



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

**LUCÉLIA KÁTIA DE LIMA**

**PROCESSAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS**  
**LIOFILIZADOS DE CARANGUEJO-UÇÁ (*Ucides cordatus*)**

**FORTALEZA**

**2015**

**LUCÉLIA KÁTIA DE LIMA**

**PROCESSAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS  
LIOFILIZADOS DE CARANGUEJO-UÇÁ (*Ucides cordatus*)**

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

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lucia Nunes  
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso

**FORTALEZA**

**2015**

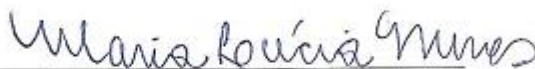
**LUCÉLIA KÁTIA DE LIMA**

**PROCESSAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS  
LIOFILIZADOS DE CARANGUEJO-UÇÁ (*Ucides cordatus*)**

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

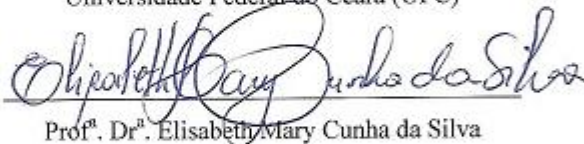
Aprovada em: 21 / 12 / 2015.

**BANCA EXAMINADORA**



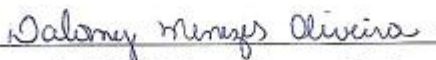
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lucia Nunes (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elisabeth Mary Cunha da Silva

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Dalany Menezes Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

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

---

L698p      Lima, Lucélia Kátia de.  
Processamento e avaliação da qualidade de produtos liofilizados de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) /  
Lucélia Kátia de Lima. – 2015

88 f. : il., color.

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 Vegetal

Orientação: Profa. Dra. Maria Lucia Nunes.

Coorientação: Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso.

1. Alimentos - Avaliação sensorial. 2. *Ucides cordatus*. 3. Alimentos - Conservação.  
4. Desenvolvimento de produto. I. Título.

---

CDD 664

Aos meus pais, José Neco de Lima e  
Antônia Canuto de Lima  
Aos meus irmãos e Samuel Alves.

## **AGRADECIMENTOS**

À Funcap, pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa com o fornecimento da bolsa de auxílio.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lucia Nunes, pela paciente orientação durante a pesquisa e conhecimento científico transmitido.

À todos os professores da banca examinadora pela disponibilidade e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Dr Marcos Rodrigues Amorim Afonso (UFC), Dr<sup>a</sup> Elisabeth Mary Cunha da silva (UFC), Dr. José Maria Correia da Costa (UFC), Dr<sup>a</sup> Evânia Altina Teixeira de Figueiredo (UFC), Dr. Eduardo Carasek da Rocha (UFSC), Marta Suely Madruga (UFPB) e a direção do NUTEC pela disponibilidade dos laboratórios. À Rose e Luiz Bitu pelos seus esclarecimentos na realização das análises no Laboratório de Carnes e Pescado.

Aos amigos e familiares pela compreensão e companheirismo.

## RESUMO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* é um dos crustáceos mais produzido no Brasil, porém o seu consumo torna-se escasso no período do defeso da espécie. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de produtos liofilizados do caranguejo-uçá armazenados à temperatura ambiente e analisar o efeito da liofilização em relação às características físico-químicas, microbiológicas, nutricionais e a sensoriais. Foram desenvolvidos dois produtos: a “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada”. A qualidade dos produtos foi avaliada, através de análises sensoriais, microbiológicas, TBARS, atividade de água, capacidade de retenção de água, composição centesimal, valor nutricional, teor de ácidos graxos, perfil de aminoácidos e dos compostos voláteis. A formulação da “casquinha de caranguejo liofilizada” de melhor aceitação pelos degustadores correspondeu àquela que continha somente carne de caranguejo e condimentos desidratados. Os produtos liofilizados foram acondicionados em dois tipos de embalagens (laminada e tereftalato de polietileno) no período de 0 a 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Ambos os produtos, não sofreram alterações microbiológicas e sensoriais, neste período, ocorrendo apenas um leve aumento da atividade de água e umidade. Quanto às características bioquímicas, os produtos liofilizados apresentaram todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores às recomendadas pela FAO. Nos produtos liofilizados houve maior concentração dos ácidos graxos quando comparados com a carne *in natura*. Os compostos voláteis foram detectados em maiores concentrações após a reidratação dos produtos, em água aquecida ( $\pm 100$  °C), principalmente, no que se refere aos grupos dos aldeídos (hexanal e pentanal) e alcoóis (2-metil-3-fenil-propanal e 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol). De modo geral, o total dos compostos voláteis foi reduzido após 240 dias de armazenagem à temperatura ambiente. Portanto, com essa pesquisa observou-se a viabilidade de desenvolver produtos liofilizados (“carne de caranguejo-uçá liofilizada” e uma “casquinha de caranguejo liofilizada”) a base de carne de caranguejo-uçá que podem ser estocados a temperatura ambiente com características sensoriais, físico-química e microbiológica aceitáveis.

**Palavras-chave:** Caranguejo-uçá. “Casquinha de caranguejo”. Liofilização. Carne liofilizada de caranguejo. Produtos de alto valor agregado.

## ABSTRACT

The mangrove crab, *Ucides cordatus* is one of the most shellfish produced in Brazil, but his consumption becomes scarce during closed season. This study aimed development of freeze-dried products of the mangrove crab stored at ambient temperature and analyze the effect of lyophilization in relation to physicalchemical, microbiological, nutritional and sensory characteristics. Two products were developed: a "freeze-dried crab meat" and "freeze-dried crab cone". The product quality was evaluated through sensory tests, microbiological, TBARS, water activity, water holding capacity, centesimal composition, nutritional value, fatty acids content, and amino acid profile of volatile compounds. The best formulation of the "freeze-dried crab cone", acceptance by the tasters, corresponded to that contained only crab meat and dehydrated condiments. The lyophilized products were stored in two different packages (laminated polyethylene terephthalate) in the period 0 to 120 days of storage at ambient temperature. Both products did not suffer microbiological and sensory changes during this period, occurring only a slight increase in water activity and moisture. As to biochemical characteristics, freeze-dried products showed all essential amino acids in quantities greater than those recommended by FAO. In the freeze-dried products was higher concentration of fatty acids when compared to the fresh beef. The volatile compounds were detected in highest concentrations after rehydration of the product in heated water ( $\pm 100^{\circ}\text{C}$ ), mainly in relation to groups of aldehydes (hexanal and pentanal) and alcohol (2-methyl-3-phenyl-propanal and 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol). In general, the total volatile compounds were lowered after 240 days of storage at ambient temperature. Therefore, with this research was observed the feasibility of developing lyophilized products ("land crab freeze-dried meat" and "freeze-dried crab cone") the basis of land crab meat can be stored at ambient temperature with sensory attributes, physicalchemical and microbiological characteristics acceptable.

**Keywords:** Crab-uçá. "Crab Cone shell". Freeze-dried. Lyophilized crab meat. High value-added products.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1- Produção de crustáceos no Brasil no período de 2009 a 2011.....   | 17 |
| Figura 2 - Produção de caranguejo-uçá no Nordeste (2001– 2007).....   | 18 |
| Figura 3 - Produção de caranguejo-uçá no Brasil (2007-2011) .....   | 18 |
| Figura 4 - produtos mais comercializados no Nordeste brasileiro .....   | 19 |
| Figura 5 - Reação entre o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) e o malonaldeído.....  | 26 |
| Figura 6 - Modelo do Liofilizador utilizado (LS3000, da empresa Terroni Equipamento Científicos LTDA).....  | 30 |
| Figura 7 - Fluxograma para elaboração de “casquinha de caranguejo” .....  | 33 |
| Figura 8 - Curva padrão de tetraetoxipropano (TEP) para determinação de TBARS .....   | 37 |
| Figura 9 - Formulações de “casquinhas de caranguejo liofilizadas” após a reidratação e aquecimento, a serem analisadas sensorialmente e selecionadas para o Teste Definitivo  | 45 |
| Figura 10 - Intenção de compra dos provadores para as quatro formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizada.....  | 46 |
| Figura 11 - Preferência dos provadores pelas formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizada pelo teste de Ordenação.....  | 47 |
| Figura 12 - Percentual da atitude de compra da formulação D (“casquinha de caranguejo liofilizada” selecionada pelos degustadores) em relação ao período de armazenamento à temperatura ambiente (recém liofilizada e após 120 dias de armazenamento) ..... | 48 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Exportação brasileira de caranguejos congelados - 2006 a Fevereiro de 2015.....  | 19 |
| Tabela 2 - Composição centesimal e valor calórico da carne de caranguejo cru e cozido (%)   | 22 |
| Tabela 3 - Composição nutricional da carne de caranguejo cozido (porção de 100 g).....  | 22 |
| Tabela 4 - Padrões microbiológicos para pescado e produtos de pesca .....   | 24 |
| Tabela 5 - Valores de Aa onde ocorre a multiplicação de microrganismos importantes em alimentos.....  | 25 |
| Tabela 6 - Formulações preliminares da “Casquinha de caranguejo” a ser liofilizada .....  | 31 |
| Tabela 7 - Formulações da “casquinha de caranguejo” (%).....  | 32 |
| Tabela 8 - Rendimento das formulações elaboradas após o processo de liofilização .....  | 41 |
| Tabela 9 - Rendimento da carne de caranguejo liofilizada e da “casquinha de caranguejo” liofilizada selecionada (Formulação D - Etapa 2) .....  | 41 |
| Tabela 10 - Avaliação de atividade de água (Aa) da carne de caranguejo congelada, “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” durante o período de 0, 60 e 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente ..... | 42 |
| Tabela 11 - Capacidade de absorção de água das quatro formulações A, B, C e D e da “Carne de caranguejo liofilizada” .....  | 43 |
| Tabela 12 - Análises microbiológicas da carne de caranguejo-uçá utilizada como matéria-prima e das formulações liofilizadas .....   | 44 |
| Tabela 13 - Comparação entre as médias dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizadas .....   | 46 |
| Tabela 14 - Comparação entre as médias dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global da “casquinha de caranguejo liofilizada” em relação ao período de armazenamento à temperatura ambiente .....                                 | 47 |
| Tabela 15 - Composição centesimal da carne de caranguejo-uçá congelada "carne de caranguejo liofilizada" e "casquinha de caranguejo liofilizada" recém-liofilizadas .....   | 48 |
| Tabela 16 - Comportamento dos valores de Aa e do teor de umidade dos produtos de caranguejo liofilizados, durante 120 dias de armazenamento, acondicionados em embalagem laminada .....   | 49 |
| Tabela 17 - Valores médios de TBARS na carne de caranguejo-uçá congelada e nos produtos liofilizados acondicionados em dois tipos de embalagens, durante o armazenamento à temperatura ambiente .....   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 18 - Valores médios de Aa e TBARS na carne de caranguejo-uçá congelada e nos produtos liofilizados acondicionados em embalagem laminada durante o armazenamento à temperatura ambiente.....  | 51 |
| Tabela 19 - Perfil de aminoácidos dos produtos liofilizados à base de carne de caranguejo-uçá .....   | 53 |
| Tabela 20 - Principais ácidos graxos (percentagem dos ácidos graxos totais) encontrados na carne de caranguejo congelada, “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo liofilizada” .....  | 55 |
| Tabela 21 - Compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” após reidratação com e sem aquecimento.....   | 57 |
| Tabela 22 – Compostos voláteis (%) identificados nas formulações de casquinha A, B, C e D conforme à temperatura de reidratação das amostras “continua” .....   | 59 |
| Tabela 23 - Comparação dos compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo”, em relação à temperatura de reidratação e tempos de armazenamento (0 e 240 dias) à temperatura ambiente “continua” ..... | 65 |

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1      | Caranguejo-uçá.....  | 15        |
| 2.1.1    | <i>Morfologia e biometria .....</i>  | <i>15</i> |
| 2.1.2    | <i>Produção, transporte e formas de consumo no Brasil .....</i>  | <i>16</i> |
| 2.1.3    | <i>Rendimento em carne e formas de industrialização .....</i>  | <i>20</i> |
| 2.2      | Composição química e aspectos nutricionais da carne de caranguejo-uçá e de produtos derivados.....                               | 21        |
| 2.3      | Controle de qualidade da carne de caranguejo-uçá e produtos derivados .....  | 23        |
| 2.3.1    | <i>Análises microbiológicas .....</i>  | <i>23</i> |
| 2.3.2    | <i>Análises químicas .....</i>   | <i>25</i> |
| 2.3.2.1  | <i>Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).....</i>   | <i>25</i> |
| 2.4      | Produtos desidratados por liofilização e novas tecnologias de aproveitamento da carne de caranguejo-uçá .....                    | 27        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>30</b> |
| 3.1      | Matérias-primas .....  | 30        |
| 3.2      | Processamento da “carne de caranguejo liofilizada” .....   | 30        |
| 3.3      | Etapa 1 - Processamento da “casquinha de caranguejo liofilizada”: testes preliminares para adequação das formulações. ....       | 31        |
| 3.3.1    | <i>Análise Sensorial .....</i>   | <i>33</i> |
| 3.4      | Etapa 2 - Processamento e análises da “casquinha de caranguejo liofilizada” selecionada na Etapa 1 - Formulação definitiva. .... | 34        |
| 3.5      | Análises.....  | 34        |
| 3.5.1    | <i>Rendimento dos produtos liofilizados .....</i>  | <i>34</i> |
| 3.5.2    | <i>Atividade de água (Aa) .....</i>  | <i>35</i> |
| 3.5.3    | <i>Análises microbiológicas .....</i>  | <i>35</i> |
| 3.5.4    | <i>Análise Sensorial .....</i>   | <i>35</i> |
| 3.5.5    | <i>Capacidade de absorção de água .....</i>  | <i>35</i> |
| 3.5.6    | <i>Composição centesimal.....</i>  | <i>36</i> |
| 3.5.7    | <i>Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS .....</i>  | <i>36</i> |
| 3.5.8    | <i>Avaliação do Perfil de aminoácidos.....</i>   | <i>38</i> |
| 3.5.9    | <i>Avaliação do Perfil de ácidos graxos .....</i>  | <i>38</i> |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.5.10 | <i>Avaliação dos compostos voláteis.....</i>   | 39 |
| 3.5.11 | <i>Análises Estatísticas.....</i>  | 40 |
| 4      | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | 41 |
| 4.1    | Rendimento dos produtos liofilizados .....   | 41 |
| 4.2    | Atividade de água (Aa).....  | 41 |
| 4.3    | Capacidade de absorção de água .....   | 42 |
| 4.4    | Análises microbiológicas.....  | 43 |
| 4.5    | Análise sensorial.....   | 44 |
| 4.6    | Composição centesimal .....  | 48 |
| 4.7    | Comportamento da Atividade de Água (Aa) em relação à umidade dos produtos ....   | 49 |
| 4.8    | Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).....  | 50 |
| 4.9    | Perfil de aminoácidos .....  | 52 |
| 4.10   | Perfil dos Ácidos Graxos .....   | 54 |
| 4.11   | Perfil dos compostos voláteis .....  | 56 |
| 5      | <b>CONCLUSÕES.....</b>   | 71 |
|        | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | 72 |
|        | <b>APÊNDICE A – Ficha da Análise Sensorial de “Casquinha de Caranguejo”....</b>  | 80 |
|        | <b>APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido.....</b>  | 82 |
|        | <b>APÊNDICE C - Delineamento inteiramente casualizado para quatro amostras.....</b>  | 83 |
|        | <b>APÊNDICE D - Análise sensorial de “casquinha de caranguejo” com 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....</b> | 84 |
|        | <b>APÊNDICE E - Métodos utilizados na determinação da composição química dos produtos .....</b>                              | 86 |

## 1 INTRODUÇÃO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) é um crustáceo herbívoro, tem como habitat o mangue, onde faz tocas na lama entre as raízes e possui uma ampla distribuição geográfica no Brasil desde o litoral do estado do Amapá até Santa Catarina (IVO; GESTEIRA, 1991). É um dos crustáceos mais consumidos no Brasil e, em especial, no estado do Ceará o qual se apresenta como um grande mercado consumidor, apesar de ser necessário importar os exemplares dos estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pará (MARQUES; LOTUFO, 2010).

A carne de caranguejo é um alimento de alto valor nutricional com elevado teor protéico e baixo teor de lipídios possuindo, entretanto, elevada quantidade de ácidos graxos da família  $\omega$ -3, além do seu flavour exótico em função dos seus constituintes voláteis (FAO/WHO/UNU, 2007).

Os principais produtos derivados do caranguejo-uçá comercializados em lojas especializadas de pescado e supermercados no Ceará são a carne congelada e “patinhas de caranguejo” embaladas em envoltório plástico ou alumínio. Estes produtos necessitam de adequada estocagem como o congelamento, demandando maiores gastos de energia e de espaço para seu armazenamento, além de um controle microbiológico contínuo.

Um problema que vem se agravando com esta matéria-prima e seu consumo é a sua indisponibilidade, em determinadas épocas do ano, denominado de “período do defeso”, regulamentado pelas Instruções Normativas do Ministério da Pesca e Aquicultura para cada ano, nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (BRASIL, 2014).

O processo de liofilização vem sendo promissor para a industrialização de alimentos, em função dos produtos liofilizados preservarem melhor as características sensoriais, além da possibilidade de ser estocados à temperatura ambiente e não necessitar de grandes espaços para estocagem, em função da redução de volume. Desse modo, acredita-se que o desenvolvimento de produtos de caranguejo-uçá, sob a forma de “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” apresenta viabilidade técnica e econômica para o mercado produtor e consumidor, pois disponibiliza o produto e abastece o mercado consumidor, em qualquer época do ano.

Alguns estudos com caranguejo-uçá foram realizados quanto à extração e rendimento da carne (OGAWA; MAIA, 1999; PEDROSA; COZZOLINO, 2001;

FISCARELLI, 2004; SILVA *et al.*, 2013) e de sua composição química e bioquímica (OGAWA; MAIA, 1999; PEDROSA; COZZOLINO, 2001; LIRA *et al.*, 2007). Entretanto, não foi encontrado na literatura nacional ou internacional, pesquisas sobre produtos liofilizados com esta espécie de caranguejo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver dois produtos liofilizados: “carne de caranguejo” e “casquinha de caranguejo” viabilizando a estocagem à temperatura ambiente, além de permitir a oferta dessa matéria-prima e de produtos derivados, no período de defeso e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas, nutricionais e sensoriais dos produtos desenvolvidos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caranguejo-uçá

#### 2.1.1 Morfologia e biometria

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), é uma espécie de crustáceo encontrado em ecossistemas de manguezais, cuja principal característica é o baixo teor de oxigênio devido à elevada taxa de matéria orgânica em decomposição. Ele constrói tocas na lama entre as raízes e se alimenta de folhas do mangue em decomposição. Essa atividade é considerada importante, pois é responsável pelo consumo e degradação de grande parte das folhas presentes nesses ambientes reciclando os nutrientes desses ecossistemas.

Embora essa espécie possua uma ampla distribuição geográfica, só foi descrito por Linnaeus em 1763, quando recebeu seu primeiro nome *Cancer cordatus* e foi incluído na Família Gecarcinidae. Em 1918, Marie Rathbun mudou seu nome para *Ucides cordatus*, e Chace e Hobbs em 1963 modificaram a Família para Ocypodidae, onde permanece até hoje (MELO, 1996).

Os caranguejos pertencem à ordem Decapoda, à qual pertencem também as lagostas e os camarões (BURKENROAD, 1963). A espécie *Ucides cordatus* também conhecida como “caranguejo-verdadeiro”, “caranguejo-do-mangue”, “uçáúna” ou apenas “caranguejo” possui a seguinte classificação taxonômica (NG; GUINOT; DAVIE, 2008).

Filo: Arthropoda

Classe: Crustacea

Ordem: Decapoda

Infraordem: Brachyura

Família: Ocypodidae

Gênero: *Ucides*

Espécie: *Ucides cordatus*

Em relação as suas características físicas apresentam uma carapaça calcária, cinco pares de apêndices articulados (pereópodes) e uma parte ventral. O primeiro par sendo mais desenvolvido termina numa garra ou pinça (quela), utilizada na manipulação do alimento e defesa. Os outros quatro pares são utilizados principalmente na locomoção. Na parte ventral



do caranguejo-uçá, também apresenta apêndices (pleópodos), cujo formato e a quantidade permitem a diferenciação entre os sexos. Os machos possuem dois pares, utilizados para cópula, enquanto, a fêmea possui quatro pares, que servem para a guarda dos ovos (PINHEIRO; FISCARELLI, 2001). A coloração desses crustáceos varia entre o azul, verde, amarelo e branco (CHAVES; SILVA, 2007).

A avaliação biométrica de uma espécie é importante para caracterizar a qualidade anatômica da carcaça, assim como o rendimento da carne e de outros subprodutos. Com base nestas análises, podem ser identificadas regiões anatômicas do animal com maior potencial extrativo que podem ser valorizadas (VILAS BOAS, 2001).

O caranguejo-uçá macho na fase adulta atinge tamanho e massa pouco maior do que as fêmeas. Os machos podem alcançar cerca de 70 mm de comprimento e 89 mm largura da carapaça. Enquanto, as fêmeas podem atingir 54,5 mm de comprimento e de largura 65 mm. O seu tamanho mínimo de captura recomendado para seu defeso é 60 mm, visando à maior proteção dos caranguejos-uçá mais jovens (IBAMA, 2003).

