MARTUCCI, E. T. Alterações de cor da acerola em pó sob condições controladas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.1, p.49-57, 2005.

FREITAS, S. C.; SILVA, T. S.; CONTE, C.; SANTOS, J. O.; SIMAS, E. S.; SOUZA, P. S.; SILVA, C. S. C.; OLIVEIRA, J. M.; CARVALHO, J. V. Atuação do laboratório de físico-química e minerais da embrapa agroindústria de alimentos no projeto biofortificação. IV Reunião de biofortificação, Teresina – PI, 2011.

FROTA, I. L. N. Desenvolvimento regional por meio dos clusters: o caso da indústria do camarão no nordeste. In: Simpósio de engenharia e produção. **Anais**. Bauru: UNESP, Brasil, 2006.

GAGLEAZZI, U. A.; GARCIA, F. T.; BLISKA, F. M. M.; ARIMA, H. K. Caracterização do consumo de carnes no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 26, n. 310, p. 152-160, 2002.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009.

GEA Niro Research Laboratory. **GEA Niro analytical methods**. Disponível em: <<http://www.niro.com/methods>>. Acesso em 09 fevereiro de 2013.

GENIGEORGIS, C. A. Microbial and safety implications of the use of modified atmospheres to extend the storage life of fresh meat and fish. **International Journal of Food Microbiology**, v. 1, n. 5, p. 237-251, 1985.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isothermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 2002.

GONÇALVES, A. A. Tecnologia do pescado: ciência, inivação e legislação. **Athenel**, São Paulo, 2011.

GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial**. Dossiê Técnico – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT. Rio de Janeiro, 2007.

GUY, R. **Extrusión de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 208 p. 2001.

ILO, S.; LIU, Y.; BERGHOFER, E. Extrusion cooking of rice flour and amaranth blends. **Food Science and Technology - Lebensmittel Wissenschaft & Technologie**, Oxford, v. 32, n. 2, p. 79-88, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1018p, 2008.

JIANG, S. Aquaculture, capture fisheries, and wild fish stocks. **Resource and Energy Economics**, Amsterdam, vol. 32, Issue 1, pp. 65-77, 2010.

KIRSCHNIK, P. G. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). 2007. 102 f. **Tese** (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP, Câmpus Jaboticabal, 2007.

KIRSCHNIK, P. G. Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado em gelo. **Dissertação** (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista- SP, 2003.

KUNZLER, C.; KLÖCKNER, L. M.; TRATZ, M. M.; CANCIAN, T. A.; TURNES, V. Desenvolvimento da farinha de camarão. **5º Jornada Acadêmica**, Estácio-Assesc, Florianópolis – SC, 2007. Disponível em: <http://www.assesc.edu.br/secoes/5-jornada-academica.inc.php>

LANIER, T. C. Surimi technology. Marcel Decker, New York, 2000.

LEÃO, I. F. Microbiologia de alimentos: deterioração de pescados e frutos do mar. **União Metropolitana de Educação e Cultura**. 2008. Disponível em [www.followscience.com](http://www.followscience.com). Acessado em 28/02/2014.

LIMBERGER, V. M.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D.; BRUM, F. B.; TATIANA EMANUELLI, T. E.; LEILA PICOLLI DA SILVA, L. P. Produção de salgadinho extrusado de quirera de arroz para uso na indústria de alimentos. **Ciência Rural**, v.39, n.9, 2009.

LIRA, G. M.; SILVA, M. C. D.; SILVA, K. W.B.; PADILHA, B. M.; CAVALCANTI, S. A. T. Q.; OLIVEIRA, K. I. V.; ALBUQUERQUE, A. L. I. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do camarão espigão (*xiphopenaeus kroyeri*, heller, 1862) in natura e defumado. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 151-160, 2013.

LOPÉZ-CERVANTES, J.; SANCHEZ-MACHADO, D. I.; RÍOS-VAZQUEZ, N. J. High-performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, a-tocopherol, and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. **Journal of Chromatography**, v.105, n.1, p.135-139, 2006. Disponível em: <<http://www.science direct.com/science/article/>

LOUREIRO, M. N.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1092-1100, 2013.

MADRID, R. M. M. **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. Brasília. 1998.