Além da restrição feita ao tamanho do caranguejo para a sua captura outra proibição é feita em relação ao período reprodutivo em que eles saem das tocas e andam pelo manguezal para acasalamento e liberação dos ovos. Esse fenômeno é conhecido como andada (ALCANTARA-FILHO, 1978; PINHEIRO; FISCARELLI, 2001). Nesse período fica fácil a captura desses crustáceos devido a essa saída das tocas. Por isso, o Ministério da Pesca e Aquicultura publicam instruções normativas com a definição do período de andada para cada ano e proíbem nesse período de defeso a captura, o transporte, o beneficiamento, a industrialização e a comercialização da espécie *Ucides cordatus* nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

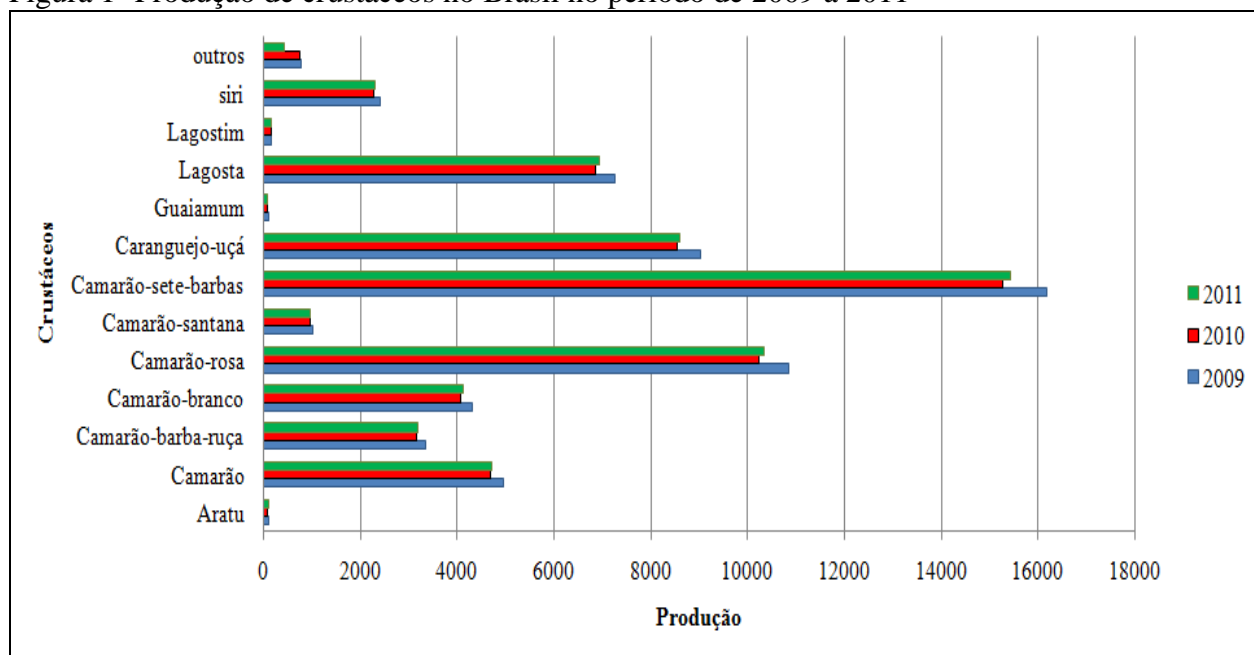
### ***2.1.2 Produção, transporte e formas de consumo no Brasil***

Segundo os dados da FAO (2014) a produção média mundial de pescado e produtos de pesca em 2012 foi de 158 milhões de toneladas, sendo que, desse total, 136,2 milhões de toneladas foram destinadas à alimentação humana. O pescado é um alimento saudável e cada vez mais procurado pela população.

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), é uma espécie de crustáceo encontrado desde o Norte da Flórida até o litoral de Santa Catarina e além desta

espécie no Brasil, existem outras espécies de caranguejos também produzidas como o guaiamu (*Cardisoma guanhumi*) e aratu (*Goniopsis cruentata*). Dentre os crustáceos, o mais produzido, no Brasil, no período de 2009 a 2011 foi o camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) seguido do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) ficando o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) em terceiro lugar. O que mostra a importância comercial desse produto pesqueiro para o país (Figura 1).

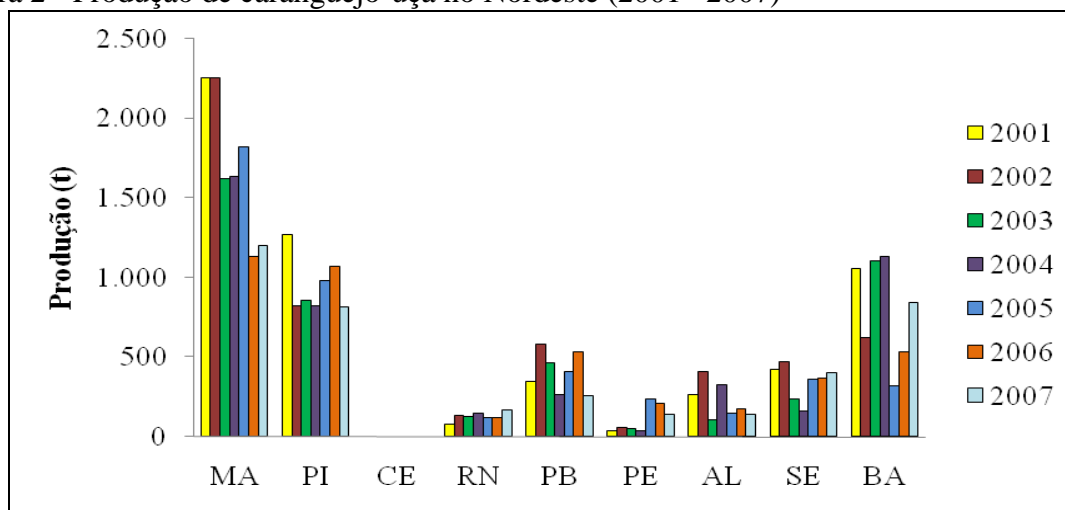
Figura 1- Produção de crustáceos no Brasil no período de 2009 a 2011



Fonte: BRASIL ( 2011).

A Figura 2 indica os estados com maior produção durante os anos de 2001 a 2007, que foram: Maranhão, Piauí e Bahia. O estado do Ceará, apesar de ser um grande mercado consumidor, não consegue atender a demanda do mercado local, sendo abastecido principalmente pelos estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e o Pará (MARQUES; LOTUFO, 2010). A captura predatória e o aumento do turismo nas últimas décadas quase promoveram a extinção dos estoques locais, o que levou à importação de caranguejo-uçá de outras localidades produtoras, como o Delta do Parnaíba (MARQUES, 2006).

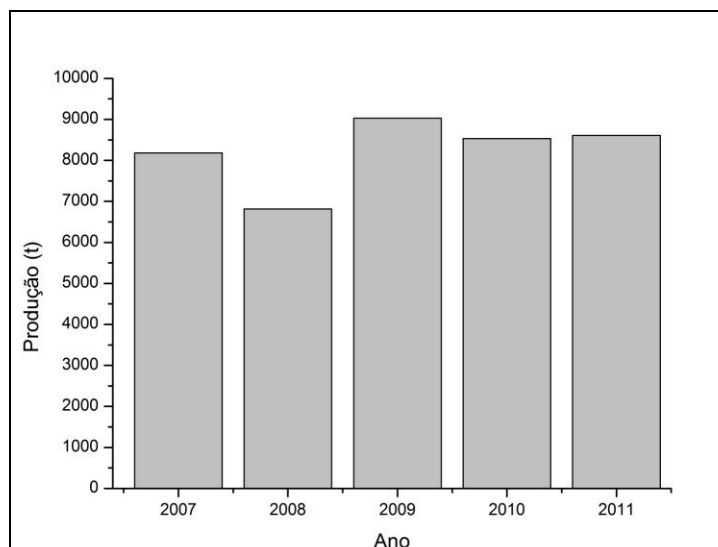
Figura 2 - Produção de caranguejo-uçá no Nordeste (2001– 2007)



Fonte: IBAMA (2000 a 2007).

Em relação à produção de caranguejo-uçá no Brasil (Figura 3) observa-se que entre os anos de 2007 e 2009 houve um aumento na produção, mas entre 2010 e 2011 ocorreu uma leve redução mantendo-se estável até 2011.

Figura 3 - Produção de caranguejo-uçá no Brasil (2007-2011)



Fonte: Brasil (2009, 2011).

A carne de caranguejo-uçá é a base de muitos pratos servidos nas barracas de praia do litoral brasileiro por possuir sabor muito apreciado entre seus consumidores (MARQUES, 2006), porém os produtos mais comercializados no Nordeste são: caranguejos inteiros cozidos, “casquinha de caranguejo” e “patinhas de caranguejo”. Entende-se por “casquinha de caranguejo” o produto elaborado com a carne de caranguejo cozida e condimentada inserida ou servida na concha ou carapaça do caranguejo (Figura 4).

Figura 4 - produtos mais comercializados no Nordeste brasileiro



Fonte: Rotasbr (2015).

Caranguejos inteiros cozidos (a), “casquinha de caranguejo” (b) e “patinhas de caranguejo” (c).

Segundo o Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, o Brasil comercializa caranguejos congelados, havendo registro, também de comercialização de conservas de caranguejo, mas em quantidades pouco expressivas (BRASIL, 2015).

Os principais estados exportadores de caranguejos entre 2006 e fevereiro de 2015, foram Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraíba e Rio Grande do Norte com os percentuais de 72,39; 23; 1,85 e 0,17%, respectivamente, em relação ao produto total brasileiro (BRASIL, 2015). Os principais portos de exportação de caranguejos nesse mesmo período foram: Porto do Rio Grande (RS) com 68,81% (1 418 231 kg), Porto de Santos (SP) 24,79% e no nordeste o único porto de exportação indicado pelo Aliceweb foi o aeroporto de Natal (RN) com 0,23% do produto no volume total de exportação (BRASIL, 2015).

A quantidade e o valor dos caranguejos congelados exportados entre 2006 e fevereiro de 2015 são apresentados na Tabela 1. Neste período o volume exportado foi de 2,030 toneladas, representando um valor de US\$ 9,7 milhões de dólares (BRASIL, 2015). Com isso, é possível que o beneficiamento de produtos de caranguejo sob a forma de liofilizados venha a incrementar os valores da exportação.

Tabela 1 - Exportação brasileira de caranguejos congelados - 2006 a Fevereiro de 2015

| Período      | US\$ FOB         | Massa líquido (kg) |
|--------------|------------------|--------------------|
| 2006         | 1.623.802        | 493.644            |
| 2007         | 447.261          | 112.142            |
| 2008         | 302.733          | 22.997             |
| 2009         | 825.347          | 196.064            |
| 2010         | 1.889.938        | 349.670            |
| 2011         | 1.730.831        | 329.300            |
| 2012         | 1.710.644        | 308.392            |
| 2013         | 631.615          | 114.448            |
| 2014         | 564.247          | 103.906            |
| <b>Total</b> | <b>9.726.418</b> | <b>2.030.563</b>   |

Fonte: Brasil (2015).

### 2.1.3 *Rendimento em carne e formas de industrialização*

O beneficiamento do caranguejo é iniciado com lavagem rigorosa, cocção, resfriamento e separação da carne de seu exoesqueleto (catação) e pesagem para cálculo do rendimento. Em seguida, a carne extraída é armazenada em sacos plásticos para comercialização imediata ou estocada congelada (MACHADO, 2007). Deste modo, o rendimento da carne de caranguejo-uçá pode ser determinado pela relação da quantidade de carne em função do tamanho ou massa do animal. Essa medida é importante para o processo extrativo e produtivo, pois permite aperfeiçoar o processo de extração da carne, como também, auxilia no estabelecimento do tamanho ideal para a captura, obtendo um melhor aproveitamento do recurso (VILAS BOAS, 2001).

Quanto ao rendimento da carne de caranguejo vários estudos foram realizados. Os resultados encontrados por Fiscarelli (2004) mostraram variações entre os sexos. Os machos apresentaram valores na faixa de 20,6 a 30,8% ( $25,4 \pm 2,6\%$ ) sendo em média significativamente maior do que nas fêmeas, que variou de 15,0 a 25,8% ( $21,1 \pm 2,1\%$ ). Ogawa *et al.* (2008) pesquisaram duas formas de abate, sendo uma por choque térmico e outra por choque elétrico utilizando o Sistema de Imobilização e Abate de Crustáceos (SIAC), considerado abate humanitário dos animais. As descargas elétricas descontínuas emitidas por eletrodos dentro do reservatório de água eram capazes de deixar os caranguejos-uçá imobilizados, momentaneamente, até o início da cocção com imersão em salmoura fervente a 3%, durante 5 a 10 minutos. Estes autores concluíram que os caranguejos imobilizados na máquina SIAC, após serem cozidos, soltavam a carne mais facilmente das carapaças aumentando o rendimento. Neste contexto, Silva (2010) utilizando esta técnica encontrou rendimentos de 26,56; 26,01; 26,32; 25,77; 27,54; 26,97% em relação ao animal inteiro *in natura* contra 18,8% da técnica convencional.

Visando a industrialização do caranguejo-uçá no projeto-piloto no Delta do Parnaíba foram elaborados alguns produtos com valor agregado, com maior tempo de conservação e com boa aceitação, de forma a garantir a sustentabilidade à cadeia produtiva desse crustáceo na região (ASSAD, *et al.*, 2012), dentre os quais:

- caranguejo inteiro cru resfriado;
- caranguejo inteiro cru congelado;
- caranguejo inteiro pré-cozido congelado;
- caranguejo inteiro pré-cozido resfriado;
- patola plus (patolas de caranguejo com casca congeladas);
- pinça de caranguejo sem casca congelada (“patinha de caranguejo”);
- carne congelada em bloco;
- cluster (caranguejo sem a carapaça e a parte interna, dividido em 2 partes);
- carne de caranguejo congelada em sua carapaça (“casquinha de caranguejo”).

Produtos inovadores de caranguejo como a “casquinha de caranguejo congelada” foram desenvolvidos por Arimatea *et al.* (2010) os quais também avaliaram a sua estabilidade durante a estocagem congelada, à qual após submetida a análise sensorial apresentou acima de 77% de aceitabilidade. De forma geral, existem pouquíssimas empresas especializadas em produtos industrializados de caranguejo e, no Brasil, consideram-se inexistentes. Poucas informações foram veiculadas ressaltando-se apenas formulações de petiscos comercializados prontos e congelados como as pinças de caranguejo a milanesa, pinças de caranguejos envolvidas com creme de camarão, frutos do mar na “casquinha de caranguejo” e carne de caranguejo enlatada (SEAJOCO, 2014).

## **2.2 Composição química e aspectos nutricionais da carne de caranguejo-uçá e de produtos derivados**

O conhecimento da composição dos alimentos é importante para se alcançar a segurança alimentar e nutricional, proporcionando informações básicas para o controle da qualidade dos alimentos e a avaliação da ingestão de nutrientes de indivíduos ou populações. Com isso, dados sobre composição dos alimentos podem orientar no desenvolvimento de novos produtos, cálculo do valor calórico e, assim, auxiliar os consumidores na escolha dos alimentos a partir da rotulagem nutricional (LIMA *et al.*, 2011).

O pescado como alimento se destaca pela quantidade e qualidade de suas proteínas, pois, estão presentes na sua constituição todos os aminoácidos essenciais, além da presença de vitaminas, minerais e, principalmente, de ácidos graxos poli-insaturados que proporcionam entre outros benefícios a prevenção de doenças cardiovasculares (SARTORI;

AMANCIO, 2012). A carne de caranguejo-uçá é fonte de todos estes nutrientes e principalmente de minerais fisiologicamente importantes, como o magnésio, manganês, zinco e cobre, além de vitaminas A, do complexo B, e D (OGAWA; MAIA, 1999).

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal e o valor calórico da carne de caranguejo cru e cozido.

Tabela 2 - Composição centesimal e valor calórico da carne de caranguejo cru e cozido (%)

|                          | <b>Umidade<br/>(%)</b> | <b>Proteína<br/>(%)</b> | <b>Lipídeos<br/>(%)</b> | <b>Cinzas<br/>(%)</b> | <b>Calorias<br/>(kcal)</b> |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <b>Caranguejo cru</b>    | 84,42                  | 13,30 ± 0,47            | 0,49 ± 0,03             | 0,71 ± 0,00           | 61,93                      |
| <b>Caranguejo cozido</b> | 82,80                  | 15,01 ± 0,32            | 0,28 ± 0,02             | 1,01 ± 0,06           | 66,16                      |

Fonte: Pedrosa e Cozzolino (2001).

Lima *et al.* (2011) avaliaram as características nutricionais (proteína, gorduras e sais minerais) da carne de caranguejo cozido, conforme consta da Tabela 3, encontrando teores protéicos superiores aos publicados por Pedrosa e Cozzolino (2001).

Tabela 3 - Composição nutricional da carne de caranguejo cozido (porção de 100 g)

|                                 | <b>Caranguejo, cozido</b> |
|---------------------------------|---------------------------|
| <b>Valor energético</b>         | 83 kcal                   |
| <b>Proteínas</b>                | 18,5 g                    |
| <b>Gorduras saturadas</b>       | 0,2 g                     |
| <b>Gorduras monoinsaturadas</b> | 0,2 g                     |
| <b>Cálcio</b>                   | 357 mg                    |
| <b>Manganês</b>                 | 0,07 mg                   |
| <b>Magnésio</b>                 | 52 mg                     |
| <b>Colesterol</b>               | 84,6 mg                   |
| <b>Lipídios</b>                 | 0,4 g                     |
| <b>Fósforo</b>                  | 154 mg                    |
| <b>Ferro</b>                    | 2,9 mg                    |
| <b>Potássio</b>                 | 186 mg                    |
| <b>Cobre</b>                    | 0,72 mg                   |
| <b>Zinco</b>                    | 5,7 mg                    |
| <b>Niacina</b>                  | 4,17 mg                   |
| <b>Tiamina B1</b>               | 0,04 mg                   |
| <b>Riboflavina B2</b>           | 0,31 mg                   |
| <b>Sódio</b>                    | 360 mg                    |

Fonte: Lima *et al.* (2011).

As proteínas do pescado apresentam como características relevantes um alto valor nutricional, possuindo todos os aminoácidos essenciais. A quantidade presente depende da espécie de pescado e varia entre 15 a 25% (OETTERER; SOUZA, 1994). As proteínas

presentes na carne de pescado possuem semelhanças na composição de seus aminoácidos: serina, treonina, metionina, tirosina, fenilalanina, triptofano, arginina, não mostrando diferença no conteúdo entre as espécies. (OGAWA; MAIA, 1999).

### **2.3 Controle de qualidade da carne de caranguejo-uçá e produtos derivados**

A qualidade do pescado envolve o conjunto dos atributos físicos, sensorial, químicos e microbiológicos. No entanto, o conceito de qualidade está especificamente relacionado ao estado de frescor da matéria-prima ou vida útil do produto (CONTRERAS-GUZMÁN, 1988), devendo-se avaliar ainda a higiene ou inocuidade do produto.

#### **2.3.1 Análises microbiológicas**

O caranguejo-uçá é um alimento muito perecível, principalmente, dependendo da forma de beneficiamento. Em geral a retirada da carne das patas e do corpo do animal é feito manualmente e, em condições inadequadas, as quais não são capazes de impedir completamente, o crescimento de micro-organismos presentes na carne. Essas operações podem ser fontes de contaminações, principalmente de *Staphylococcus aureus*. Com isso, são necessários a aplicação de boas práticas de fabricação, manutenção de temperatura adequada e resfriamento rápido da carne para reduzir o desenvolvimento microbiano (DIAS; CARMO; SILVA, 1999).

As bactérias que podem contaminar o caranguejo-uçá durante sua manipulação são principalmente: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* e Coliformes termotolerantes. *Staphylococcus aureus* são cocos gram-positivo presentes na pele e vias aéreas superiores do homem, sendo facilmente transferidos para os alimentos. Esses micro-organismos causam intoxicações alimentares, com sintomas de gastroenterite provocada pela ingestão de alimentos contendo sua toxina (HOLT *et al.*, 1994).

A contaminação de alimentos de origem marinha, como o caranguejo-uçá, por bactérias gram-negativas patogênicas ao homem é de grande interesse sob o ponto de vista da saúde pública. As bactérias do gênero *Salmonella* e as pertencentes ao grupo dos coliformes termotolerantes são transmitidas ao homem através da ingestão de alimentos contaminados com fezes de animais. A *Salmonella* é amplamente distribuída na natureza, sendo ainda encontradas na microbiota natural de alguns animais, principalmente aves e suínos (JAKABI *et al.*, 1999). Este gênero possui espécies causadoras de febre tifóide (*S. Typhi*), febres



entéricas (S. Paratyphi A, B, C) e enterocolites por *Salmonella* sp. (salmoneloses) (FRANCO; LANDGRAF, 2005). A salmonelose causa vários surtos sendo importante a adoção de medidas preventivas, para evitar a ocorrência dos mesmos (SHINOHARA *et al.*, 2008).

Os coliformes termotolerantes são utilizados como indicador de contaminação fecal, ou seja, de condições higiênicas de manipulação inadequadas, pois, a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli*, que tem seu habitat exclusivo o trato intestinal do homem e dos animais. Além disso, indicam condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento. Altas contagens podem significar contaminação pós-processamento, limpezas, sanificações e tratamentos térmicos ineficientes. Essas bactérias são responsáveis pelos casos de diarreia e outros distúrbios intestinais, sendo consideradas as principais contaminantes de alimentos (ALMEIDA FILHO; NADER FILHO, 2002).

A Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão que regulamenta os padrões microbiológicos em alimentos, por meio da resolução RDC 12 nº12, não indica limites de tolerância para coliformes totais a 45 °C em pescado, ovas de peixes, crustáceos e moluscos “*in natura*”, refrigerados ou congelados não consumidos cru, no entanto, estabelece como padrões de qualidade microbiológica para pescado, moluscos e crustáceos secos e ou salgados; semiconservas de pescado, moluscos e crustáceos, mantidos sob refrigeração os valores de  $10^2$  NMP/g para coliformes a 45 °C (Brasil, 2001) (Tabela 4).

Tabela 4 - Padrões microbiológicos para pescado e produtos de pesca

| Grupo de alimentos   | Micro-organismo                        | Tolerância            |
|--|--|-----------------------|
| - Pescado, ovas de peixes, crustáceos e moluscos cefalópodes “ <i>in natura</i> ”, resfriados ou congelados não consumido cru; | <i>Staphylococcus</i> coag. positiva/g | $10^3$ UFC/g          |
|  | <i>Salmonella</i> sp/25g               | Ausência              |
| - Pescado, moluscos e crustáceos secos e ou salgados;  | Coliformes a 45° C/g                   | $10^2$ NMP/g          |
| - Semiconservas de pescado, moluscos e crustáceos, mantidas sob refrigeração (marinados, anchovados ou temperados)             | <i>Staphylococcus</i> coag. positiva/g | $5 \times 10^2$ UFC/g |
|  | <i>Salmonella</i> sp/25g               | Ausência              |

Fonte: Brasil (2001).

Ogawa *et al.* (2008) verificaram a ausência de bactérias patogênicas, tais como: *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* e *V. cholerae* em amostras de carne de caranguejo-uçá pasteurizadas e sem a aplicação da pasteurização.

Para determinar a estabilidade de certos alimentos processados e a qualidade da carne de caranguejo é importante analisar também a Atividade de Água (Aa) (Tabela 5), pois, conforme Cereser *et al.* (2008) esse parâmetro reflete o grau de ligação da água aos componentes do material, estando indisponível para o crescimento de micro-organismos e as reações bioquímicas (oxidação lipídica, reações enzimáticas, etc). Valores de Aa abaixo de 0,60 não ocorre crescimento microbiano (FRAZIER; WESTHOFF, 2003).

Tabela 5 - Valores de Aa onde ocorre a multiplicação de microrganismos importantes em alimentos

| <b>Microrganismos</b>                    | <b>Aa</b> |
|--|-----------|
| <i>Pseudomonas</i> spp.                  | 0,97      |
| <i>Salmonella</i> spp.                   | 0,95      |
| <i>Escherichia coli</i>                  | 0,96      |
| <i>Clostridium botulinum</i> tipos A e B | 0,94      |
| A maioria das leveduras                  | 0,88      |
| A maioria dos mofos                      | 0,80      |
| Bactérias halofílicas                    | 0,75      |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i>           | 0,94      |
| <i>Staphylococcus aureus</i>             | 0,86      |

Fonte: Frazier e Westhoff (2003).

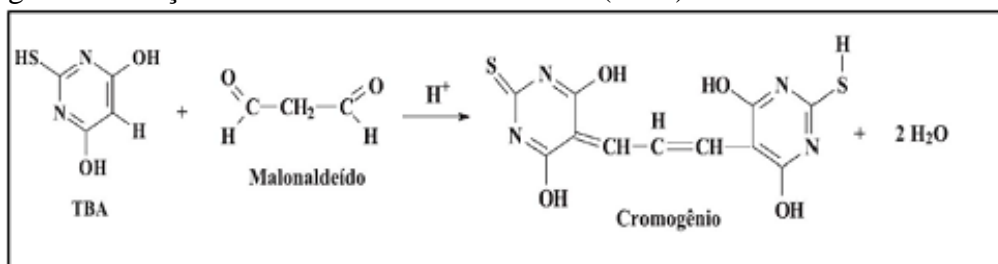
### 2.3.2 Análises químicas

#### 2.3.2.1 Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

Os ácidos graxos presentes em carne de crustáceos podem sofrer um processo de oxidação resultando em compostos como aldeídos, cetonas, alcanos, hidrocarboxilos e alcoóis que refletem o estado de deterioração do produto (FRANKEL; SELKE, 1981).

A análise do índice de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formados durante o processo oxidativo. O malonaldeído é um dialdeído de três carbonos, com grupos carbonilas nos carbonos C-1 e C-3 (CECCHI, 1999; MEHLENBACHER, 1960). A formação do composto TBA-MDA, na proporção de 2:1, é provavelmente iniciada pelo ataque nucleofílico, envolvendo o carbono 5 do TBA e o carbono 1 do MDA, seguido de desidratação e reação similar subsequente do composto intermediário com uma segunda molécula de TBA, na proporção de 1:1 (Figura 5) (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

Figura 5 - Reação entre o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) e o malonaldeído



Fonte: Osawa, Felício e Gonçalves (2005).

Na análise do índice de ácido 2-tiobarbitúrico é feita a medida da absorbância de um complexo rosa formado entre o TBA e MDA a 532 nm de comprimento de onda (esse comprimento de onda pode variar de acordo com a metodologia entre 500 a 550 nm). Vários compostos como o  $\alpha$ ,  $\beta$ -aldeídos e outros não voláteis formados pela oxidação também reagem com o TBA. Por isso, essa análise é conhecida como TBARS (do inglês: *Thiobarbituric acid reactive substances*) (SHAHIDI; WANASUNDARA, 2002). Patton, Keeney e Kurtz (1951) foram os pioneiros na aplicação desse método em leite e produtos lácteos.

A extração da amostra é feita em ácido tricloroacético (TCA) antes da reação com TBA, com esse procedimento evita a exposição da matriz cárnea diretamente ao tratamento térmico.

Os resultados são expressos em unidades de absorbância por unidade de massa de amostra ou em “valor de TBA” ou “número de TBA”, definidos como a massa, em mg, de malonaldeído por kg de amostra (SINNHUBER; YU, 1958; ROBARDS; KERR; PATSALIDES, 1988; ANGELO, 1996; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

A quantificação de malonaldeído é feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas de malonaldeído. Os padrões mais frequentemente utilizados são 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) e 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) que, nas condições ácidas do teste, sofrem hidrólise, resultando na liberação do malonaldeído. (SINNHUBER; YU, 1958; ROBARDS; KERR; PATSALIDES, 1988; ANGELO, 1996; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). Apesar da reação não ser específica e estar sujeita à ação de interferentes (ALMANDÓS *et al.*, 1986) ela é a mais empregada em estudo sobre pescado, tanto pela simplicidade quanto pela eficiência com que se correlaciona com os eventos oxidativos dos lipídios.

A legislação brasileira não estabelece valores limites de TBARS acima dos quais o pescado está oxidado em relação ao teor lipídico e/ou impróprio ao consumo como ocorre com o BVT (Nitrogênio das Bases Voláteis Totais) (WILKINSON *et al.*, 2001). Porém, Osawa, Felício e Gonçalves (2005) examinaram valores do índice TBA com relação à análise sensorial. Foi constatado que para peixes congelados, com índices menores do que 0,6 mg/kg de malonaldeído os exemplares eram considerados não rancificados e entre 0,7 a 1,4 seria de qualidade aceitável e maiores do que 1,5 apresentavam-se ligeiramente rancificados. Contudo, os valores de TBA variam bastante, pois dependem do perfil de ácidos graxos e das limitações dos testes.

Algumas medidas de controle utilizadas para minimizar a oxidação lipídica podem ser a remoção do oxigênio, inativação das enzimas, proteção contra a luz e íons metálicos, ou a adição de antioxidantes (BRUM, 2009).

#### **2.4 Produtos desidratados por liofilização e novas tecnologias de aproveitamento da carne de caranguejo-uçá**

O consumo mundial de pescado per capita aumentou de 9,9 kg em 1960 para aproximadamente 19,2 kg em 2012. Esse crescimento ocorre por uma combinação de crescimento populacional, aumento de renda, urbanização, facilitado pela expansão da produção e distribuição do pescado. Além disso, esse aumento ocorre devido à preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis, com baixa concentração de gordura saturada e elevada qualidade protéica, o que contribui para o aumento da demanda do consumo de pescado. No Brasil este consumo situa-se próximo a 12 kg/habitante/ano (FAO, 2014). Observa-se, também, a nível mundial e no Brasil, a tendência ao aumento da demanda por produtos de valor agregado, os quais oferecem como características, maior conveniência, praticidade, disponibilidade e que preservam as características nutricionais e sensoriais dos produtos *in natura* ou industrializados. Outras características importantes avaliadas pelos consumidores são a segurança do alimento e a extensão do tempo de vida útil (GALVÃO, 2014).

Os produtos de valor agregado são aqueles comercializados na forma de cortes especiais, “prontos para consumo”, empanados, sopas, com adição de molhos, pré-cozidos e liofilizados. Esses produtos de maior valor comercial são obtidos através de um processo tecnológico que modifica sua composição, acondicionamento, apresentação, facilitando o

modo de preparo e/ou de servir (LIMA; DERKRI, 2002) e asseguram as condições adequadas de higiene do produto, ocasionando poucas alterações nas suas características nutricionais e sensoriais (ARAÚJO *et al.*, 2000). Em relação a produtos derivados de caranguejo, atualmente, observa-se apenas as “patinhas de caranguejo” e a carne congelada.

A liofilização é um dos processos tecnológicos de alimentos que vem ganhando destaque a cada dia. Caracteriza-se por permitir a redução da atividade de água (Aa) a níveis que inibem o desenvolvimento de micro-organismos (MURGATROYD *et al.*, 1997). Pode também reduzir a velocidade de alterações enzimáticas, porém é o processo que melhor preserva o aroma e sabor dos alimentos quando comparado à matéria-prima que lhe deu origem. Esse processo é um tipo particular de desidratação que ocorre por sublimação. Para realizá-lo, congela-se o produto, colocando-o em temperatura e pressão inferiores as do ponto triplo da água (0,0099°C e 610,5 Pa). O alimento congelado é colocado no liofilizador (uma câmara) que opera sob vácuo e remove a umidade por sublimação até um conteúdo de umidade final menor que 3,0 % (base úmida) quando, então, é imediatamente embalado para evitar adsorção da umidade do ambiente (VODOVOTZ; BOURLAND, 2002).

Nesse processo, a liofilização é comumente utilizada em alimentos com aroma marcante e que possuem textura delicada, como o café, cogumelos, ervas aromáticas, especiarias, sucos de frutas, carnes, pescado, verduras e dietas completas para uso de atletas. Além desses alimentos a liofilização é empregada em culturas microbianas utilizadas na indústria de alimentos e também na indústria farmacêutica (ROCHA, 2010).

A liofilização de alimentos tem destaque na desidratação de frutas como banana, abacaxi e manga que podem ser consumidos tanto com a sua reidratação quanto, podem ser utilizados como importantes ingredientes para a formulação de outros alimentos, como aditivos em cereais, sorvetes, alimentos dietéticos, entre outros. Dessa forma percebe-se que os produtos desidratados passaram a conquistar novos mercados de consumo (MELONI, 2003).

No Brasil, poucas pesquisas foram desenvolvidas com pescado liofilizado. Registra-se a elaboração de farinha obtida do resíduo de camarão utilizada na formulação de produtos alimentares com alto teor de proteína destinadas a alimentação humana e animal (BRASILEIRO *et al.*, 2012), bem como a liofilização do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (ROCHA, 2010) como forma de agregar valor ao mesmo. A nível mundial, Lihong; Feng e Junyong (2012) avaliaram as mudanças físicas, capacidade de reidratação e a composição de ácidos graxos de um tipo de caranguejo (*Eriocheir sinensis*), liofilizado e

concluíram que este método pode ser promissor para o processamento de alto valor agregado para essa espécie de caranguejo. Vale ressaltar, porém, que até o presente momento não foi encontrado na literatura mundial e no Brasil, pesquisas com liofilização da carne do caranguejo-uçá.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Matérias-primas

A carne de caranguejo-uçá (*Ucides Cordatus*) foi adquirida em supermercados localizados em Fortaleza-CE Brasil, sob a forma congelada, sendo transportada em caixas isotérmicas para o Laboratório de Carnes e Pescado no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará e armazenada em freezer à uma temperatura de -20°C, aproximadamente, até o processamento dos produtos. Foram desenvolvidos dois produtos: “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada”. Os demais componentes das formulações deste produto foram obtidos no comércio local (Fortaleza – Ceará).

#### 3.2 Processamento da “carne de caranguejo liofilizada”

O processo de liofilização da carne de caranguejo-uçá iniciou-se com descongelamento da carne e divisão em porções de aproximadamente 150 g, colocadas em bandejas de aço inoxidável (18 cm de diâmetro), do próprio liofilizador (Figura 6). A seguir as porções foram submetidas ao congelamento em ultrafreezer vertical (Terroni Equipamentos Científicos LTDA), a aproximadamente, - 40 °C por 24 h. As amostras congeladas foram liofilizadas em liofilizador (modelo - LS3000, Terroni Equipamento Científicos LTDA) a uma pressão de 99 µHg, aproximadamente, por 24 h .

Figura 6 - Modelo do Liofilizador utilizado (LS3000, da empresa Terroni Equipamento Científicos LTDA)



Fonte: elaborada pela autora.

As amostras liofilizadas foram acondicionadas em dois tipos de embalagem:

a) embalagem laminada: alumínio/PET + adesiva (ADH) + alumínio+ ADH+ PE filme com espessura de 970 µm. Dimensão (mm): 180 (altura) X 80 (comprimento) X 50 (largura).

b) embalagem plástica: tereftalato de polietileno (PET) + Polímero/PET + polietileno (PE), uma película transparente com a espessura de 210 µm. Dimensão (mm): 195 (altura) X 100 (comprimento) X 60 (largura).

Essas embalagens foram seladas em seladora (Ap500 Digital TecMaq®) e armazenadas à temperatura ambiente ( $\pm 28^{\circ}\text{C}$ ) por 240 dias.

### 3.3 Etapa 1 - Processamento da “casquinha de caranguejo liofilizada”: testes preliminares para adequação das formulações.

Foram realizados quatro testes preliminares: A, B, C e D, para adequação das formulações, conforme consta na Tabela 6.

Tabela 6 - Formulações preliminares da “Casquinha de caranguejo” a ser liofilizada

| Amostra | Descrição dos componentes das formulações  |
|---------|--|
| A       | Formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos <i>in natura</i> ;            |
| B       | Formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;                 |
| C       | Formulação contendo carne de caranguejo, condimentos <i>in natura</i> sem adição de farinha de mandioca; |
| D       | Formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.     |

Fonte: elaborada pela autora.

As formulações apresentaram variações relativas ao tipo de condimentos - *in natura* ou desidratados e, quanto ao percentual dos demais ingredientes, e em especial quanto à adição ou não de farinha de mandioca (Tabela 7). Para adequação das formulações foram observados os principais ingredientes presentes na maioria das “casquinhas de caranguejo” comercializadas nos restaurantes em Fortaleza/CE e também da formulação sugerida por Arimatea *et al.* (2010).



Tabela 7 - Formulações da “casquinha de caranguejo” (%)

| <b>Componentes (%)</b>  | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Carne de caranguejo-uçá   | 60       | 60       | 80       | 80       |
| Farinha de mandioca   | 20       | 20       | nc       | nc       |
| Tomate  | 15       | 18       | 15       | 18       |
| Condimentos <i>in natura</i> e desidratados (Sal, pimenta branca, alho, cebola, urucum, cheiro verde, azeite) | 5        | 2        | 5        | 2        |

Fonte: elaborada pela autora.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

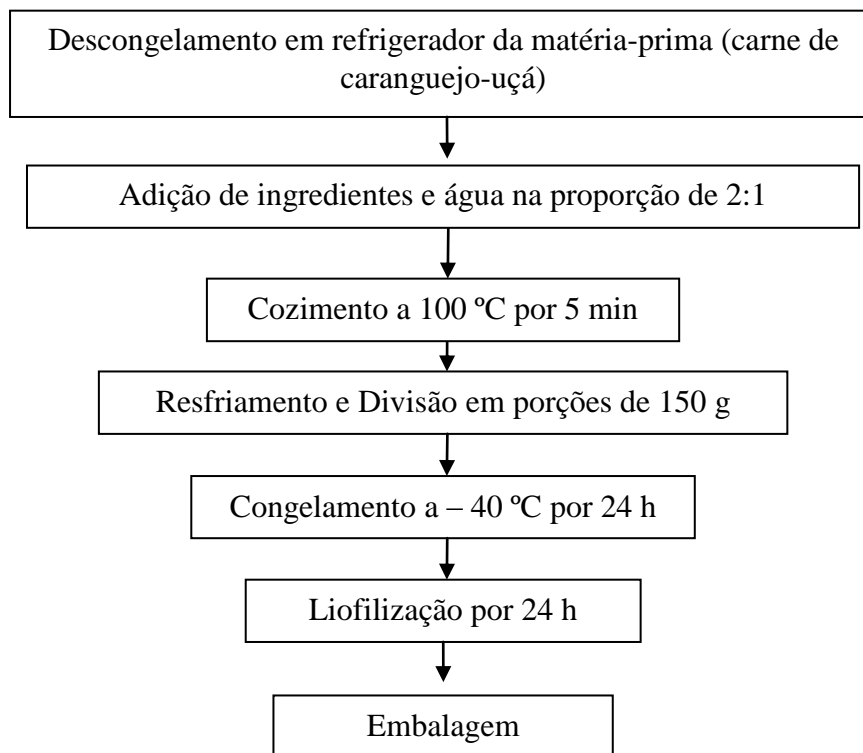
D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

nc = não contém

Os ingredientes de cada formulação foram homogeneizados com a adição de 150 ml de água e depois aquecidos a 100 °C, aproximadamente, em fogão semi-industrial, por 5 minutos. Após o resfriamento o material aquecido foi dividido em porções de  $\pm 150$  g e colocado em bandejas de aço inoxidável (18 cm de diâmetro) para ser previamente congelado, liofilizado e embalado com operações similares à da carne liofilizada, item 3.2.

A elaboração das “casquinhas de caranguejo liofilizadas” seguiu o fluxograma mostrado na Figura 7. Antes e após o processo de liofilização, realizou-se a pesagem das bandejas contendo a formulação da “casquinha de caranguejo” para posterior avaliação do rendimento das amostras.

Figura 7 - Fluxograma para elaboração de “casquinha de caranguejo”



Fonte: elaborada pela autora.

### 3.3.1 Análise Sensorial

Após a aprovação do projeto pelo comitê de ética (CAAE: 48829815.2.0000.5054) e do resultado da análise microbiológica, as quatro formulações, da etapa 1, foram submetidas à análise sensorial para seleção da formulação de melhor aceitação pelos provadores, a ser desenvolvida na etapa 2.

Foram aplicados os testes de: aceitabilidade para avaliar os atributos de cor, aroma, sabor, textura e impressão global utilizando uma escala hedônica de nove pontos, ancorada nos extremos (9 “gostei muitíssimo” até 1 “desgostei muitíssimo”); Teste de intenção de compra utilizando a escala estruturada de 5 pontos, onde 5 representava “certamente compraria”, e 1 “certamente não compraria”. Foi ainda aplicado o teste de preferência (teste de ordenação), todos conforme Stone e Sidel (1993), cujos formulários constam do APÊNDICE B.

Inicialmente, os estudantes e funcionários da Universidade Federal do Ceará foram convidados a realizar os testes sensoriais e somente participaram dos testes após assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido afirmando não possuir alergia/intolerância ao consumo de qualquer alimento (APÊNDICE C). Foram dispensados da

pesquisa aqueles que declararam possuir intolerância/alergia a qualquer produto alimentício pesqueiro e os que afirmaram não gostar de carne de caranguejo. Dessa forma os testes foram realizados com 33 provadores.

Antes das amostras serem servidas aos provadores as formulações das “casquinhas de caranguejo” liofilizadas foram reidratadas com adição de 4 ml de água para cada um 1 g de amostra e deixadas em repouso durante 5 minutos para absorção da água, sendo em seguida aquecidas, aproximadamente, à 100 °C por 1 minuto em fogão semi-industrial e apresentadas aos provadores (5 g de cada amostra em copos descartáveis de 50 ml), em cabines individuais, para serem avaliadas. Essas amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas de acordo com o delineamento de blocos completos casualizados (APÊNDICE D).

### **3.4 Etapa 2 - Processamento e análises da “casquinha de caranguejo liofilizada” selecionada na Etapa 1 - Formulação definitiva.**

A formulação da “casquinha de caranguejo” do teste preliminar – Etapa 1, a qual obteve melhor aceitação pelos consumidores, definida pela análise sensorial, foi novamente elaborada em quantidade suficiente para ser submetida às análises das características físico-químicas, nutricionais e microbiológicas durante 0, 60 e 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Para as análises de estabilidade oxidativa (TBARs) até 120 dias e o acompanhamento do perfil dos voláteis os produtos foram avaliados até 240 dias.

## **3.5 Análises**

### **3.5.1 *Rendimento dos produtos liofilizados***

O rendimento dos produtos liofilizados foi calculado a partir da diferença da quantidade de massa obtida no final do processo de liofilização, em relação à massa inicial da amostra (equação 1).

$$\text{Rendimento (\%)} = \left( \frac{\text{PL}}{\text{AM}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde: PL = massa do produto após a liofilização (g);

AM = massa da amostra antes da liofilização (g).

### 3.5.2 *Atividade de água (Aa)*

A atividade de água foi avaliada nos produtos liofilizados no tempo zero e após 120 dias de armazenamento, à temperatura ambiente, utilizando-se o equipamento AquaLab 4 TEV, à temperatura de 25 °C. O equipamento foi calibrado com água destilada.

### 3.5.3 *Análises microbiológicas*

As análises microbiológicas constaram de pesquisa de *Salmonella* spp, contagem de *Staphylococcus aureus* positiva e coliformes termotolerantes (APHA, 1995), às quais foram realizadas na carne de caranguejo-uçá congelada (matéria-prima), nas quatro formulações preliminares de “casquinha de caranguejo liofilizada” (tempo zero) Etapa 1, antes de serem submetidas à análise sensorial, e na “casquinha de caranguejo liofilizada” desenvolvida no teste definitivo, Etapa 2, também anterior às análises sensoriais, conforme o código de ética. Neste último produto estas análises foram realizadas no tempo zero e após 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

### 3.5.4 *Análise Sensorial*

Foi procedida de modo similar ao que consta do item 3.3.1 da Etapa 1, ou seja, foram aplicados os testes de escala hedônica e intenção de compra e conforme Stone e Sidel (1993), no tempo zero e após 120 dias de estocagem à temperatura ambiente.

### 3.5.5 *Capacidade de absorção de água*

A capacidade de absorção de água (CAA) foi determinada de acordo com o método descrito por Beuchat (1977). Os tubos de centrífuga de 50 ml, previamente tarados

foram adicionados de  $\pm 1$  g de cada produto liofilizado e pesados e depois de adicionados 10 ml de água destilada agitou-se a suspensão por 30 segundos e após repouso por 30 minutos foi centrifugada a 8,5 kgf durante 15 minutos. O sobrenadante foi descartado e os tubos foram invertidos por 10 minutos para drenar a água. Após nova pesagem, verificou-se o ganho em massa o qual foi utilizado para determinar a capacidade de absorção de água em g / g (amostra) conforme a equação (2).

$$CAA \text{ (g/g amostra)} = \frac{(PC - PT)}{PA} \quad (2)$$

Onde: PC = massa do tubo com amostra após centrifugação (g);

PT = massa do tubo mais amostra seca (g);

PA = massa da amostra seca (g).

### 3.5.6 *Composição centesimal*

Foram realizadas as análises de umidade, cinzas e proteína seguindo a metodologia descrita pela AOAC (2005). O teor de lipídios totais foi avaliado pelo método descrito por Bligh e Dyer (1959), enquanto os carboidratos foram calculados por diferença. O detalhamento das análises consta do APÊNDICE E.