MARTINS, L. H. S. Estudo da Extrusão Termoplástica de uma Mistura Binária à base de Mandioca (*Manihot esculenta* Crant) e Camarão Regional (*Macrobrachium amazonicum*). **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

MESTRY, A. P.; MUJUMDAR, A. S. THORAT, B. N. Optimization of spray-dryer of na innovative functional food: fermented mixed juice of carrot and watermelon. **Drying Technology: An International Journal**, v. 29, n. 10, p. 1121-1131, 2011.

MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion cooking**. 2° ed, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p.471, 1998.

MESSANO, A. J. G. P. Estabilidade e vida de prateleira de alimentos. Curso de nutrição, 2010. Disponível em: <http://accaciamessano.com.br/wp-content/uploads/downloads/2011/07/>  
MESTRY, A. P.; MUJUMDAR, A. S. THORAT, B. N. Optimization of spray dryer of na innovative functional food: fermented mixed juice of carrot and watermelon. **Drying Technology: An International Journal**, v. 29, n. 10, p. 1121-1131, 2011.

NASCIMENTO, P. Avaliação da retenção de carotenóides de abóbora, mandioca e batata doce. Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, São Paulo, 2006.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 430 p. 1999.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo. **Tese Doutorado** – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. 115 f. Jacotibal, 2009.

OLIVEIRA FILHO, U. C. Desenvolvimento de um secador “spray” para obtenção de pós finos de precursores de nióbio. **Tese** (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acrocomia aculeata*) powder. **Journal of Food Science and Technology**, v.1, p.1-7, 2012.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulação e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, PB. v. 8, n. 1, p.25-33, 2006.

OLIVEIRA, L. A. Atividade da polifenoloxidase em camarão (*Litopenaeus vannamei*) submetido ao emprego do frio e atmosfera modificada. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, 2013.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 279, 2005.

PACHECO, C. R. F. Conceitos Básicos de Secagem. **Curso de especialização em papel e celulose**. Disponível em [http://sites.poli.usp.br/d/pqi2530/alimentos/pacheco\\_secagem\\_cap\\_1](http://sites.poli.usp.br/d/pqi2530/alimentos/pacheco_secagem_cap_1).

PADILHA, A.F.; AMBROZIO FILHO, F.. Técnicas de análise microestrutural. Editora Hemus. São Paulo: 2004.

PARK, J. W.; LIN, T. M. J. Surimi: Manufacturing and Evaluation In: PARK, J.W. (ed.), **Surimi and Surimi Seafood**. 2º ed. London: Taylor & Francis Group, CRC, p.33-106, 2005. Pdf. Acessado no dia 27/02/2014.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/ RN. **Ciências e Tecnologia de Alimento**, v.21, n.2, p.154-157, 2001.

PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**. Chicago, v. 11, n. 9, p. 9–14, 1957.

POTTER, R.; STOJCESKA, V.; PLUNKETT, A. The use of fruit powders in extruded snacks suitable for Children's diets. **LWT - Food Science and Technology**, v. 51, n. 2, p. 537-544, 2013.

RAMALHO, R. Atividade antioxidante de frutos cítricos cultivados no Paraná. **Monografia** apresentada a Coordenação do Curso de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2014.

RÊGO, F. L. T. Estudo do perfil de ácidos graxos e a razão entre ômega 6 / ômega3 em pescado. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal da Bahia, 2012.

RIZVI, S. S. H. Thermodynamic Properties of Foods in Dehydration. In: RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H. **Engineering properties of foods**. New York: Marcel Dekker, p. 223-309, 1995.

RIBEIRO, L. C. Produção de acerola em pó: métodos de secagem e avaliação da estabilidade. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

ROCHA, I. P. Impactos Sócio-econômicos e Ambientais de Carcinicultura Brasileira: Mitos e Verdade. Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC, Ano 7, v. 04, p. 29 – 36, 2005.

ROCHA, M. M. R. M. Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2010.

RODRIGUES, A. M. C.; TOBINAGA, S. Secagem de suspensão protéica de peixe em leito de jorro: propriedades funcionais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.3, n.1, p.31-36, 2001.

ROSA, C. A.; FERRANDIN, D. C.; SOUSA, M. M. Desenvolvimento de *nuggets* de filé e polpa de tilápia com adição de linhaça (*Linum usitatissimum l.*). TCC apresentado Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2012.

ROSA, E. D.; TSUKADA, M.; FREITAS, L. A. P. Secagem por atomização na indústria alimentícia: fundamentos e aplicações. Disponível em <http://www.fazu.br/hd2/jornada2006/PALESTRAS/ENGE/palestra2.pdf>. Acessado no dia 27/02/2014.

SANTOS T. M.; MARTINS R. T.; SANTOS W. L. M.; MARTINS N. E. Inspeção visual e avaliações bacteriológicas e físico-químicas da carne de piramutaba (*Brachyplatistoma vaillanti*) congelada. **Arq Bras Med Vet Zootec.** 60(6):1538-45 2008.

SANTOS, E. B. Avaliação bacteriológica e físico-química do camarão cru, descascado e resfriado. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, 2011.

SANTOS, F. L. *et al.*, Efeito do fornecimento de ração complementada com semente de linhaça sobre os macronutrientes e colesterol em tecidos de camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.851-855, 2007.

SEBIO, L. Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de amido de milho e gelatina pelo processo de extrusão: Avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, São Paulo, 179 p, 2003.

SIKORSKI, Z. Tecnologia de los Productos del Mar: Recursos, Composición Nutritiva y Conservación. Zaragoza: Acribia, 330 p, 1990.

SILVA *et al* Característica higroscópica e termodinâmica do coentro desidratado. Revista **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 237-244, 2010.

SILVA, A. L. S. Desnaturação e Precipitação de Proteínas. **InforEscola**. Disponível em <http://www.infoescola.com/bioquimica/desnaturacao-e-precipitacao-de-proteinas/> Acessado em 16 de janeiro de 2015.

SILVA, E. M. M. Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão. **Dissertação** apresentada ao Programa

de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 118p. 2007.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, vol.22, n.1, São Paulo, 1999.

SILVA, F. O. Avaliação *in vitro* da atividade antioxidante dos carotenóides totais extraídos do músculo de camarões cultivados *Litopenaeus vannamei*. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC 2010.

SOARES *et al* Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* d. c.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.21, v.2, p. 164-170, 2001.

SOARES JÚNIOR, M. S.; SANTOS, T. P. B.; PEREIRA, G. F.; MINAFRA, C. S.; CALIARI, M.; SILVA, F. A. Desenvolvimento de salgadinhos extrusados a partir de fragmentos de arroz e de feijão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 191-200, 2011.

SOUZA, W. G. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de lombo de atum (*Thunnus albacares*). **Dissertação** (Metrado em Medicina Veterinária) – Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Fluminense, 2004.

SRIKET *et al*. Comparative studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. **Food Chem**, v.103, n.4, p.1199-1207, 2007.

STATSOFT. STATISTICA for Window - Computer programa manual. Versão 7.0 Tulsa: Statsoft Inc. 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Academic Press, p. 408, 2004.

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L.; Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, 2005.

TAVARES, T. S. Extrusados de camarão regional (*Macrobrachium amazonicum*), quirera de arroz e arroz polido triturado. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, 2010.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-química do suco de acaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p.444-450, 2009.

TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, Grupo AAA) por extrusão termoplástica. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 273-290, 2005.

VÁSQUEZ, R. A.; RAMOS, T. S.; COSTA, F. S. Desenvolvimento de um injetor centrífugo dual para biocombustíveis líquidos. **XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica** - Viçosa – MG, 2010.

VERNAZA, M. G.; CHANG, Y. K.; STELL, C. J. Efeito do teor de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. **Braz. J. Food Technol.**, v.12, n.2, p. 145-154, 2009.

VENUGOPAL, V. Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean, **CRC Press**, London, p. 221–239 2009.

VILLEGAS, B.; TÁRREGA, A.; CARBONELL, I.; COSTELL, E. Optimising acceptability of new prebiotic low-fat milk beverages. **Food Quality and Preference**, Essex, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2009.

VISSOTO, F. Z; MONTENEGRO, F. M; SANTOS, J. M; OLIVEIRA, S. J. R; Avaliação da influência dos processo de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO Forum on Reducing Salt Intake in Populations. Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting, Paris, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Protein and amino acid requirements in human nutrition. **WHO Technical Report Series**, n. 935, 284p, 2007.

XIMENES, L. J. F.; VIDAL, M. F.; FEITOSA, R. A. Recuperação da carcinicultura nordestina pós-crise. **Informe Rural Etene**, Ano v, nº 15, 2011. Disponível em [http://www.banconordeste.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire\\_ano5\\_n15pdf](http://www.banconordeste.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire_ano5_n15pdf)