### 3.5.7 *Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS*

As análises seguiram a metodologia descrita por Raharjo, Sofos e Schmidt (1992) modificada por Facco (2002). A análise dos TBARS foi realizada na matéria-prima (carne de caranguejo-uçá) e, nos produtos liofilizados, nos tempos: 0, 60 e 120 dias de armazenamento. Para a obtenção de extrato pesou-se 10 g de carne de caranguejo-uçá e 2 g dos produtos liofilizados (“casquinha de caranguejo” e “carne de caranguejo liofilizada”). Adicionou-se a cada amostra 1 ml de BHT 0,15% e 40 ml de TCA 5%, homogeneizando-se por 1 minuto, e centrifugou-se, à temperatura de 4 °C durante 10 minutos a 9,95 kgf. O sobrenadante foi filtrado em papel filtro e transferido para um balão volumétrico de 50 ml e ajustado o volume com TCA 5%. Em seguida foi retirado uma alíquota de 2 ml dessa solução para um tubo de ensaio com tampa e adicionado mais 2 ml da solução de TBA 0,08 M em ácido acético a 50%

e levado para o banho-maria à  $94 \pm 1$  °C por 50 minutos, seguido de resfriamento imediato em banho de gelo, após o qual realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro em comprimento de onda 531 nm. O N° de TBARS foi calculado conforme a equação (3).

$$\text{Nº de TBARS (mg MDA/kg de carne)} = \frac{25 \times C}{P} \quad (3)$$

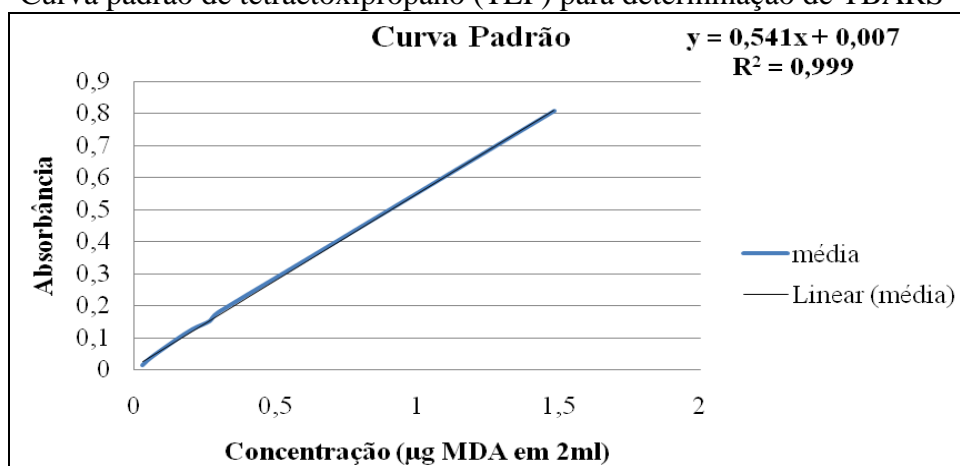
Onde: P = massa da amostra (g);

25 = fator de diluição.

C = concentração correspondente à absorbância na curva padrão ( $\mu\text{g}$  de MDA/2 ml);

A curva padrão (Figura 8) foi obtida utilizando oito alíquotas (0,1 ml, 0,2 ml, 0,5 ml, 0,7 ml, 0,9 ml, 1,0 ml, 2,0 ml e 5,0 ml) de solução de tetraetoxipropano (TEP) em concentração de 0,0001 M, e cada volume foi colocado em balões volumétricos de 50 ml e seu volume completado com ácido tricloroacético a 5%. Destas soluções foram retiradas alíquotas de 2 ml e transferidos para tubos de ensaio com tampas e adicionado a eles 2 ml de ácido 2-tiobarbitúrico a 0,08 M. Os tubos fechados foram levados ao banho-maria por 50 minutos e resfriados imediatamente em banho de gelo. Após o resfriamento foi feita leitura em espectrofotômetro a 531 nm.

Figura 8 - Curva padrão de tetraetoxipropano (TEP) para determinação de TBARS



Fonte: elaborada pela autora.

### 3.5.8 Avaliação do Perfil de aminoácidos

O perfil de aminoácidos das amostras foi analisado de acordo com o método descrito por White, Hart e Fry, (1986). Os aminoácidos foram determinados em amostra previamente hidrolisada em ácido clorídrico bidestilado 6 N, seguida de derivação pré-coluna dos aminoácidos livres com fenilisotiocianato (PITC). A separação dos derivativos feniltiocarbamil-aminoácidos (PTC-aa) foi realizada em cromatógrafo líquido de alta resolução (VARIAN, Waters 2690, Califórnia, USA) acoplado com coluna de fase reversa C18 (PICO-TAG, 3,9 x 150 mm).

As fases móveis empregadas constituíram de um tampão acetato de concentração 0,0011 g.ml<sup>-1</sup> e pH 6,4 e uma solução de acetonitrila a 60%. A injeção da amostra (20 µl) foi efetuada manualmente e a detecção ocorreu a 254 nm. A separação cromatográfica foi realizada a um fluxo constante de 1 mL.min<sup>-1</sup>, à temperatura de 35 °C. O tempo de corrida cromatográfica foi de 21 minutos.

A curva de calibração foi construída com dez pontos, traçando-se um gráfico das alturas dos picos obtidos pela injeção de 20 µl da solução de aminoácido preparada numa faixa de 0,1875 µmol.ml<sup>-1</sup> a 0,25 µmol.ml<sup>-1</sup>. Em cada curva de calibração, o primeiro ponto correspondeu ao limite de quantificação nas condições empregadas, ou seja, a menor quantidade detectável pelo método.

### 3.5.9 Avaliação do Perfil de ácidos graxos

Na determinação dos ácidos graxos das amostras: carne congelada de caranguejo-uçá (matéria-prima), “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” (Formulação D- etapa 2) seguiram-se a metodologia descrita Hartman e Lago (1973). Nesse método, em um tubo de ensaio, pesava-se 100 mg do óleo extraído na quantificação dos lipídios pelo método Bligh e Dyer (1959) de cada amostra, adicionando-se 3 ml n-hexano para solubilizar a amostra e 4 ml da solução NaOH 0,5 M. O tubo era fechado e aquecido em banho-maria à temperatura entre 65 - 70 °C até dissolver os glóbulos de gordura e a solução ficar transparente (5 minutos). Em seguida o tubo era resfriado em água corrente e adicionava-se 5 ml da solução esterificante (10 g de NH<sub>4</sub>Cl, 300 ml de metanol e 15 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e após ser tampado foi agitado por 30 segundos e novamente aquecido em banho-maria (65 - 70 °C) por 5 minutos, sendo então resfriado em água corrente. Em seguida, os

tubos foram adicionados 4 ml de solução saturada de NaCl, agitando-se vigorosamente por 30 segundos em agitador tipo vortex e adição de 3 ml de n-hexano, novamente agitado por mais 30 segundos, deixando-se separar as fases. Em seguida, foi retirado 1 µl da fase superior e injetado no cromatógrafo.

As fases ésteres foram analisadas em cromatógrafo GC-FID, Thermo, coluna Carbowax (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), gás de arraste N<sub>2</sub>, 1,0 mL.min<sup>-1</sup>, split (10 mL.min<sup>-1</sup>). Rampa: temperatura inicial de 50 °C, mantida por 2 minutos e em seguida com incremento de 4 °C.min<sup>-1</sup> até atingir 220 °C, permanecendo nessa temperatura por 15 minutos. À temperatura do injetor foi de 250 °C e do detector de 260 °C. Os picos do cromatograma foram integrados manualmente por comparação com os padrões de referência (Supelco<sup>®</sup> 37 compostos FAME Mix).

### ***3.5.10 Avaliação dos compostos voláteis***

Para a análise dos compostos voláteis, utilizou-se um cromatógrafo a gás Shimadzu GC-MS QP2010, equipado com uma coluna capilar Zebron ZB-5MS (5% difenil-95% PDMS) (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), injetor split/splitless e detector por espectrometria de massa. Para o GC-MS utilizou-se como carreador o gás hélio a uma vazão de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. O programa utilizado foi com temperatura inicial do forno de 40 °C (1 minuto) seguido de aquecimento a uma taxa de 5 °C.min<sup>-1</sup> até atingir 240 °C. A injeção foi realizada no modo splitless, com temperatura do injetor de 250 °C. O espectrômetro de massas foi operado no modo de impacto de elétrons (EI) a 70 eV, sendo utilizado o modo SCAN. À temperatura da interface e da fonte de ionização foi fixada em 270 °C e 260 °C, respectivamente.

Para a extração dos compostos seguiu as seguintes condições: utilizou-se uma fibra CAR/PDMS com espessura de filme 75 µm; o tempo de dessorção no injetor do GC-MS foi de 20 minutos, utilizando-se o modo headsapce (HS-SPME) e com os seguintes parâmetros: volume do frasco de 15 ml; volume de água adicionada à amostra, 2 ml; massa da amostra, 0,20 g, aproximadamente, tempo de extração de 40 minutos a uma temperatura 25 °C.



### ***3.5.11 Análises Estatísticas***

Os resultados obtidos nas análises foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste de Tukey a 5% de significância, para comparação das médias.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Rendimento dos produtos liofilizados

O rendimento das diversas formulações de “casquinha de caranguejo liofilizada” variou de 18,18% a 29,52%, diferindo significativamente, em todas as formulações. Aquelas que continham farinha de mandioca (A, B) apresentaram, após o processo de liofilização, rendimentos superiores quando comparados com as formulações C e D que não continham este ingrediente (Tabela 8).

Tabela 8 - Rendimento das formulações elaboradas após o processo de liofilização

| Formulações | Rendimento %              |
|-------------|---------------------------|
| <b>A</b>    | 29,52 ± 2,27 <sup>a</sup> |
| <b>B</b>    | 28,20 ± 0,60 <sup>b</sup> |
| <b>C</b>    | 18,79 ± 2,10 <sup>c</sup> |
| <b>D</b>    | 18,18 ± 1,23 <sup>d</sup> |

Fonte: dados da autora.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

Para o rendimento da “carne de caranguejo liofilizada” (19,07%) e da “casquinha de caranguejo liofilizada” (18,18%) da formulação definitiva não foi observado diferença significativa entre estes produtos (Tabela 9).

Tabela 91 - Rendimento da carne de caranguejo liofilizada e da “casquinha de caranguejo” liofilizada selecionada (Formulação D - Etapa 2)

| Amostras liofilizadas  | Rendimento %              |
|--|---------------------------|
| “Carne de caranguejo liofilizada”                                    | 19,07 ± 2,11 <sup>a</sup> |
| “Casquinha de caranguejo liofilizada” formulação definitiva -Etapa 2 | 18,18 ± 0,22 <sup>a</sup> |

Fonte: elaborada pela autora.

### 4.2 Atividade de água (Aa)

Os valores da atividade de água para a carne de caranguejo-uçá congelada, utilizada como matéria-prima e dos produtos liofilizados, durante o período de armazenamento de 0 a 120 dias, são mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 - Avaliação de atividade de água (Aa) da carne de caranguejo congelada, “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” durante o período de 0, 60 e 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente

| Tempo de armazenamento (dias) | Carne congelada (matéria-prima) | “Carne de caranguejo liofilizada” | “Casquinha de caranguejo” liofilizada |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 0                             | $0,97 \pm 0,05$                 | $0,13 \pm 0,02^c$                 | $0,10 \pm 0,01^c$                     |
| 60                            | nd                              | $0,29 \pm 0,08^b$                 | $0,20 \pm 0,07^b$                     |
| 120                           | nd                              | $0,43 \pm 0,05^a$                 | $0,36 \pm 0,02^a$                     |

Fonte: elaborada pela autora.

nd = não determinado

Letras diferentes na mesma coluna indicam que as médias diferem estatisticamente entre os tempos analisados ( $p < 0,05$ ).

Os valores da Aa nos produtos recém-liofilizados (0 e 60 dias) situaram-se abaixo do valor descrito na literatura (0,3) para alimentos desidratados (VITALI; QUAST, 1996). Entretanto, após 120 dias houve um aumento da Aa ficando estes valores ainda abaixo do valor de 0,6 que garante a inocuidade dos produtos, pois ocorre inibição do crescimento microbiano (ABBAS *et al.*, 2009). Para a carne de caranguejo liofilizada houve diferença estatística durante os períodos de armazenagem (0, 60 e 120 dias), mas o mesmo não ocorreu em relação à “casquinha de caranguejo liofilizada”.

Em estudo realizado por Fuchs *et al.* (2015) ocorreu um comportamento semelhante em croquetes liofilizados elaborados com carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), quer para o controle (CMS, farinhas de trigo e centeio e temperos) ou para a formulação enriquecida com farinha de linhaça. Nesses produtos a atividade de água aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ), do tempo zero e 240 dias de armazenamento, variando entre 0,1666 e 0,5392 (amostra controle) e 0,0554 e 0,5415 (amostra enriquecida), respectivamente.

### 4.3 Capacidade de absorção de água

A capacidade de absorção de água dos produtos da Etapa 1 – Testes preliminares, foi maior nas formulações que continham farinha de mandioca, correspondendo aos tratamentos A e B (Tabela 11). A formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca (D) e a “carne de caranguejo liofilizada” diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais amostras.

Brasileiro *et al.* (2012) analisaram a capacidade de absorção de água em farinha liofilizada de resíduo de camarão, encontrando valores de 3,53 g de água/g de produto.

Tabela 21 - Capacidade de absorção de água das quatro formulações A, B, C e D e da “Carne de caranguejo liofilizada”

| Amostra                           | g de água/ g do produto   |
|-----------------------------------|---------------------------|
| A                                 | 4,11 ± 0,13 <sup>a</sup>  |
| B                                 | 4,00 ± 0,08 <sup>ab</sup> |
| C                                 | 3,94 ± 0,43 <sup>b</sup>  |
| D                                 | 3,59 ± 0,80 <sup>c</sup>  |
| “Carne de caranguejo liofilizada” | 2,86 ± 0,82 <sup>d</sup>  |

Fonte: dados da autora.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

#### 4.4 Análises microbiológicas

Os resultados da análise microbiológica dos produtos liofilizados (Tabela 12) indicaram, para todas as amostras, ausência de *Salmonella* em 25 g e contagem de Coliformes a 45 °C menor que três. A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva para a carne de caranguejo-uçá congelada (matéria-prima) foi de  $1,7 \times 10^5$  UFC/g, situando-se, portanto, acima dos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), conforme a Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001 que determina o limite de  $10^3$  UFC/g (BRASIL, 2001). Este resultado é consequência da forma (manual) da retirada da carne de caranguejo, pois é realizada após os caranguejos já terem sofrido um cozimento rápido. Deste modo a contaminação de *Staphylococcus* coagulase positiva presente na carne de caranguejo-uçá comercializada congelada pode ser resultante de inadequada manipulação durante a extração artesanal da carne, conforme observado por Dias *et al.* (1999). Essa operação pode ser fonte de contaminação, principalmente de *Staphylococcus* que tem por habitat a pele, as fossas nasais, a garganta e o cabelo do homem (VIEIRA; TORRES, 2004). Dias *et al.* (1999) sugerem que o uso de luvas e a aplicação de boas práticas de higiene, aliados à manutenção de temperatura adequada e resfriamento rápido da carne evitariam esse problema, porém nem sempre isto acontece com relação aos manipuladores.

Vale ressaltar, entretanto, que após os processos de aquecimento e liofilização das quatro formulações de “casquinha de caranguejo liofilizadas” elaboradas, a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva foi reduzida para menor que dez. Observa-se, portanto, que

estas operações de aquecimento e da remoção da água disponível do alimento, na liofilização, tornaram estes alimentos seguro para o consumo.

Tabela 12 - Análises microbiológicas da carne de caranguejo-uçá utilizada como matéria-prima e das formulações liofilizadas

| “casquinha de caranguejo liofilizadas” e tempo de armazenagem | Micro-organismos pesquisados |                           |  |
|---|------------------------------|---------------------------|--|
|   | <i>Salmonella</i> em 25g     | Coliformes a 45°C (NMP/g) | <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g) |
| Matéria-prima (Carne de caranguejo-uçá congelada)             | Ausência                     | <3,0                      | 1,7x10 <sup>5</sup>                              |
| “casquinha de caranguejo liofilizada”                         |                              |                           |  |
| A   | Ausência                     | <3,0                      | <10  |
| B   | Ausência                     | <3,0                      | <10  |
| C   | Ausência                     | <3,0                      | <10  |
| D (tempo zero)  | Ausência                     | <3,0                      | <10  |
| D (120 dias de armazenagem)                                   | Ausência                     | <3,0                      | <10  |
| Padrões microbiológicos (Brasil, 2001)                        | Ausência                     | 10 <sup>2</sup> NMP/g     | 5x10 <sup>2</sup> UFC/g                          |

Fonte: elaborada pela autora.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

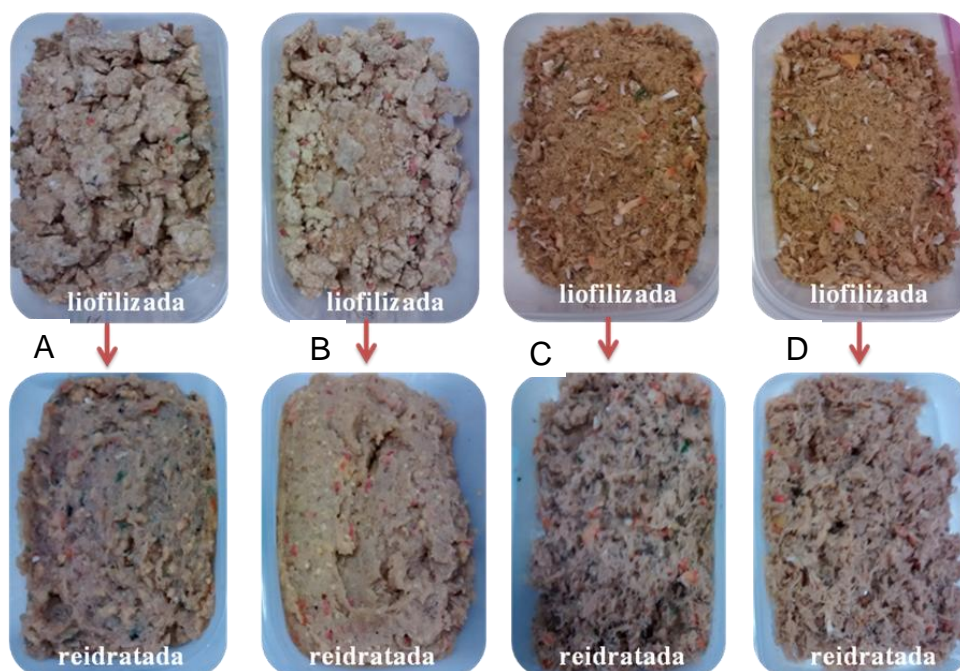
C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

#### 4.5 Análise sensorial

Dentre as quatro formulações avaliadas na análise sensorial (Testes preliminares) a “casquinha de caranguejo liofilizada” de melhor aceitação pelos consumidores foi a formulação D (contendo apenas carne e condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca), a qual foi avaliada nos tempos zero e após 120 dias de estocagem à temperatura ambiente. As amostras liofilizadas, após reidratação e aquecimento apresentaram aparência similar às casquinhas comerciais, prontas para o consumo, conforme podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9 - Formulações de “casquinhas de caranguejo liofilizadas” após a reidratação e aquecimento, a serem analisadas sensorialmente e selecionadas para o Teste Definitivo



Fonte: elaborada pela autora.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

As amostras A e B às quais continham farinha de mandioca em sua formulação, após o aquecimento apresentaram aspecto pastoso, provavelmente, em decorrência da gelatinização do amido da farinha de mandioca o que promoveu a baixa aceitação <70% dessas amostras pelos provadores quando comparadas a aceitação da Formulação D que foi >70% pois não continha aquele ingrediente.

Os resultados da avaliação sensorial para os atributos de cor, aroma, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de “casquinha de caranguejo liofilizada” (A, B, C e D) estão apresentados na Tabela 13. Para os parâmetros cor e aroma não foram observadas diferenças estatísticas entre as formulações ( $p > 0,05$ ). Entretanto, conforme os provadores, as formulações que continham condimentos desidratados (B e D), tiveram melhor aceitação em relação às que continham condimentos *in natura* A e C. Em relação aos parâmetros de sabor, textura e impressão global a formulação D apresentou as maiores médias, sendo a mais preferida pelos degustadores, diferindo estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das amostras A e C, porém não da amostra B.

Tabela 33 - Comparação entre as médias dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizadas

| Amostra  | COR                      | AROMA                    | SABOR                     | TEXTURA                   | IMPRESSÃO GLOBAL          |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>A</b> | 6,42 ± 1,97 <sup>a</sup> | 6,64 ± 1,64 <sup>a</sup> | 5,24 ± 1,87 <sup>b</sup>  | 5,61 ± 2,14 <sup>b</sup>  | 5,67 ± 1,81 <sup>b</sup>  |
| <b>B</b> | 6,36 ± 2,28 <sup>a</sup> | 6,36 ± 1,62 <sup>a</sup> | 6,15 ± 2,18 <sup>ab</sup> | 6,52 ± 2,11 <sup>ab</sup> | 6,36 ± 1,97 <sup>ab</sup> |
| <b>C</b> | 6,82 ± 1,65 <sup>a</sup> | 6,55 ± 2,08 <sup>a</sup> | 5,55 ± 2,21 <sup>b</sup>  | 5,30 ± 2,02 <sup>b</sup>  | 5,69 ± 2,01 <sup>b</sup>  |
| <b>D</b> | 7,06 ± 1,77 <sup>a</sup> | 7,24 ± 1,94 <sup>a</sup> | 7,00 ± 1,75 <sup>a</sup>  | 7,24 ± 1,14 <sup>a</sup>  | 7,06 ± 1,64 <sup>a</sup>  |

Fonte: elaborada pela autora.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

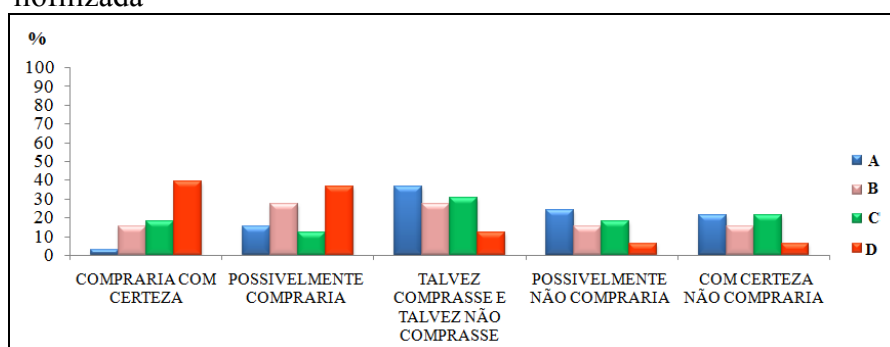
B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

Quanto à avaliação para “intenção de compra” a amostra D também apresentou as médias mais altas situando-se na faixa de “compraria com certeza” e “possivelmente compraria” totalizando assim 75,75%. As amostras que continha farinha na formulação (A e B) apresentou menores intenções de compra quando comparadas as que não continham este ingrediente (C e D). Em relação ao tipo de condimentos (desidratados e *in natura*) as amostras com condimentos desidratados (B e D) também apresentaram o maior percentual de intenção de compra (Figura 10).

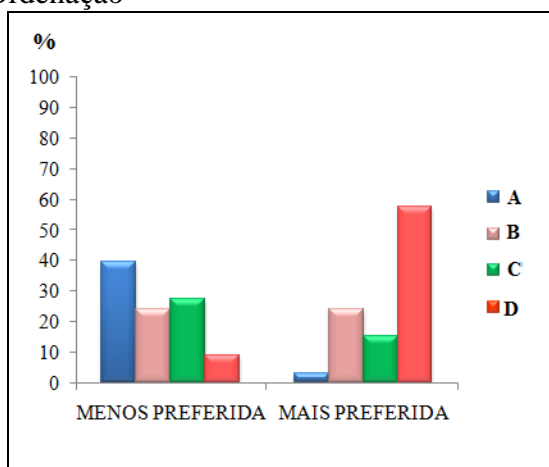
Figura 10 - Intenção de compra dos provadores para as quatro formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizada



Fonte: elaborada pela autora.

Conforme o teste de ordenação quando os degustadores foram solicitados para ordenar as amostras conforme a sua preferência o maior percentual dos provadores (57,58%) indicou a amostra D como a mais preferida e a amostra A (39,39%) como a menos preferida (Figura 11).

Figura 11 - Preferência dos provadores pelas formulações de “casquinha de caranguejo” liofilizada pelo teste de Ordenação



Fonte: elaborada pela autora.

Analisando as características sensoriais do produto liofilizado (Formulação definitiva D), de modo geral, todos os atributos apresentaram boa aceitação com média geral acima de sete. Após o período de armazenamento de 120 dias (Tabela 14), observa-se que os atributos cor e textura não diferiram significativamente ao longo do período de armazenamento estudado. Entretanto, houve diferenças significativas para os parâmetros aroma, sabor e impressão global.

Tabela 44 - Comparação entre as médias dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global da “casquinha de caranguejo liofilizada” em relação ao período de armazenamento à temperatura ambiente

| Tempo de armazenamento da “Casquinha de caranguejo” (dias) | Cor                      | Aroma                    | Sabor                    | Textura                  | Impressão Global         |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0  | 7,06 ± 1,77 <sup>b</sup> | 7,24 ± 1,94 <sup>a</sup> | 7,00 ± 1,75 <sup>b</sup> | 7,24 ± 1,14 <sup>a</sup> | 7,06 ± 1,64 <sup>b</sup> |
| 120 dias   | 7,85 ± 0,85 <sup>a</sup> | 7,82 ± 1,14 <sup>a</sup> | 7,88 ± 0,91 <sup>a</sup> | 7,39 ± 1,43 <sup>a</sup> | 7,76 ± 0,70 <sup>a</sup> |

Fonte: elaborada pela autora.

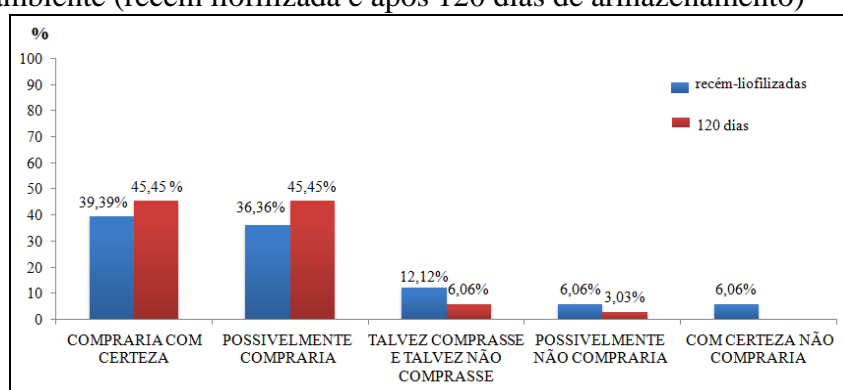
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 12, observa-se os resultados de intenção de compra da formulação D (Etapa 2) em relação ao período de armazenamento à temperatura ambiente (recém-liofilizadas - tempo 0 e após 120 dias. No tempo 0 as médias alcançadas corresponderam a 39,39 e 36,36% para as intenções de compra de “compraria com certeza” e “possivelmente compraria”, totalizando 75,75%, enquanto no período de 120 dias, as médias corresponderam a 45,45 e 45,45% para as intenções de compra de “compraria com certeza” e “possivelmente



compraria”, totalizando 90,90% na faixa de aceitação. Assim, é válido salientar que os degustadores preferiram ainda mais as amostras após 120 dias de armazenagem, em relação ao tempo zero, provavelmente, em decorrência da maior interação química dos condimentos com a carne de caranguejo.

Figura 12 - Percentual da atitude de compra da formulação D (“casquinha de caranguejo liofilizada” selecionada pelos degustadores) em relação ao período de armazenamento à temperatura ambiente (recém liofilizada e após 120 dias de armazenagem)



Fonte: elaborada pela autora.

#### 4.6 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal das amostras recém-liofilizadas estão apresentados na Tabela 15. Observa-se que após o processo de liofilização houve uma intensa redução no teor de umidade, enquanto os teores dos outros constituintes foram bastante concentrados, em especial os teores de proteína, podendo-se considerar o produto como um concentrado protéico.

Tabela 12 - Composição centesimal da carne de caranguejo-uçá congelada "carne de caranguejo liofilizada" e "casquinha de caranguejo liofilizada" recém-liofilizadas

| Amostra                                      | (% )         |              |              |             |              |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
|  | Umidade      | Proteína     | Cinzas       | Lipídios    | Carboidratos |
| <b>Carne congelada (matéria-prima)</b>       | 72,78 ± 0,27 | 23,03 ± 0,29 | 1,92 ± 0,01  | 0,95 ± 0,02 | 1,32 ± 0,50  |
| <b>"Carne de caranguejo liofilizada"</b>     | 0,93 ± 0,16  | 84,84 ± 0,06 | 5,82 ± 0,34  | 1,95 ± 0,03 | 6,47 ± 0,57  |
| <b>"Casquinha de caranguejo liofilizada"</b> | 2,87 ± 1,31  | 73,97 ± 0,08 | 10,73 ± 0,03 | 2,39 ± 0,06 | 9,35 ± 0,66  |

Fonte: elaborada pela autora.

De acordo com Ogawa *et al* (2008), a composição centesimal da carne do caranguejo-uçá apresenta elevados teores de umidade (80,6%), proteínas (16,04%), cinzas (2,51%) e baixos teores lipídicos (2,50%), sendo esses percentuais dependentes de variáveis como: local de captura, época do ano, idade, sexo e nutrição (OGAWA; MAIA, 1999). De acordo com Cintra *et al* (1999), a composição química da carne de caranguejo-uçá variou conforme as análises: “*in natura*”, umidade (82,62%), cinzas (1,74%), proteína (14,56%) e lipídios (1,06%); “beneficiada”, umidade (77,20%), cinzas (2,31%), proteína (18,83%) e lipídios (1,66%), variações estas também observadas por Pedrosa e Cozzolino (2001) que encontraram para a composição centesimal do caranguejo-uçá cozido (comercializada em Natal/RG/ Brasil apresenta os seguintes valores: umidade (84,42%), proteínas (13,30%), lipídios (0,49%), cinzas (0,71%) e para caranguejo-uçá cru; umidade (82,80%), proteínas (15,01%), lipídios (0,28%), cinzas (1,01%).

#### 4.7 Comportamento da Atividade de Água (Aa) em relação à umidade dos produtos

Os dados de Aa dos produtos liofilizados e a sua variação em relação ao teor de umidade dos produtos, durante o período de estocagem (120 dias) à temperatura ambiente  $\pm$  28 °C podem ser observados na Tabela 16.

Tabela 16 - Comportamento dos valores de Aa e do teor de umidade dos produtos de caranguejo liofilizados, durante 120 dias de armazenamento, acondicionados em embalagem laminada

| Tempo de armazenamento<br>(dias) | “Carne de caranguejo liofilizada” |                              | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |                              |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
|                                  | Umidade                           | Aa                           | Umidade                               | Aa                           |
| 0                                | 0,93 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>      | 0,13 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup> | 2,87 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>          | 0,10 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup> |
| 60                               | 2,62 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>      | 0,29 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup> | 3,83 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>          | 0,20 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup> |
| 120                              | 5,37 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>      | 0,43 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup> | 5,08 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>          | 0,36 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup> |

Fonte: elaborada pela autora.

Letras diferentes na mesma coluna indicam que as médias diferem estatisticamente entre os tempos analisados (p < 0,05).

No que se refere a Aa foi observada diferença significativa no produto “carne de caranguejo liofilizada” e com a “casquinha de caranguejo liofilizada” nos três períodos de armazenagem observados. Entretanto, observou-se que a “carne de caranguejo-uçá e “casquinha de caranguejo liofilizadas”, embalados em embalagem somente em embalagem laminada ganharam umidade durante o período de armazenamento em temperatura ambiente apresentando diferenças significativas, podendo-se deduzir que este tipo de embalagem não foi adequado para a impermeabilidade a umidade, atingindo ambos os produtos valores próximos a cinco. Este resultado foi similar a de algumas pesquisas sobre a determinação de umidade em produtos liofilizados.

Brasileiro *et al.*(2012) observou em farinha liofilizada de cabeças de camarão teores de 4,99% de umidade, enquanto Lihong, Feng e Junyong (2012) encontraram em caranguejos (*Eriocheir sinensis*) liofilizados armazenados por 2 meses, teor de umidade correspondendo a 6,14%.

#### 4.8 Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

Os valores de TBARS dos produtos liofilizados foram avaliados em função de dois tipos de embalagens (Tabela 17), para se verificar a ocorrência de processos oxidativos durante a estocagem dos mesmos, durante 120 dias.

Tabela 17 - Valores médios de TBARS na carne de caranguejo-uçá congelada e nos produtos liofilizados acondicionados em dois tipos de embalagens, durante o armazenamento à temperatura ambiente

| Tempo de armazenamento (dias) | TBARS = mg MDA/kg de produto    |                                   |                           |                                       |                           |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                               | Carne congelada (matéria-prima) | “Carne de caranguejo liofilizada” |                           | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |                           |
|                               |                                 | Embalagem laminada                | Embalagem não laminada    | Embalagem laminada                    | Embalagem não laminada    |
| 0                             | 0,06 <sup>E</sup> ± 0,02        | 0,59 ± 0,04 <sup>Db</sup>         | 0,75 ± 0,29 <sup>Cc</sup> | 1,32 ± 0,11 <sup>Bc</sup>             | 1,42 ± 0,18 <sup>Ac</sup> |
| 60                            | nd                              | 0,89 ± 0,29 <sup>Ca</sup>         | 1,77 ± 1,51 <sup>Bb</sup> | 0,90 ± 0,02 <sup>Cb</sup>             | 2,33 ± 0,81 <sup>Ab</sup> |
| 120                           | nd                              | 0,95 ± 0,04 <sup>Da</sup>         | 1,97 ± 0,07 <sup>Ba</sup> | 1,01 ± 0,05 <sup>Ca</sup>             | 3,64 ± 0,42 <sup>Aa</sup> |

Fonte: elaborada pela autor.

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si em relação ao período de armazenamento. Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si em relação ao tipo de embalagem. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A carne de caranguejo-uçá congelada (matéria-prima) obteve a menor quantidade de TBARS em relação aos demais produtos isso porque a oxidação lipídica ocorreu durante o

processamento e armazenamento dos produtos. Pode-se observar que a “carne de caranguejo liofilizada” armazenada em embalagem laminada não diferiu estatisticamente, entre os tempos de 60 e 120 dias, porém, diferiu da amostra recém-liofilizada (zero dia). Esse mesmo produto quando armazenado em embalagens não laminadas obtiveram maiores concentrações de TBARS em relação à concentração presente nesse produto armazenado em embalagens laminadas. Enquanto, a “casquinha de caranguejo liofilizada” apresentou diferenças significativas nos três tempos de armazenamento avaliados.

Quanto ao tipo de embalagem, em ambos os produtos liofilizados e nos três tempos de armazenamento, as embalagens laminadas apresentaram menores concentrações de TBARS comparada com as não laminadas. No período de zero e 120 dias houve diferença significativa entre todas as embalagens e aos 60 dias as embalagens não laminadas diferiram das demais, no entanto, não houve diferenças significativas entre as embalagens laminadas no nesse período.

A relação entre o aumento de TBARS e a atividade de água (Aa) está apresentada na Tabela 18. Observou-se que na carne de caranguejo liofilizadas enquanto a Aa apresentou diferenças significativas entre os três período de armazenagem o teor de TBARS diferiu entre 0 e 60 dias mas não aconteceu o mesmo entre o período de 60 a 120 dias. Entretanto no produto “casquinha de caranguejo liofilizada” a Aa não diferiu nos períodos de armazenamento observados, mas o teor de TBARS diferiu dos demais no tempo de 60 dias.

Ordóñez *et al.* (2005) citam que a velocidade da reação de autooxidação lipídica é alta em Aa 0,0 a 0,1 e começa a diminuir bastante na faixa de Aa entre 0,2 e 0,3 voltando novamente a aumentar à medida que a Aa aumenta. Este fato ocorreu apenas no período de 60 dias para o produto “casquinha de caranguejo liofilizada”.

Tabela 18 - Valores médios de Aa e TBARS na carne de caranguejo-uçá congelada e nos produtos liofilizados acondicionados em embalagem laminada durante o armazenamento à temperatura ambiente

| Tempo de armazenamento (dias) | “Carne de caranguejo liofilizada” |                              | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |                              |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
|                               | Aa                                | TBARS (mg MDA/kg de produto) | Aa                                    | TBARS (mg MDA/kg de produto) |
| <b>0</b>                      | 0,13 ± 0,02 <sup>c</sup>          | 0,59 ± 0,04 <sup>b</sup>     | 0,10 ± 0,01 <sup>a</sup>              | 1,32 ± 0,11 <sup>c</sup>     |
| <b>60</b>                     | 0,29 ± 0,08 <sup>b</sup>          | 0,89 ± 0,29 <sup>a</sup>     | 0,20 ± 0,07 <sup>a</sup>              | 0,90 ± 0,02 <sup>b</sup>     |
| <b>120</b>                    | 0,43 ± 0,05 <sup>a</sup>          | 0,95 ± 0,04 <sup>a</sup>     | 0,36 ± 0,02 <sup>a</sup>              | 1,01 ± 0,05 <sup>c</sup>     |

Fonte: elaborada pela autora.

Letras diferentes na mesma coluna indicam que as médias diferem estatisticamente entre os tempos analisados (p <0,05).

Segundo estes autores isto acontece por que em Aa muito baixa, a pouca água presente permite uma maior interação entre os hidroperóxidos impedindo a sua decomposição e consequentemente inibindo o processo oxidativo e também esta água ao hidratar íons metálicos impede que eles atuem como catalisadores da reação. O incremento da velocidade da reação observado a partir da Aa 0,3 a 0,4 talvez ocorra por haver mais moléculas de água interagindo com outras moléculas permitindo-as expandirem-se deixando expostos mais lugares para interagir com o oxigênio, sendo esta ação favorecida por maior dissolução do oxigênio.

A legislação brasileira não apresenta limite máximo para TBARS expressos como malonaldeído/kg em produtos cárneos. Valores de TBARS até 1,59 mg de MDA/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam danos a saúde do consumidor (TORRES; OKANI, 1997). De acordo com Al-Kahtani, Abu-Tarboush e Bajaber (1996), o produto cárneo pode ser considerado em bom estado, se apresentar valores abaixo de 3 mg de malonaldeído/kg de amostra. Sendo assim, as amostras de produtos liofilizados nas duas embalagens avaliadas permaneceram em estado satisfatório, quanto o processo de oxidação, com exceção para a embalagem não laminada da “casquinha de caranguejo liofilizada” que aos 120 dias apresentou concentração de TBARS acima deste limite, entretanto não afetou as características sensoriais. Apesar de Hoyland e Taylor (1991) indicar a existência de correlação entre os valores de TBARS e a avaliação sensorial. Após a análise da rancidez em 5 espécies de peixes marinhos Ke *et al.* (1982) apontaram que o pescado com valores de TBARS acima de  $1,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  apresentaram *flavour* de ranço. No presente trabalho os dados da análise sensorial no tempo de 120 dias apresentaram resultados na faixa de aceitação, não sendo detectada pelos provadores a presença de ranço em nenhum dos produtos.

#### 4.9 Perfil de aminoácidos

A composição de aminoácidos dos produtos liofilizados está apresentada na Tabela 19. Pode-se observar que estes produtos apresentaram todos os aminoácidos essenciais, exceto o triptofano, uma vez que o mesmo é degradado na hidrólise ácida (GUADIX, *et al.*, 2000). Mas, conforme Fiscarelli (2004) a quantidade de triptofano na carne cozida de caranguejo-uçá é baixa, próximo a 0,20 g/100g de carne cozida (Tabela 19). Em

relação aos produtos liofilizados os aminoácidos essenciais ocorreram em uma quantidade bem maior na “casquinha de caranguejo liofilizada” do que na “carne de caranguejo liofilizada”. Vale ressaltar que os valores encontrados dos aminoácidos essenciais em ambos os produtos liofilizados foram bem superiores a quantidade mínima necessária para ingestão diária dos aminoácidos essenciais recomendados pela FAO/WHO/UNU (2007) para indivíduos adultos.

Tabela 19 - Perfil de aminoácidos dos produtos liofilizados à base de carne de caranguejo-uçá

| Aminoácidos                       | “Carne de caranguejo liofilizada”<br>(g/100g de amostra) | “Casquinha caranguejo liofilizada”<br>(g/100g de amostra liofilizada) | Carne cozida<br>(g/100g)<br>(FISCAREL LI, 2004) | FAO/WHO/UNU (2007),<br>g/kgde peso corpóreo/dia |
|-----------------------------------|--|---|---|---|
| <b>AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS</b>     |  |   |   |   |
| <b>Histidina</b>                  | 7,84 ± 0,03  | 11,51 ± 0,33  | 0,33  | 0,010   |
| <b>Isoleucina</b>                 | 5,71 ± 0,11  | 8,72 ± 0,11   | 0,63  | 0,020   |
| <b>Leucina</b>                    | 8,29 ± 0,01  | 10,80 ± 0,08  | 1,08  | 0,039   |
| <b>Lisina</b>                     | 6,38 ± 0,01  | 11,73 ± 0,03  | 0,97  | 0,030   |
| <b>Metionina</b>                  | 4,22 ± 0,02  | 5,81 ± 0,13   | 0,39  | 0,010   |
| <b>Fenilalanina</b>               | 9,4 ± 0,07   | 10,45 ± 0,15  | 1,07  | 0,025   |
| <b>+Tirosina</b>                  |  |   |   |   |
| <b>Treonina</b>                   | 8,04 ± 0,02  | 10,73 ± 0,06  | 0,55  | 0,015   |
| <b>Valina</b>                     | 3,26 ± 0,01  | 6,00 ± 0,01   | 0,92  | 0,026   |
| <b>Triptofano</b>                 | nd   | nd  | 0,20  | 0,04  |
| <b>AMINOÁCIDOS NÃO ESSENCIAIS</b> |  |   |   |   |
| <b>Ácido aspártico</b>            | 10,48 ± 0,01   | nd  | 1,47  | Nd  |
| <b>Ácido glutâmico</b>            | 18,02 ± 0,10   | nd  | 2,48  | Nd  |
| <b>Serina</b>                     | 5,55 ± 0,01  | 8,00 ± 0,27   | 0,62  | Nd  |
| <b>Glicina</b>                    | 3,66 ± 0,01  | 6,55 ± 0,24   | 0,79  | Nd  |
| <b>Alanina</b>                    | 4,48 ± 0,12  | 6,03 ± 0,36   | 0,97  | Nd  |
| <b>Prolina</b>                    | 5,12 ± 0,10  | 3,35 ± 0,11   | 0,64  | Nd  |

Fonte: elaborada pela autora.

nd = não detectado

Embora, alguns aminoácidos estejam presentes em pequenas quantidades na carne de caranguejo eles são capazes de contribuir no sabor, pois possuem baixos valores de limiar. Os aminoácidos nos alimentos contribuem com sabor amargo, ácido, ou doce. Fenilalanina e tirosina são aminoácidos aromáticos e também contribuem para um sabor amargo (LIOE *et al.*, 2004), assim como os aminoácidos ácido aspártico e ácido glutâmico (YAMAGUCHI *et al.*, 1971); a glicina e alanina apresentam um agradável sabor doce e, está presente em grande

quantidade no pescado, e em especial em caranguejo da neve e mexilhões (FUKE; KONOSU, 1991; SPURVEY *et al.*, 1998; WU; SHIAU, 2002). Em relação à carne de caranguejo-uçá estes dois aminoácidos também foram bastante representativos.

#### **4.10 Perfil dos Ácidos Graxos**

Foram detectados 21 ácidos graxos na carne de caranguejo-uçá congelada (matéria-prima), e 23 na “carne de caranguejo liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” (Tabela 20).

Lihong, Feng e Junyong (2012) avaliaram a composição de ácidos graxos de caranguejos asiáticos (*Eriocheir sinensis*) liofilizados e identificaram 31 ácidos graxos. Os ácidos graxos monoinsaturados foram os mais abundantes 46 - 48% do total, sendo o ácido oléico (C18:1) o ácido graxo predominante (29 - 32%), seguido pelo ácido palmítico (C16:0, 13 - 19%) e ácido palmitoleico (C16:1, 10%). Na carne de caranguejo-uçá congelada e, principalmente, na “casquinha de caranguejo liofilizada”, também o ácido oléico foi o predominante, dentre os monoinsaturados, vindo a seguir o palmitoleico, palmítico e linoléico. Nutricionalmente, isto interessante considerando que o ácido oléico é um ácido graxo essencial o qual não é sintetizado pelo organismo devendo ser consumido por meio da dieta.

Tabela 20 - Principais ácidos graxos (percentagem dos ácidos graxos totais) encontrados na carne de caranguejo congelada, “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo liofilizada”

| Ácidos Graxos  |                          | Carne congelada (matéria-prima) | “Carne de caranguejo liofilizada” | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |
|--|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>C14:0</b>   | Mirístico                | 0,23                            | 0,16                              | 0,15                                  |
| <b>C14:1</b>   | Miristoleico             | 0,25                            | 0,03                              | 0,36                                  |
| <b>C15:0</b>   | Pentadecanóico           | 0,38                            | 0,26                              | 0,24                                  |
| <b>C15:1</b>   | Pentadecenóico           | 0,47                            | 0,54                              | 0,52                                  |
| <b>C16:0</b>   | Palmítico                | 5,00                            | 2,69                              | 2,53                                  |
| <b>C16:1</b>   | Palmitoleico             | 8,77                            | 9,47                              | 10,47                                 |
| <b>C17:0</b>   | Margárico                | 1,66                            | 0,65                              | 0,55                                  |
| <b>C17:1</b>   | Heptadecenóico           | 0,50                            | 1,19                              | 1,18                                  |
| <b>C18:0</b>   | Esteárico                | 3,65                            | 4,14                              | 3,91                                  |
| <b>C18:1<math>\omega</math>9c, C18:1<math>\omega</math>9t</b>  | Oléico, Elaídico         | 10,41                           | 15,29                             | 16,28                                 |
| <b>C18:2<math>\omega</math>6c, C18:2<math>\omega</math>6t</b>  | Linoleico, Linolelaídico | 10,44                           | 12,77                             | 13,34                                 |
| <b>C18:3<math>\omega</math>6</b>                               | Linolênico               | 0,00                            | 3,84                              | 0,00                                  |
| <b>C18:3<math>\omega</math>3</b>                               | Linolênico trans         | 2,99                            | 0,43                              | 3,50                                  |
| <b>C20:0</b>   | Linolênico trans         | 0,09                            | 0,11                              | 0,11                                  |
| <b>C20:1<math>\omega</math>9</b>                               | Gadoleico                | 0,14                            | 0,13                              | 0,12                                  |
| <b>C20:2</b>   | Eicosadienóico           | 0,49                            | 0,43                              | 0,38                                  |
| <b>C20:3<math>\omega</math>6</b>                               | Eicosatrienóico n6       | 0,06                            | 0,00                              | 0,08                                  |
| <b>C20:3<math>\omega</math>3</b>                               | Eicosatrienóico n3       | 16,62                           | 11,48                             | 10,46                                 |
| <b>C20:4<math>\omega</math>6</b>                               | Araquidônico             | 0,20                            | 0,17                              | 0,15                                  |
| <b>C20:5<math>\omega</math>3</b>                               | Eicosapentaenóico        | 6,46                            | 4,93                              | 4,48                                  |
| <b>C22:0</b>   | Behênico                 | 0,12                            | 0,15                              | 0,21                                  |
| <b>C22:1<math>\omega</math>9</b>                               | Erúico                   | 0,00                            | 0,10                              | 0,16                                  |
| <b>C23:0</b>   | Tricosanóico             | 0,00                            | 0,33                              | 0,00                                  |
| <b>C24:0</b>   | Lignocérico              | 1,08                            | 0,68                              | 0,68                                  |
| <b>C22:6<math>\omega</math>3</b>                               | Docosaheptaenóico        | 0,00                            | 0,00                              | 0,14                                  |
| <b><math>\Sigma</math> ácidos graxos <math>\omega</math>-3</b> |                          | <b>26,14</b>                    | <b>20,69</b>                      | <b>18,52</b>                          |
| <b><math>\Sigma</math> AMI</b>                                 |                          | <b>12,20</b>                    | <b>9,18</b>                       | <b>8,38</b>                           |
| <b><math>\Sigma</math> API</b>                                 |                          | <b>37,27</b>                    | <b>34,06</b>                      | <b>32,40</b>                          |
| <b><math>\Sigma</math> AS</b>                                  |                          | <b>20,53</b>                    | <b>26,76</b>                      | <b>29,22</b>                          |

Fonte: elaborada pela autora.

$\Sigma$  total de ácidos graxos ácidos graxos  $\omega$ -3,  $\Sigma$  AMI = Total dos ácidos graxos monoinsaturados;  $\Sigma$  API = Total dos ácidos graxos poli-insaturados;  $\Sigma$  AS = Total dos ácidos graxos saturados; nd = não detectado

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, todas as amostras apresentaram teores elevados e, no que se refere, principalmente, aos da família  $\omega$ -3, destacou-se o ácido eicosapentaenoico, seguido do ácido linolênico. A “casquinha de caranguejo liofilizada” foi a que apresentou os maiores teores e inclusive foi o único produto que apresentou o DHA (ácido docosaheptaenóico).



A composição de ácidos graxos em caranguejo-uçá foi detectado por Lira *et al.* (2007). Esses pesquisadores detectaram o ácido oléico como o mais abundante, dentre os monoinsaturados e, quanto aos poli-insaturados da família  $\omega$ -3 destacou-se o ácido eicosapentaenóico (C20:5  $\omega$ -3) com 8,6 % e o ácido linolênico (C18:3  $\omega$ -3) com 5,3%, em relação ao total de lipídios. Nesse trabalho não foi detectado o ácido docosahexaenóico (C22:6  $\omega$ -3) .

Os autores Lihong, Feng e Junyong (2012) também encontraram em caranguejos (*Eriocheir sinensis*) liofilizados, a maior concentração do ácido graxo C18:1  $\omega$ -9 com  $28,56 \pm 4,31\%$  (fêmea) e  $31,7 \pm 1,1\%$  (macho). Os ácidos graxos poli-insaturados de maiores concentrações, encontrados nas fêmeas, foram os ácidos eicosapentaenóico (EPA, 20:5  $\omega$ -3) com  $9,92 \pm 2,12\%$  e ácido docosahexanóico (DHA, 22:6  $\omega$ -3)  $9,90 \pm 0,51\%$  e para os machos foram os ácidos linoléico C18:2  $\omega$ -6  $14,45 \pm 1,5\%$  e ácido docosahexanóico (DHA, 22:6  $\omega$ -3) com  $3,26 \pm 1,87\%$ .

#### 4.11 Perfil dos compostos voláteis

Um total 93 compostos voláteis foram identificados na “carne de caranguejo liofilizada” e nas quatro formulações de “casquinha de caranguejo liofilizada”. Esses compostos foram classificados em 10 grupos de acordo com suas propriedades gerais e estrutura química, incluindo 18 aldeídos, 11 cetonas, 17 alcoóis, 13 compostos aromáticos, 2 furanos, 3 compostos contendo enxofre, 1 contendo nitrogênio, 1 haleto orgânico, 6 ésteres e 21 hidrocarbonetos. Dentre todos os voláteis, a “carne de caranguejo liofilizada” apresentou 28 compostos enquanto nas “casquinhas de caranguejo liofilizada” 44 foram encontrados na formulação A, 31 na B, 27 na C e 26 na D.

O percentual dos compostos voláteis foi avaliado, em cada produto liofilizado, após reidratação com água à temperatura ambiente a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e com água aquecida a aproximadamente  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Tabelas 21 e 22). Este aquecimento após reidratação foi importante para identificar os compostos voláteis que poderiam estar presentes nas condições de consumo dos produtos, pois conforme Spurvey, Pan, Shahidi (1998), os componentes voláteis de caranguejo são considerados como um determinante importante do sabor, com base nas suas concentrações e os limiares de reconhecimento nos quais alguns sofrem aumento ou redução durante o aquecimento.

Tabela 21 - Compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” após reidratação com e sem aquecimento

| Compostos                         |                                     | Reidratação<br>± 28 °C | Reidratação<br>± 100°C |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Aldeído</b>                    |                                     |                        |                        |
|                                   | 3-metil-butanal                     | 0,56                   | 0,54                   |
|                                   | pentanal                            | 13,95                  | 17,27                  |
|                                   | hexanal                             | 14,37                  | 17,43                  |
|                                   | heptanal                            | 1,6                    | 1,9                    |
|                                   | octanal                             | nd                     | 1,54                   |
| <b>Cetona</b>                     |                                     |                        |                        |
|                                   | metil-isobutil-cetona               | 0,16                   | 0,13                   |
|                                   | 2-heptanona                         | 3,84                   | 3,88                   |
| <b>Álcool</b>                     |                                     |                        |                        |
|                                   | dimetil-silanediol                  | 19,85                  | 21,26                  |
|                                   | 2-etil-1-hexanol                    | 2                      | 3,45                   |
|                                   | 1-decanol                           | 0,37                   | 1,24                   |
|                                   | isophytol                           | 8,12                   | 5,09                   |
|                                   | linalol tetrahidreto                | 0,41                   | nd                     |
| <b>Aromático</b>                  |                                     |                        |                        |
|                                   | tolueno                             | 10,72                  | 6,78                   |
|                                   | etilbenzeno                         | 0,52                   | nd                     |
| <b>Furans</b>                     |                                     |                        |                        |
|                                   | 2-pentil-furano                     | 1,84                   | 1,56                   |
| <b>Compostos contendo Enxofre</b> |                                     |                        |                        |
|                                   | dimetil-dissulfureto                | 2,27                   | 2,15                   |
|                                   | dimetil-trissulfureto               | 1,66                   | 1,86                   |
| <b>Haleto orgânico</b>            |                                     |                        |                        |
|                                   | clorofórmio                         | 3,07                   | 2,34                   |
| <b>Ésteres</b>                    |                                     |                        |                        |
|                                   | éster de vinilo de ácido n-capróico | 1,79                   | 3,2                    |
|                                   | 2-etil-1-hexanol acetato            | 1,49                   | 2,96                   |
| <b>Hidrocarbonetos</b>            |                                     |                        |                        |
|                                   | 2-nonano                            | 0,76                   | 1,37                   |
|                                   | hexano                              | 6,27                   | nd                     |
|                                   | 3,4-dimetil-heptano                 | 1,77                   | 1,11                   |
|                                   | metil-ciclo-hexano                  | 0,18                   | 0,1                    |
|                                   | decane                              | 1,08                   | 0,88                   |
|                                   | 3-trideceno                         | 1,08                   | nd                     |
|                                   | 5-butil-nonano                      | nd                     | 1,93                   |
|                                   | dodecano                            | 0,28                   | nd                     |

Fonte: elaborada pelo autor

nd = não detectado

As concentrações da maioria dos compostos voláteis aumentaram quando as formulações foram reidratadas com água aquecida à, aproximadamente, 100 °C como as dos compostos pentanal e hexanal. Outros, entretanto, tiveram suas concentrações reduzidas como

aconteceu com o tolueno e clorofórmio, enquanto outros só foram identificados após o aquecimento a 100 °C como o octanol e o 5-butil-nonano.

Quanto aos compostos detectados às maiores concentrações, em todas as amostras, foram os aldeídos (hexanal e pentanal), alcoóis (3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol e isophytol) e compostos aromáticos (tolueno).

Dentre os aldeídos detectados, as formulações A, B, C e D apresentaram um total de 14, 11, 7 e 6, respectivamente enquanto a amostra “carne de caranguejo liofilizada” apresentou apenas 5. Para todos os produtos os aldeídos de maior concentração foram o hexanal, pentanal e 2-metil-3-phenyl-propanal.

A maioria dos aldeídos detectados possui uma cadeia carbônica com 6 a 10 carbonos, esses compostos são os mais encontrados nos caranguejos (MATIELLA; HSIEH, 1990; CHUNG; CADWALLADER, 1993; CHUNG, 1999). A presença desses aldeídos contribui para o odor de planta verde, aromas florais, peixes e frutos do mar (MORITA; KUBOTA; AISHIMA, 2003). Os aldeídos com 5 a 9 carbonos, tais como 3-metilbutanal, pentanal, hexanal, heptanal e nonanal foram considerados os aldeídos mais importantes para o aroma dos caranguejos mitten *chinesas*. A maioria dos aldeídos detectados é insaturada e podem conferir propriedades organolépticas mais significativas do que os aldeídos saturados (MOTTRAM, 1991).

A auto-oxidação lipídica pode ser responsável pela formação de alguns destes aldeídos tais como o hexanal. Ele é um dos principais produtos de oxidação de lipídios (FRANKEL; SELKE, 1981). Os aldeídos, devido aos seus baixos limiares de odor (a menor concentração perceptível pelo olfato humano), são considerados componentes marcantes no aroma do pescado (CHEN; JIANG, 2009; CHEN; ZHANG, 2006, 2010; JIN *et al*, 2011; YU; CHEN, 2011). Os aldeídos e cetonas podem ser formados por dois mecanismos de degradação: a oxidação lipídica e a reação de degradação Strecker que degradam os aminoácidos (BAEK; CADWALLADER, 1997).

Os aldeídos com radical fenil, bem como os que possuem ramificações em sua cadeia podem ser considerados como um resultado da reação de degradação de Strecker: 2-metilbutanal (a partir de isoleucina), 3-metilbutanal (a partir de leucina), benzaldeído (a partir de fenilglicina). O benzaldeído foi relatado como tendo um aroma agradável de amêndoa, noz e fruta, considerado como um relevante volátil de frutos do mar (CHUNG; CADWALLADER, 1993).

Tabela 22 - Compostos voláteis (%) identificados nas formulações de casquinha A, B, C e D conforme à temperatura de reidratação das amostras “continua”

| Nome Composto                      | Amostra A<br>Reidratação |        | Amostra B<br>Reidratação |        | Amostra C<br>Reidratação |        | Amostra D<br>Reidratação |        |
|------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|                                    | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C |
| <b>Aldeído</b>                     |                          |        |                          |        |                          |        |                          |        |
| 2-etil-2-butanal                   | 0,67                     | 0,64   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| hexanal                            | 37,04                    | 46,07  | 7,33                     | 10,18  | 30,30                    | 31,31  | 6,78                     | 10,33  |
| 3-metil-butanal                    | nd                       | 0,39   | 0,73                     | 0,58   | 0,88                     | 0,81   | 1,14                     | 0,88   |
| 2-metil-butanal                    | nd                       | 0,21   | 0,55                     | 0,65   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| pentanal                           | 4,39                     | 9,66   | 37,56                    | 5,54   | 11,79                    | 13,90  | 5,42                     | 7,54   |
| benzaldeído                        | 2,44                     | 2,26   | 1,15                     | 1,70   | 2,76                     | 3,97   | nd                       | nd     |
| heptanal                           | 3,50                     | 0,56   | 1,26                     | 2,13   | 4,32                     | 4,10   | 1,50                     | 1,54   |
| octanal                            | 3,35                     | 4,83   | 0,70                     | 2,08   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 10-undecenal                       | 1,00                     | 1,16   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-etil-2-hexenal                   | nd                       | 1,23   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| nonanal                            | 2,01                     | 3,27   | 1,64                     | 2,37   | 0,89                     | 1,22   | nd                       | nd     |
| decanal                            | 0,46                     | 0,10   | nd                       | 0,44   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-butil-2-octenal                  | 0,39                     | 1,81   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-metil-2-pentanal                 | 1,03                     | 1,69   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| cloreto de<br>tricloroacetilo      | nd                       | nd     | 0,54                     | 0,64   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-metil-3-fenil-<br>propanal       | nd                       | nd     | 12,36                    | 13,26  | nd                       | nd     | 13,80                    | 24,75  |
| butanal                            | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 8,90                     | 5,10   | nd                       | nd     |
| 2-metil-pentanal                   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | 0,86   |
| <b>cetona</b>                      |                          |        |                          |        |                          |        |                          |        |
| 4-hidroxi-3-propil, 2-<br>hexanona | 1,61                     | 0,46   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-heptanona                        | 3,45                     | 2,31   | 1,60                     | 1,96   | 3,50                     | 3,40   | 2,42                     | 3,56   |
| 6-metil-2-heptanona                | 0,69                     | 0,06   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 5-metil-5-hepten-3-ona             | 2,14                     | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 6-metil-5-hepten-2-ona             | 4,04                     | 3,94   | 3,30                     | 3,83   | 4,09                     | 5,04   | 4,03                     | 4,37   |
| 3-octen-2-ona                      | nd                       | 1,32   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-nonanona                         | 0,54                     | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-dodecanona                       | nd                       | 0,69   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 3-metil-2-pentanona                | 2,86                     | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 6,92                     | 3,30   |
| acetona                            | nd                       | nd     | 2,24                     | 2,59   | 3,76                     | 3,74   | nd                       | nd     |
| metil isobutil acetona             | nd                       | nd     | nd                       | 0,64   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| <b>álcool</b>                      |                          |        |                          |        |                          |        |                          |        |
| 1-hexanol                          | 1,19                     | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 1-heptanol                         | 2,14                     | 2,37   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| isophytol                          | nd                       | 0,42   | 1,10                     | 1,07   | 1,34                     | 1,26   | 2,31                     | 3,30   |
| 1-octanol                          | 2,82                     | 3,55   | 0,42                     | 0,82   | nd                       | nd     | 9,17                     | nd     |
| 2-hexil-1-octanol                  | 0,51                     | 1,64   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 1-hexadecanol                      | 0,07                     | 0,11   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 1-nonanol                          | nd                       | nd     | 2,21                     | 4,03   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| linalol                            | nd                       | nd     | 7,19                     | 8,10   | nd                       | nd     | 13,31                    | 17,07  |

Tabela 22 - Compostos voláteis (%) identificados nas formulações de casquinha A, B, C e D conforme à temperatura de reidratação das amostras “continuação”

| Nome Composto                          | Amostra A<br>Reidratação |         | Amostra B<br>Reidratação |        | Amostra C<br>Reidratação |        | Amostra D<br>Reidratação |        |
|--|--------------------------|---------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|  | ± 28 °C                  | ±100° C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C |
| 2-metil-2-dodecanol                    | nd                       | nd      | nd                       | 0,37   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 1-octen-3-ol                           | nd                       | nd      | nd                       | nd     | 5,66                     | 5,47   | nd                       | nd     |
| isotridecanol                          | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | 0,22   | nd                       | nd     |
| Etil alcohól                           | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 1,97                     | nd     |
| 1-penten-3-ol                          | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 2,88                     | nd     |
| <b>Aromáticos</b>                      |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| 9-octadeceno                           | nd                       | nd      | nd                       | 0,34   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| Tolueno                                | nd                       | nd      | 7,04                     | 10,78  | 8,14                     | 8,55   | 1,62                     | 7,23   |
| 1-metil-4-(1-metiletil)-benzeno        | nd                       | nd      | 2,50                     | 1,79   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| Moslene                                | nd                       | nd      | 0,77                     | 0,64   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 3,5,5-trimetil-2-hexeno                | nd                       | nd      | nd                       | nd     | 2,48                     | 1,93   | nd                       | nd     |
| 5-etil-1-noneno                        | nd                       | nd      | nd                       | nd     | 0,11                     | 0,23   | nd                       | nd     |
| 1-butilhexil(benzeno)                  | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | 0,22   | 0,29                     | nd     |
| 1-propilheptil(benzeno)                | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | 0,24   | nd                       | nd     |
| 1-etiltoctil(benzeno)                  | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | 0,13   | nd                       | nd     |
| 2,5,5-trimetil-ciclopentadieno         | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 1,21                     | nd     |
| 2-pineno                               | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 1,50                     | 1,16   |
| 3-careno                               | nd                       | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 1,99                     | 1,76   |
| <b>Furans</b>                          |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| 2-metil-furano                         | 0,63                     | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 2-pentil-furano                        | 3,39                     | 3,36    | 3,26                     | 3,12   | 4,70                     | 3,65   | 4,33                     | 3,82   |
| <b>Compostos contendo enxofre</b>      |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| sulfeto de dimetilo ou etanotiol (91%) | 0,72                     | 0,81    | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| <b>Compostos contendo nitrogênio</b>   |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| hexanenitrite                          | 0,63                     | 0,54    | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| <b>Haleto orgânicos</b>                |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| clorofórmio                            | 0,96                     | 1,11    | 1,52                     | 18,67  | 4,77                     | 3,02   | 8,00                     | 2,01   |
| <b>Esteres</b>                         |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| ácido carbônico, metil pentil ester    | 13,50                    | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| ácido fórmico, éster de pentilo        | nd                       | 0,28    | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| acetato de etila                       | nd                       | nd      | 0,73                     | nd     | nd                       | nd     | nd                       | 1,19   |
| edulan                                 | 0,24                     | 0,26    | nd                       | nd     | 0,46                     | 0,38   | 1,15                     | 0,73   |
| <b>Hidrocarbonetos</b>                 |                          |         |                          |        |                          |        |                          |        |
| dodecane                               | 0,71                     | nd      | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 4,6-dimetil-dodecano                   | nd                       | 0,93    | nd                       | 0,30   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| nonadecano                             | nd                       | 0,62    | nd                       | nd     | nd                       | 0,60   | nd                       | nd     |

Tabela 22 - Compostos voláteis (%) identificados nas formulações de casquinha A, B, C e D conforme à temperatura de reidratação das amostras “conclusão”

| Nome Composto                        | Amostra A<br>Reidratação |        | Amostra B<br>Reidratação |        | Amostra C<br>Reidratação |        | Amostra D<br>Reidratação |        |
|--------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|                                      | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C | ± 28 °C                  | ±100°C |
| dodecane ou<br>tetradecano (95%)     | 0,41                     | 0,53   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| 1-hexadecano                         | 0,24                     | 0,30   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| eicosano                             | nd                       | 0,22   | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| heneicosano                          | 0,24                     | 0,29   | nd                       | 0,29   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| hexano                               | nd                       | nd     | 1,80                     | 0,60   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| dodecano ou<br>tetradecano (92%)     | nd                       | nd     | 0,51                     | 0,48   | nd                       | nd     | nd                       | nd     |
| tetradecano                          | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 0,70                     | 0,81   | 0,73                     | nd     |
| 2,6,10-trimetil-<br>dodecano         | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 0,10                     | 0,15   | nd                       | nd     |
| pentadecano                          | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 0,14                     | 0,18   | nd                       | nd     |
| 2,6,10,15-tetrametil-<br>heptadecano | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 0,19                     | 0,36   | nd                       | nd     |
| decane                               | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 1,22                     | 0,83   |
| d-limoneno                           | nd                       | nd     | nd                       | nd     | nd                       | nd     | 6,32                     | 3,77   |

Fonte: elaborada pela autora.

A = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos *in natura*;

B = formulação contendo carne de caranguejo, farinha de mandioca e condimentos desidratados;

C = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos *in natura* sem adição de farinha de mandioca;

D = formulação contendo carne de caranguejo, condimentos desidratados sem adição de farinha de mandioca.

nd = não detectado

Também nas formulações da “casquinha de caranguejo liofilizada” a concentração da maioria dos compostos voláteis aumentava quando as formulações foram reidratadas com água aquecida a aproximadamente 100 °C enquanto outros somente apareciam após o aquecimento, como por exemplo, o linalol tetrahidreto na “carne de caranguejo liofilizada”. Conforme Franco (2004) alguns compostos passam a ser detectados porque com o aumento da temperatura são volatilizados e que a redução na concentração dos compostos voláteis ocorre devido à menor resistência a essa variação de temperatura o que promove uma redução muito rápida da sua concentração presente. Além disso, o aumento na temperatura pode promover nessas moléculas rearranjo, ciclizações e oxidações.

A formulação B foi a que possuiu um maior aumento dos compostos voláteis com a reidratação em água aquecida a ± 100 °C, uma vez que 70,97% dos compostos aumentaram suas concentrações, seguida das formulações A com 61,36%,; C com 59,26%, “carne de caranguejo liofilizada” com 46,43% e a formulação D com 42,31%. Porém, vale ressaltar, que

alguns compostos somente foram detectados apenas após a reidratação com água aquecida, acontecendo isto com as formulações A e C, totalizando após reidratação 37,04% e 31,25% respectivamente de novos compostos. Também de forma inversa, alguns compostos na formulação A (5-metil-5-hepten-3-ona, 2-nonanona, 3-metil-2-pentanona, 1-hexanol, 2-metil-furano, ácido carbônico, ester metílico pentil, dodecano) deixaram de ser detectados quando as amostras foram reidratadas com água aquecida a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Assim como aconteceu na formulação D (1-octanol, Etil álcool, 1-penten-3-ol, 1-butilhexil(benzeno), 2,5,5-trimetil-ciclopentadieno, tetradecano) (23,08%).

Dentre os produtos liofilizados foram encontradas apenas duas cetonas na “carne de caranguejo liofilizada”, enquanto nas formulações das casquinhas liofilizadas, 11 cetonas foram identificadas: 9 na amostra A, 4 na B, 3 em C e D. Os compostos de maiores concentrações foram o 6-metil-5-hepten-2-ona, 2-heptanona e 3-metil-2-pentanona. Sabe-se que cetonas contribuem para o odor floral e aroma de fruta em crustáceos. As cetonas de radical metil (C3-C17) têm um distinto aroma verde e frutado e fornece uma nota mais floral à medida que o comprimento da cadeia aumenta (SPURVEY; PAN; SHAHIDI, 1998). As metil-cetonas podem ser formadas pela  $\beta$ -oxidação da cadeia de carbono seguido por descarboxilação e também pelos processos de oxidação dos lipídios e degradação dos aminoácidos a reação Strecker como ocorre na formação dos aldeídos (SELKE *et al.*, 1975; MOTTRAM, 1991).

Dentre o grupo dos alcoóis foram identificados 17 compostos nos produtos liofilizados: 6 na Formulação A cujos compostos de maiores concentrações foram o 1-octanol e 1-heptanol; A formulação B apresentou 4, C apresentou 3 e D 5 compostos. O linalool, 1-octen-3-ol, isophytol e dimetil-silanediol foram respectivamente seus compostos com maior concentração. Os alcoóis possuem limiares de odor mais elevados quando comparados com os aldeídos e cetonas. Por isso, caso eles não estejam presentes em altas concentrações ou não sejam formados por cadeias longas contendo insaturações, eles contribuem menos para o aroma dos alimentos comparados aos aldeídos e cetonas (SPURVEY; PAN; SHAHIDI, 1998; GIRI; OSAKO; OHSHIMA, 2010). Alcoóis insaturados, tais como 1-octen-3-ol geralmente possuem valores de limiares muito inferiores aos dos saturados e podem ter um impacto maior sobre o sabor global (MOTTRAM, 1991).

O 1-octen-3-ol que contribui com um odor de cogumelo, amplamente distribuído em pargo (GRIGORAKIS; TAYLOR; ALEXIS, 2003; ALASALVAR; TAYLOR; SHAHIDI, 2005), lagostim (KIM, *et al.*, 1994), camarão (MORITA; KUBOTA; AISHIMA, 2001),

mexilhão (LE GUEN; PROST; DEMAIMAY, 2000) e caranguejo (CHUNG; CADWALLADER, 1993; CHUNG, 1999), é um dos principais alcoóis voláteis. Porém, dentre os produtos analisados foi detectado apenas na formulação C.

Foram detectados 13 compostos aromáticos nos produtos analisados. Na formulação A não foi detectado nenhum desses compostos, enquanto as formulações B, C e D apresentaram 4, 6, e 5 compostos respectivamente e a “carne de caranguejo liofilizada” apresentou apenas 2. O Composto de maior concentração nas amostras foi o tolueno, porém o comportamento deste composto foi diferenciado. Enquanto na carne ele foi reduzido após o aquecimento a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mas nas formulações das “casquinhas de caranguejo liofilizadas” ele sofreu um considerável aumento. Os compostos aromáticos são geralmente produzidos a partir da degradação de aminoácidos aromáticos. Eles são compostos capazes de intensificar o dor no pescado. Compostos aromáticos compreendem o maior grupo de compostos detectados em *C. feriatatus*, treze compostos aromáticos foram previamente identificados em caranguejo azul (*Callinectes sapidus*). (MATIELLA; HSIEH, 1990; CHUNG; CADWALLADER, 1993).

Quanto aos furanos foram detectados dois (2-metil-furano, 2-pentilfuran) na formulação A e nas demais amostras apenas o 2-pentilfuran. Os furanos desempenham um importante papel na formação de sabor no caranguejo. O 2-pentilfuran tem um valor limiar de odor muito baixa (2-pentilfuran possui um valor limiar odor de 0,006 mg/kg (TANCHOTIKUL; HSIEH, 1989; VAN GEMERT; NETTENBREIJER, 1977) e promove um odor doce, picante e verde, que tem um impacto negativo sobre a qualidade do sabor das lagostas e carne de caranguejo azul (*Callinectes sapidus*) (SPURVEY; PAN; SHAHIDI, 1998). O 2-pentilfuran, são produtos de degradação oxidativa de linolenato (SHAHIDI, 1998). Esses compostos foram determinados em caranguejo chinês do mitten (*Eriocheir Sinensis*) (CHEN; ZHANG, 2006).

Dois compostos contendo enxofre foram detectados na “carne de caranguejo liofilizada” o dimetil-dissulfeto e dimetil trissulfeto. Esses compostos promovem um odor característico ao aroma global da carne de caranguejo. Eles também possuem um baixo limiar de odor, por exemplo, o dimetil trissulfureto possui 0,008 mg / l (MILO; GROSCH, 1996). A formulação A foi a única a apresentar dentre as outras formulações o composto dimetil sulfide ou ethanethiol (91%). Compostos contendo enxofre em geral desempenham um papel importante na geração do aroma global da carne de caranguejo (MOTTRAM, 1998.). São derivados principalmente dos aminoácidos livres sulfurados, peptídicos e proteínas (cisteína, cistina e metionina), tiamina ou glutatona (GIRAND; DURANCE, 2000). Compostos



contendo enxofre e nitrogênio são bem conhecidos como os importantes componentes aromáticos.

Em relação aos ésteres foram detectados seis compostos nas amostras. Três na amostra A como o ácido carbônico, metil pentil éster presente, em maior quantidade. Apenas o acetato de etila foi detectado na formulação B e o edulan na C, enquanto na amostra D e na “carne de caranguejo liofilizada” foram detectados dois compostos sendo o acetato de etila e o éster de vinilo de ácido n-capróico, em maior intensidade respectivamente. Os ésteres geralmente contribuem com um aroma frutado suave aos alimentos (SPURVEY; PAN; SHAHIDI, 1998).

Os hidrocarbonetos detectados foram 21 compostos nos produtos analisados, dentre os quais 7, 4, 5 e 3 para as formulações A, B, C e D, respectivamente e, oito compostos na “carne de caranguejo liofilizada”. Aqueles com maiores concentrações nesses produtos foram respectivamente dodecano, hexano, tetradecano, d-limonene e hexano. Os hidrocarbonetos são descritos como aqueles que não contribuem muito para o aroma global dos alimentos devido ao seu elevado limiar de aroma. No entanto, os hidrocarbonetos de cadeia ramificada 2,6,10,14-tetrametilpentadecano foi relatado por contribuir com um aroma doce, verde para o processamento de resíduos de lagostins (GROSCH, 1982; TANCHOTIKUL; HSIEH; 1989).

A identificação dos compostos voláteis presentes na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo liofilizada” de forma comparativas nos tempos 0 e após 240 dias de armazenamento à temperatura ambiente  $\pm 28^{\circ}\text{C}$  estão apresentados na Tabela 23.

Tabela 53 – Comparação dos compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo”, em relação à temperatura de reidratação e tempos de armazenamento (0 e 240 dias) à temperatura ambiente “continua”

| Compostos                | “Carne de caranguejo liofilizada” |             |                       |             | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |             |                       |             |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                          | Reidratação<br>± 28 °C            |             | Reidratação<br>100 °C |             | Reidratação<br>± 28 °C                |             | Reidratação<br>100 °C |             |
|                          | TEMPO<br>ZERO                     | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO         | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO                         | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO         | 240<br>DIAS |
| <b>Aldeído</b>           |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| 3-metil butanal          | 0,56                              | 0,8         | 0,54                  | 0,86        | 1,14                                  | 2,14        | 0,88                  | nd          |
| pentanal                 | 13,95                             | 13,96       | 17,27                 | 15,04       | 5,42                                  | 7,81        | 7,54                  | 7,29        |
| hexanal                  | 14,37                             | 16,35       | 17,43                 | 17,59       | 6,78                                  | 8,2         | 10,33                 | 8,32        |
| 4,4-dimetil pent-2-enal  | nd                                | 1,69        | nd                    | 1,45        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| benzaldeído              | nd                                | 2,77        | nd                    | 2,34        | nd                                    | 3,76        | nd                    | 2,32        |
| 2-etil-2-hexenal         | nd                                | 2,81        | nd                    | 2,21        | nd                                    | nd          | nd                    | 2,22        |
| nonanal                  | nd                                | 1,22        | nd                    | 0,89        | nd                                    | nd          | nd                    | 0,86        |
| 2-propil-2-heptenal      | nd                                | 0,57        | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| decanal                  | nd                                | 0,73        | nd                    | 0,38        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 1-clorohexane            | nd                                | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | 5,21        | nd                    | 3,99        |
| 2-metil-3-fenil-propanal | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 13,8                                  | 17,92       | 24,75                 | 10,68       |
| heptanal                 | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 1,5                                   | nd          | 1,54                  | nd          |
| 2-metil-3-fenil-propanal | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 13,8                                  | nd          | 24,75                 | nd          |
| 2-metil-pentanal         | nd                                | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | 0,86                  | nd          |
| octanal                  | nd                                | nd          | 1,54                  | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| <b>Cetona</b>            |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| Acetona                  | nd                                | 1,03        | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 3-metil-2-heptanona      | nd                                | 2,95        | nd                    | 2,43        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 2-hexanona               | nd                                | 1,15        | nd                    | 1,16        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 2-heptanona              | 3,84                              | 8,61        | 3,88                  | 8,75        | 2,42                                  | 5,77        | 3,56                  | 5,53        |
| 6-metil-2-heptanona      | nd                                | 0,86        | nd                    | 0,85        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 2-nonanona               | nd                                | 1,09        | nd                    | 0,73        | nd                                    | nd          | nd                    | 0,74        |
| 2-decanona               | nd                                | 2,02        | nd                    | 1,08        | nd                                    | 0,55        | nd                    | 0,75        |
| 6-metil-5-hepten-2-ona   | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 4,03                                  | 7,35        | 4,37                  | 9,29        |
| metil-isobutil-cetona    | 0,16                              | nd          | 0,13                  | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |

Tabela 23 – Comparação dos compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo”, em relação à temperatura de reidratação e tempos de armazenamento (0 e 240 dias) à temperatura ambiente “continuação”

| Compostos                      | “Carne de caranguejo liofilizada” |          |                    |          | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |          |                    |          |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------|----------|---------------------------------------|----------|--------------------|----------|
|                                | Reidratação ± 28 °C               |          | Reidratação 100 °C |          | Reidratação ± 28 °C                   |          | Reidratação 100 °C |          |
|                                | TEMPO ZERO                        | 240 DIAS | TEMPO ZERO         | 240 DIAS | TEMPO ZERO                            | 240 DIAS | TEMPO ZERO         | 240 DIAS |
| <b>Álcool</b>                  |                                   |          |                    |          |                                       |          |                    |          |
| 1-penten-3-ol                  | nd                                | 3,59     | nd                 | 2,08     | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| 1-octen-3-ol                   | nd                                | 7,86     | nd                 | 6,2      | nd                                    | 5,38     | nd                 | 6,05     |
| isophytol                      | 8,12                              | 4,48     | 5,09               | 7,28     | nd                                    | 4,46     | nd                 | 3,54     |
| 1-hexanol                      | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 2,31                                  | 1,71     | 3,3                | 12,38    |
| 1-octanol                      | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 9,17                                  | 7,36     | nd                 | 4,12     |
| 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol  | nd                                | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | 15,12    | nd                 | 12,08    |
| linalol                        | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 13,31                                 | nd       | 17,07              | nd       |
| etil alcochol                  | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 1,97                                  | nd       | nd                 | nd       |
| dimetil-silanediol             | 19,85                             | nd       | 21,26              | nd       | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| 2-etil-1-hexanol               | 2                                 | nd       | 3,45               | nd       | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| 1-decanol                      | 0,37                              | nd       | 1,24               | nd       | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| linalol tetrahidreto           | 0,41                              | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| <b>Aromático</b>               |                                   |          |                    |          |                                       |          |                    |          |
| 3,5,5-trimethyl-2-hexene       | nd                                | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | 2,08     | nd                 | 2,45     |
| limonene                       | nd                                | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | 2,69     | nd                 | 2,87     |
| caryophyllene                  | nd                                | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | 0,94     | nd                 | 0,88     |
| tolueno                        | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 1,62                                  | nd       | 7,23               | nd       |
| 1-butilhexil(benzeno)          | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 0,29                                  | nd       | nd                 | nd       |
| 2,5,5-trimetil-ciclopentadieno | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 1,21                                  | nd       | nd                 | nd       |
| 2-pineno                       | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 1,5                                   | nd       | 1,16               | nd       |
| 3-careno                       | nd                                | nd       | nd                 | nd       | 1,99                                  | nd       | 1,76               | nd       |
| etilbenzeno                    | 0,52                              | nd       | nd                 | nd       | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| <b>Furans</b>                  |                                   |          |                    |          |                                       |          |                    |          |
| trans-edulan                   | nd                                | 1,14     | nd                 | 1,73     | nd                                    | nd       | nd                 | nd       |
| 2-pentil-furano                | 1,84                              | 6,32     | 1,56               | 4,73     | 4,33                                  | nd       | 3,82               | nd       |
| <b>Haletos orgânicos</b>       |                                   |          |                    |          |                                       |          |                    |          |
| cloroformio                    | 3,07                              | 1,09     | 2,34               | 4,07     | 8                                     | nd       | 2,01               | nd       |

Tabela 23 – Comparação dos compostos voláteis (%) identificados na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo”, em relação à temperatura de reidratação e tempos de armazenamento (0 e 240 dias) à temperatura ambiente “conclusão”

| Compostos                                  | “Carne de caranguejo liofilizada” |             |                       |             | “Casquinha de caranguejo liofilizada” |             |                       |             |
|--|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|  | Reidratação<br>± 28 °C            |             | Reidratação<br>100 °C |             | Reidratação<br>± 28 °C                |             | Reidratação<br>100 °C |             |
|  | TEMPO<br>ZERO                     | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO         | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO                         | 240<br>DIAS | TEMPO<br>ZERO         | 240<br>DIAS |
| <b>Compostos contendo enxofre</b>          |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| dimetil<br>disulfide                       | 2,27                              | 5,39        | 2,15                  | 4,36        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| dimetil<br>trisulfide                      | 1,66                              | 1,98        | 1,86                  | 1,83        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| <b>Ésteres</b>                             |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| 2-etil-1-hexanol<br>acetate                | 1,49                              | 1,67        | 2,96                  | 4,39        | nd                                    | 1,2         | nd                    | 2,27        |
| acetato de etila                           | nd                                | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | 1,19                  | nd          |
| edulan                                     | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 1,15                                  | nd          | 0,73                  | nd          |
| éster de vinilo<br>de ácido n-<br>capróico | 1,79                              | nd          | 3,2                   | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| <b>Nitrila</b>                             |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| hexanenitrile                              | nd                                | 1,06        | nd                    | 1,05        | nd                                    | nd          | nd                    | 0,94        |
| <b>Hidrocarbonetos</b>                     |                                   |             |                       |             |                                       |             |                       |             |
| 1-clorohexane                              | nd                                | 3,4         | nd                    | 3,47        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 3,5,5-trimetil-2-<br>hexene                | nd                                | 1,72        | nd                    | 1,57        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| decane                                     | 1,08                              | 1,19        | 0,88                  | 1,09        | 1,22                                  | nd          | 0,83                  | nd          |
| pentadecane                                | nd                                | 0,49        | nd                    | 0,39        | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| tridecane                                  | nd                                | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | 0,37        | nd                    | 0,46        |
| tetradecano                                | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 0,73                                  | nd          | nd                    | nd          |
| d-limoneno                                 | nd                                | nd          | nd                    | nd          | 6,32                                  | nd          | 3,77                  | nd          |
| 2-nonano                                   | 0,76                              | nd          | 1,37                  | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| hexano                                     | 6,27                              | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 3,4-dimetil-<br>heptano                    | 1,77                              | nd          | 1,11                  | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| metil-ciclo-<br>hexano                     | 0,18                              | nd          | 0,1                   | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 3-trideceno                                | 1,08                              | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| 5-butil-nonano                             | nd                                | nd          | 1,93                  | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |
| dodecano                                   | 0,28                              | nd          | nd                    | nd          | nd                                    | nd          | nd                    | nd          |

Fonte: elaborada pela autora.

nd = não detectado

A análise dos compostos voláteis presentes na “carne de caranguejo liofilizada” e na “casquinha de caranguejo liofilizada” no tempo zero e após 240 dias mostram que os aldeídos detectados na “carne de caranguejo liofilizada” foram 6 (benzaldeído, 2-etil-2-hexanal, nonanal, 2-propil-2-heptenal e decanal) apenas aos 240 dias, quando reidratados a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e desses compostos apenas 5 foram identificados quando reidratados à temperatura de  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e apenas o octanal foi identificado no tempo zero a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

No produto “casquinha de caranguejo liofilizada” três compostos foram identificados no tempo zero (heptanal, 2-metil-3-fenil-propanal, 2-metil-pentanal), enquanto aos compostos benzaldeído, 1-clorohexano e 2-metil-pentanal somente foram identificados aos 240 dias.

Em relação às cetonas presentes a “carne de caranguejo liofilizada” o 2-heptona identificado foi identificado tanto no tempo zero quanto aos 240 dias reidratados a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Outros seis compostos (3-metil-2-hexanona, 6-metil-2-heptonona, 2-nonanona e 2-decanona) foram identificados apenas aos 240 dias a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a acetona apenas quando reidratados a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na “casquinha de caranguejo liofilizada” o 2-heptanona e o 6-metil-5-hepten-2-ona foram identificados no tempo zero e aos 240 dias a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 2-decanona foi detectado apenas aos 240 dias de armazenamento para as duas temperaturas de reidratação.

Os alcoóis 1-penten-3-ol, 1-octen-3-ol foram detectados apenas aos 240 dias de armazenamento ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) na “carne de caranguejo liofilizada” e o dimetil-silanediol, 2-etil-1-hexanal, 1-decanal, linalol tetrahidreto ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) foram detectados apenas no tempo zero. O composto isophytol foi detectado em ambos os tempos de armazenamento zero e 240 dias ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Na “casquinha de caranguejo liofilizada” os compostos 1-octen-3-ol, isophytol e 3,7 dimetil-1,6-octadien-3-ol foram identificados apenas aos 240 dias ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) o linalol foi detectado apenas no tempo zero ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). O composto 1-hexanal foi detectado em ambos os tempos de armazenamento: zero e 240 dias ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). O 1-octanal não foi detectado no tempo zero para a “casquinha de caranguejo liofilizada”.

O composto aromático detectado na “carne de caranguejo liofilizada” no tempo zero foi apenas o etilbenzeno quando a amostra foi reidratada com água a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na “casquinha de caranguejo liofilizada” foram detectados 3,5,5- trimetil-2-hexene, limonene e caryophyllene apenas aos 240 dias de armazenamento e no tempo zero

apenas o tolueno, 2-peneno, 3-careno em ambas as temperaturas de reidratação e apenas o beitolhexil (benzeno) foi detectado no tempo zero.

Os furanos detectados na “carne de caranguejo liofilizada” foram o trans-edulan após os 240 dias de armazenamento ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e o 2-pentil-furano foi detectado em ambos os tempos de armazenamento e condições de reidratação. Na “casquinha de caranguejo liofilizada” foi detectado apenas o 2-pentil-furano ( $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

O clorofórmio foi detectado na “carne de caranguejo liofilizada” tanto no tempo zero a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  quanto à  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e na “casquinha de caranguejo liofilizada” esse mesmo composto não foi detectado no tempo zero, mas foi detectado aos 240 dias (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Os compostos contendo enxofre foram o dimetil dissulfide e dimetil trissulfide detectados apenas na “carne de caranguejo liofilizada” tanto no tempo zero como aos 240 dias em todas as temperaturas de reidratação.

Os ésteres detectados na “carne de caranguejo liofilizada” foram o 2-etil-1-hexanal acetato e o éster de vinilo de ácido n-capróico. O éster de vinilo de ácido n-capróico foi detectado apenas no tempo zero (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Na “casquinha de caranguejo liofilizada” foi detectado no tempo zero o acetato de etila (reidratação  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), edulan (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e aos 240 dias apenas o 2-etil-1-hexanal acetate quando reidratados a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

O composto nitrila (hexanenitrile) foi detectado quando reidratado a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  na “carne de caranguejo liofilizada” no tempo zero e aos 240 dias na “casquinha de caranguejo liofilizada” apenas no tempo zero (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Os hidrocarbonetos detectados na “carne de caranguejo liofilizada” no tempo zero e 240 dias foram decane a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O 2-nonano, 3,4-dimetil heptano e metil-ciclohexano foram detectados apenas no tempo zero a (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). O 1-clorohexane, 3,5,5-trimetil-2-hexene e o pentadecane foram detectados apenas aos 240 dias (reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). O hexano, 3-tridecene e o dodecano foram detectados apenas no tempo zero a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o 5-butil-nonano foi detectado apenas a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  também no tempo zero.

Na “casquinha de caranguejo liofilizada” foram detectados menos compostos aromáticos quando comparados com a “carne de caranguejo liofilizada”. Foram detectados o decane e d-linoneno apenas no tempo zero e o tricane aos 240 dias todas na reidratação a  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $100 \pm\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O tetradecano foi detectado apenas na reidratação de  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  no tempo zero.

Portanto, após 240 dias de armazenamento à temperatura ambiente  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  a “carne de caranguejo liofilizada” apresentou o hexanal e pentanal com os maiores percentuais presentes 16,35% e 13,96%, respectivamente, quando reidratados com água  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e aquecida a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  possuíram a concentração de 17,59% e 15,04% e na “casquinha de caranguejo liofilizada” apresentou o 2-metil-3-fenil-propanal com 17,92 % e 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol com 15,12% quando reidratados com água  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  e na água a  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  o 1-hexanol com 12,38% e o 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol com 12,08% foram os de maiores percentuais. Para estes dois produtos foram identificados menos compostos voláteis após os 240 dias armazenados em temperatura ambiente  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados na presente pesquisa permitiram chegar as seguintes conclusões:

Foi observada a viabilidade de desenvolver produtos “carne de caranguejo-uçá liofilizada” e “casquinha de caranguejo liofilizada” com características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas aceitáveis. A “casquinha de caranguejo liofilizada” contendo condimentos desidratados apresentou boa aceitação pelos provadores alcançando o mais alto índice de intenção de compra;

Bioquimicamente, os produtos liofilizados apresentaram todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores às necessárias para a ingestão diária recomendada pela FAO e a “casquinha de caranguejo liofilizada” foi a que obteve a maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados, destacando-se o ácido linoléico (C18:2), ácido eicosatrienóico (C20:3, n-3) e ácido eicosapentaenóico (C20:5, n-3). Quanto ao perfil dos compostos voláteis dos produtos liofilizados, a reidratação com aquecimento ( $\pm 100$  °C) dos mesmos promoveu a restauração do flavour de caranguejo observando-se uma maior concentração de aldeídos, alcoóis e compostos aromáticos.



## REFERÊNCIAS

- ABBAS, K. A.; SALEH, A. M.; MOHAMED, A.; LASEKAN, O. The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. **Journal of Food Agriculture & Environment**, 7, p.86–9, 2009.
- ALASALVAR, C. ; TAYLOR, KD A.; SHAHIDI, F. Comparison of volatiles of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) during storage in ice by dynamic headspace analysis/gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2616-2622, 2005.
- ALCANTARA FILHO, P. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763)(Crustacea, Decapoda, Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arq. Ciên.** 1978.
- AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 1053-1055, 1996.
- ALMANDÓS, M. E.; GIANNINI, D. H.; CIARLO, A. S.; BOERI, R. L. Formaldehyde as an interference of the 2-thiobarbituric acid test. **J. Sci. o Food Agric.**, v. 37, n. 1, p. 54-58, 1986.
- ALMEIDA FILHO, E. S.; NADER FILHO, A. Ocorrência de coliformes fecais e *Escherichia coli* em queijo Minas Frescal de produção artesanal, comercializado em Poços de Caldas, Minas Gerais. **Revista Higiene Alimentar**, Mirandópolis, v. 16, n. 102/103, p. 71-73, 2002.
- ANGELO, A. S. Lipid oxidation on foods. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 36, n. 3, p.175-224, 1996.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. ed. 18. Gaithersburg, M. D, USA., 2005.
- APHA, (American Public Health Associatio). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>th</sup> Ed. Baltimore, Maryland, USA, , AAWA, WEF, 1995.
- ARAÚJO, A. H.; FONTENELE, A. M. M.; MOTA, A. P. M.; DANTAS, F.F.; VERRUMA-BERNADI, M. R. Análise sensorial de água de coco in natura em comparação à pasteurizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2000. v.1, p. 3-44.
- ARIMATEA, C. C.; XAVIER, A. C. R.; NUNES, M. L.; LEITE NETA, M. T. S. **Controle de Qualidade de "Casquinha de caranguejo" semi-preparada e estocada resfriada**. (Apresentação de Trabalho/Simpósio) - II Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos e I Congresso do Instituto Nacional de Frutos Tropicais, 2010.
- ASSAD, L. T.; DEPASSIER, J.; GOTFRIT, C.W.; ROSA, A. B. S.; TROMBETA T. D., **Industrialização do caranguejo-uçá do Delta do Parnaíba**, Brasília, Codevansf: IABS, p. 172, 2012.
- BAEK, H. H.; CADWALLADER, K. R. (1997). Character-impact aroma compounds of crustaceans. In F. Shahidi, & K. R. Cadwallader (Eds.), **Flavor and lipid chemistry of seafoods**. ACS Symposium Series, 674. (pp. 85–94).Washington, DC: American Chemical Society
- BEUCHAT, L.R. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.25, n.2, p.258-261, 1977.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification, **Canadian Journal of Biochemical Physics**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Balanco 2013 Pesca e Aquicultura**. 2013a Disponível em: < <http://www.mpa.gov.br/files/Docs/Publicidade/Cartilha-Balan%C3%A7o-2013-Minist%C3%A9rio-Pesca-Aquicultura.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. 2009**. Disponível em: <[http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuário\\_da\\_pesca\\_completo.pdf](http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuário_da_pesca_completo.pdf)> . Acesso em 27 de set. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. 2011** disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim\\_MPA\\_2011\\_pub.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf)> . Acesso em 23 de out. 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução Normativa nº 9, de 2 de julho de 2013. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, p. 33, 2013b. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/intranet/download/arquivos/cdoc/biblioteca/resenha/2013/julho/Res2013-0703DOUICMBio.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução Normativa nº 9, de 30 de dezembro de 2014. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, p. 81, seção 1, 2014.

BRASIL. Ministério da saúde. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. 2015. **Sistema Aliceweb- Banco de Dados**. Disponível em: <<http://alicesweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 27 de fev. 2015.

BRASILEIRO, O. L.; ANJOS, A. G.; CAVALHEIRO, J. M. O.; CAVALHEIRI, T. T. B.; PRADO, J. P.S. Determination of the chemical functional properties of shrimp waste protein concentrate and lyophilized flour . **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 36, n. 2, p. 189–194, mar/abr., 2012. *Brasília, 2001. Disponível em:* <[http://www.abic.com.br/publique/media/CONS\\_leg\\_resolucao12-01.pdf](http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_resolucao12-01.pdf)> . Acesso em: 09 out. 2013.

BRUM, F. B. **Antioxidante natural de marcela (*Achyrocline Satureioides*) e de erva mate (*Ilex Paraguariensis*) na elaboração de linguiça toscana**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

BURKENROAD, M. D. The evolution of the Eucarida (Crustacea, Eumalacostraca), in relation to the fossil record. **Tulane studies in Geology**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 1963.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Editora. Unicamp, 1999. p. 212.

CERESER, N. D.; COSTA, F. M. R.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; SILVA, D. A. R.; SPEROTTO, V. R. Botulismo de origem alimentar. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 280- 287, 2008.

CHAVES, L. S. L.; SILVA, W. P. L. **Análise de viabilidade de estruturas organizacionais para catadores de caranguejo no município de São Caetano de Odivelas - Pará**. 2007. 93f. Trabalho de Conclusão (Curso graduação Bacharelado em administração - gestão ambiental) - Instituto de estudos superiores da Amazônia, Belém, 2007.

CHEN, D.; ZHANG, M. Analysis of volatile compounds in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). **Journal of food and drug analysis**, v. 14, n. 3, p. 297-303, 2006.

CHEN, De-Wei; ZHANG, Min. Determination of odour-active compounds in the cooked meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) by solid phase microextraction, gas chromatography-olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 18, n. 4, 2010.

CHEN, Shun-sheng; JIANG, Gen-dong. Volatile Flavor Components in Meat of Chinese Mitten Crab (*Eriocheir sinensis*)[J]. **Food Science**, v. 20, p. 308-3, 2009.

CHUNG, H. Y. Volatile components in crabmeats of *Charybdis feriatus*. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 47, n. 6, p. 2280-2287, 1999.

CHUNG, H. Y.; CADWALLADER, K. R. Volatile Components in Blue Crab (*Callinectes sapidus*) Meat and Processing By-Product. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 6, p. 1203-1207, 1993.

CINTRA, I. H. A.; OGAWA, N. B. P.; SOUZA, M. R.; DINIZ, F. M.; OGAWA, M. Decomposition of trimethylamine oxide related to the use of sulfites in shrimp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas: SBCTA, v. 19, n. 3, 1999.

CONTRERAS-GUZMÁN ES. Métodos químicos para análise de pescado. In: **Controle de qualidade na indústria de pescado**: seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado. Santos: Loyola, p. 196-209, 1988.

DIAS, R. S.; CARMO, L. S.; SILVA, M. C. C. Surtos de toxinfecção alimentar causado pela ação simultânea de enterotoxina estafilocócica e *Salmonella enteritidis*. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.8 n.1 p. 7-11, 1999.

FACCO, E. M. P. **Parâmetros de qualidade do charque relacionados ao efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos da raça Nelore em confinamento**. 2002. 118 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS ). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Rome, 2014. 223 p.

FAO/WHO/UNU( Food and Agriculture Organization/World Health Organization, United Nations University), **Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition**; Technical Report Series 935. United Nations University, Geneva, Switzerland. 2007.

FISCARELLI, A. G. **Rendimento, análise químico-bromatológica da carne e fator de condição do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**. 2004. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

FRANCO M. R. B; JANZANTTI N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: Franco M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos**. Campinas: Varela, 2004. p. 17-28.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

FRANKEL, E. N.; NEFF, W. E.; SELKE, E. Volatile thermal decomposition products of pure hydroperoxides from autooxidized and photosensitized methyl oleate, linoleate, and linolenate. Analysis of autooxidized fats by gas chromatography-mass spectrometry: VII. **Lipids**, v. 16, p. 279-285, 1981.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiologia de los alimentos**. 4. ed. Zaragoza: Acribia, 2003.

FUCHS, R. H. B. *et al.* Chemical, sensory and microbiological stability of freeze-dried Nile tilapia croquette mixtures. *CyTA – Journal of Food*, p. 1-7, 2015.

FUKE, S.; KONOSU, S. Taste-active components in some foods: A review of Japanese research. **Physiology and Behavior**, v.49, n. 5, p. 863–868, 1991.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M, *et al.* **Qualidade e Processamento de Pescado**. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2014, 237p.

GIRARD, B.; DURANCE, T. Headspace volatiles of sockeye and pink salmon as affected by retort process. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 1, p. 34-39, 2000.

GIRI, A.; OSAKO, K.; OHSHIMA, T. Identification and characterisation of headspace volatiles of fish miso, a Japanese fish meat based fermented paste, with special emphasis on effect of fish species and meat washing. **Food chemistry**, v. 120, n. 2, p. 621-631, 2010.

GRIGORAKIS, K.; TAYLOR, K. D. A.; ALEXIS, M. N. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. **Aquaculture**, v. 225, n. 1, p. 109-119, 2003.

GROSCH, W. Lipid degradation products and flavour. **Food flavours**, p. 325-398, 1982.

GUADIX, A.; GUADIX, E.M.; PÁEZ-DUEÑAS, M.P.; GONZÁLEZ-TELLO, P.; CAMACHO, F. Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas. *Ars Pharmaceutica*, 41:1; 79-89, 2000.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Prac.**, v. 22, p. 475-476, 1973.

HOLT, J.G *et al.* **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. 9<sup>th</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 1687 p.

HOYLAND, D. V.; TAYLOR, A. J. A review of the methodology of the 2-thiobarbituric acid test. **Food Chemistry**, v. 40, n. 3, p. 271-291, 1991.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Portaria Nº 034 /03-N, 24 de junho de 2003**. 2003a. Disponível em: <[www.ibama.gov.br/category/40?download=2507%3Ap-34-2003-.p](http://www.ibama.gov.br/category/40?download=2507%3Ap-34-2003-.p)> Acesso em: 08 de out. 2013.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2000- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2000.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2001- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2001.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2002- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2002.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2003- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2003b.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2004- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2004.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2005- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2005.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2006- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2006.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Estatística da Pesca 2007- Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2007.

IVO, C. T. C.; GESTEIRA, T. C. V. Sinopse das observações sobre a bioecologia e pesca do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado em estuários de sua área de ocorrência no Brasil. **Boletim técnico-científico do CEPENE**, Tamandaré-PE, p. 09 , 1991.

JAKABI, M.; BUZZO, A. A.; GELLI, D. S.; PAULA, A. M. R.; RISTORI, C. A.; SAKUMA, H.; TAVECHIO, A. T. Observações laboratoriais sobre surtos alimentares de *Salmonella* sp. ocorridos na Grande São Paulo, no período de 1994 a 1997. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.58, n.8, p.47-5. 1999.

JIN, Y.; YANG, R. H.; ZHOU, L. X.; YE, J.; WANG, H. H.; DAI, Z. Y. Study on the volatile components of crab meat. **Zhongguo Shipin Xuebao**, v. 11, n.1, p. 233–238, 2011.

KE, P. J.; LINKE, B. A.; SMITH-LALL, B. Quality preservation and shelf-life estimation of frozen fish in terms of oxidative rancidity development. **International Journal of Food Science and Technology**, v.15, p.202–206, 1982.

KIM, H. R.; BAEK, H. H.; MEYERS, S. P.; CADWALLADER, K. R.; GODBER, J. S. Crayfish Hepatopancreatic Extract Improves Flavor Extractability from a Crab Processing By-product. **Journal of food science**, v. 59, n. 1, p. 91-95, 1994.

LE GUEN, S.; PROST, C.; DEMAIMAY, M. Characterization of odorant compounds of mussels (*Mytilus edulis*) according to their origin using gas chromatography–olfactometry and gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of chromatography A**, v. 896, n. 1, p. 361-371, 2000.

LIHONG, H.; FENG, L.; JUNYONG, T. Fatty Acid Composition in Freeze-Dried Chinese Mitten Crabs (*Eriocheir sinensis*) **Open Journal of Marine Science**, v.2, p. 90-95, 2012.

LIMA, D. M.; COLUGNATI, F. A. B.; PADOVANI, R. M.; AMAYA, D. B. R.; SALAY, E.; GALEAZZI, M. A. M.; FARFÁN, J. A.; NONATO, C. T.; LIMA, M. T. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação (NEPA), UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl. Campinas, p. 161, 2011. Disponível em: < [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada) > . Acesso em: 06 abr. 2015.

LIMA, S. C. A.; DERKRI, N. Foods safety hazards of fishery value-added products. In: Paper presented at the “Regional Workshop on technology, quality and marketing of fishery value-added products”. Tunisia, ouc., 2002. p. 15-18.

LIOE, H. N.; APRIYANTONO, A.; TAKARA, K.; WADA, K.; NAOKI, H.; YASUDA, M. Low molecular weight compounds responsible for savory taste of Indonesian soy sauce. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.19, p. 5950–5956, 2004.

LIRA, G. M.; TORRES, E. A. F. S.; SOARES, R. A. M.; MENDONÇA, S.; COSTA, M. F.; SILVA, K. W. B.; SIMON, S. J. G. B.; VERAS, K. M. A. Nutritional value of crustaceans from lagoone-estuary complex Mundaú/Manguaba-Alagoas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 261-267, 2007.

MACHADO, Denise. Catadoras de caranguejo e saberes tradicionais na conservação de manguezais da Amazônia brasileira. **Rev. Estud. Fem.**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 485-490, Aug. 2007.

MARQUES, D. F. **Diagnóstico da mortalidade no transporte, distribuição e comercialização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), no município de Fortaleza, CE**. 2006. 32f. (Monografia) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MARQUES, D. F.; LOTUFO, T. M. C. Mortalidade do *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), durante a comercialização na cidade de Fortaleza, Ceará, BRASIL, **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v. 5, n. 1, p. 33-42, 2010.

MATIELLA, J. E.; HSIEH, T. C.-Y. Analysis of crabmeat volatile compounds. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 4, p. 962-966, 1990.

MEHLENBACHER, V. C. **The Analysis of Fats and Oils**. Urbana: The Garrad Press, 1960. 616p.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996. 604 p.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**, Fortaleza- CE, Instituto Frutal, p. 87, 2003.

MILO, C.; GROSCH, W. Changes in the odorants of boiled salmon and cod as affected by the storage of the raw material. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 8, p. 2366-2371, 1996.

MORITA, K.; KUBOTA, K.; AISHIMA, T. Sensory characteristics and volatile components in aromas of boiled prawns prepared according to experimental designs. **Food research international**, v. 34, n. 6, p. 473-481, 2001.

MORITA, Kae; KUBOTA, Kikue; AISHIMA, Tetsuo. Comparison of aroma characteristics of 16 fish species by sensory evaluation and gas chromatographic analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 4, p. 289-297, 2003.

MOTTRAM, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food chemistry**, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

MOTTRAM, D. S. Meat. In **Volatile Compounds in Foods and Beverages**; Maarse, H., New York: Dekker, 1991. p. 107-177.

MURGATROYD, K.; BUTLER, L. D.; KINNARNEY, K.; MONGER, P. **Good pharmaceutical freeze-drying practice**, Peter Cameron (ed.), 1997.

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, p.1-286. 2008.

OETTERER, M.; SOUZA DIAS, P. de A. Agroindústria do pescado: Farinha de peixe. Informativo Técnico da ESALQ. n. 14, 21p. 1994.

OGAWA, M; MAIA, E. L.; NUNES, M. L. OGAWA; N. B. P.; SILVA, A. I. M. Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n.1, p. 78-82, jan./mar. 2008.

OGAWA, N. B. P.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 430 p.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos** - Componentes dos Alimentos e Processos. Porto Alegre: Atmed, v.1, 2005, 294p.

OSAWA, C. C.; FELICIO, P. E.; GONCALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, Aug. 2005.

PATTON, S.; KEENEY, M.; KURTZ, G. Compounds producing the kreis color reaction with particular reference to oxidized milk fat. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 28, n.9, p.391-393, 1951.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 154-157, maio-ago., 2001.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*)**. Itajaí. IBAMA, 60 p, 2001.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved Speed, Specificity, and Limit of Determination of an Aqueous Acid Extraction Thiobarbituric Acid Method for Measuring Lipid Peroxidation in Beef, **J. Agrlc. Food Chm.** v. 40, p. 2182-2185, 1992.

ROBARDS, K.; KERR, A. F.; PATSALIDES, E. Rancidity and its measurement in edible oils and snack foods. A review. **Analyst**, v. 113, n. 2, p. 213-224, 1988.

ROCHA, M. M. R. M. **Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2010. 184f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, f. 184, 2010.

ROTASBR. Disponível em: <<http://rotasbr.com/regiao-nordeste/ceara/fortaleza/>>. Acesso em 27 de set. 2015.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

SEAJOCO. Disponível em: <<http://seajoco.vn/news-detail/swimming-crab-products/90.html>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

SELKE, E.; ROHWEDDER, W. K.; DUTTON, H. J. Volatile components from tristearin heated in air. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 52, n. 7, p. 232-235, 1975.

SHAHIDI, F. Assessment of lipid oxidation and off-flavor development in meat, meat products and seafoods. In: Shahidi, F. (Ed.) **Flavor of meat, meat products and seafoods**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. cap.17, p.373-394.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, U. Methods for Measuring Oxidative -Rancidity in Fats and Oils, **Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**, 2 Ed, CRC Press, capítulo 14. , 2002.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; LIMA FILHO, J. L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência e Saúde Coletiva**. Recife, v. 13, n. 5. p. 1675-1683, 2008.

SILVA, A. I. M. **Beneficiamento de carne de caranguejo e avaliação de parâmetros de qualidade**, 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2010.

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**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, F. E. R.; BICHARA, C. M. G; MÁRSICO, E. T.; TAXI, C. M. A. D.; SANTOS, W. F. Parâmetros de qualidade da carne de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* - linnaeus, 1763) obtida pelos métodos experimental e artesanal. B.CEPPA, Curitiba, v. 31, n. 2, p. 255-262, jul./dez. 2013.

SINNHUBER, R.O; YU, T. C. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity. **Food Technol.** v.12, n.1, p. 9-12, 1958.

SPURVEY, S., PAN, B. S.; SHAHIDI, F. Flavour of shellfish. In “**Flavor of Meat, Meat Products, and Seafoods**”. 2nd ed. pp. 159-196. Shahidi, F. ed. Blackie Academic and Professional. London, United Kingdom, 1998.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 308 p.

TANCHOTIKUL, U.; HSIEH, THOMAS C.-Y. Volatile flavor components in crayfish waste. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 6, p. 1515-1520, 1989.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v. 243, p. 68-76, 1997.

VAN GEMERT, L. J.; NETTENBREIJER, A. H. Compilation of Odor Threshold Values in Air and Water; TNO-CIVO **Food Analysis Institute**: Zeist, The Netherlands, 1977.

VIEIRA, R. H. S. F.; TORRES, R. C. O. Contagem de *Staphylococcus aureus*. In VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo, Livraria Varela. 227p. 2004.

VILAS BOAS, G. C. **Morfometria, rendimento do processamento e composição química do filé de matrinhã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869)**. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

VITALI, A. A.; QUAIST, D. G. (1996). Vida de prateleira de alimentos. In S. C. S. R. Moura, e S. P. M. M. Germen (Eds.), **Reações de transformações e vida de prateleira de alimentos processados: Manual técnico**, n.6 (pp. 3–10). Campinas: ITAL.

VODOVOTZ, Y.; BOURLAND, C. H. T. Preservation methods utilized for space food. In: WELTI-CHANES, J.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; J. M. AGUILERA (Eds.), **Engineering and food** for the 21st century, New York, 2002.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino acid analysis of food materials. **Journal Automatic Chemistry**, London, v. 8, p. 170-177, 1986.

WILKINSON, A. L.; SUN, Q.; SENEAL, A.; FAUSTMAN, C. Antioxidant effects on TBARS and fluorescence measurements in freeze-dried meats. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 66, n. 1, p. 20-24, 2001.

WU, H. C.; SHIAU, C. Y. Proximate composition, free amino acids and peptides contents in commercial chicken and other meat essences. **Journal of Food Drug Analysis**, v. 10, p. 170–177, 2002.

YAMAGUCHI, S.; YOSHIKAWA, T.; IKEDA, S.; NINOMIYA, T. Measurement of the relative taste intensity of some a-amino acid and 50-nucleotides. **Journal of Food Science**, v. 36, p. 846–849, 1971.

YU, Hui-zi; CHEN, Shun-sheng. Comparison of Volatile Flavor Components in Cooked Chinese Mitten Crab Meat and Crab Spawn [J]. **Food Science**, v. 8, 2011.



### APÊNDICE A – Ficha da Análise Sensorial de “Casquinha de Caranguejo”

|   |          |
|---|----------|
| <b>Nome:</b>  | <b>P</b> |
| <b>Sexo:</b> <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino   |          |
| <b>Idade:</b> <input type="checkbox"/> menor de 18 <input type="checkbox"/> 18-25 <input type="checkbox"/> 26-35 <input type="checkbox"/> 36-45 <input type="checkbox"/> maior de 45  |          |
| <b>Escolaridade:</b> <input type="checkbox"/> fundamental <input type="checkbox"/> Médio incompleto <input type="checkbox"/> médio <input type="checkbox"/> superior incompleto<br><input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> pós-graduação incompleto <input type="checkbox"/> pós-graduação |          |

**1- Marque na escala abaixo o quanto você GOSTA de CARNE DE CARANGUEJO.**  
☐ Gosto MUITÍSSIMO ☐ Gosto Muito ☐ Gosto Moderadamente ☐ Gosto Ligeiramente

**2- Com que frequência você consome CARNE DE CARANGUEJO?**  
☐ 3 a 5 vezes por semana ☐ 1 vez por semana ☐ 1 vez por mês ☐ 1 vez por ano

#### ATENÇÃO!

Teste 1 – Por favor, prove a metade de cada amostra (uma de cada vez) e indique na escala abaixo o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU das seguintes características:

#### ESCALA

- 9 Gostei muitíssimo  
 8 Gostei muito  
 7 Gostei moderadamente  
 6 Gostei ligeiramente  
 5 Nem gostei, nem desgostei  
 4 Desgostei ligeiramente  
 3 Desgostei moderadamente  
 2 Desgostei muito  
 1 Desgostei muitíssimo

| Nº DA AMOSTRA | COR | AROMA | SABOR | TEXTURA | IMPRESSÃO GLOBAL |
|---------------|-----|-------|-------|---------|------------------|
|               |     |       |       |         |                  |
|               |     |       |       |         |                  |
|               |     |       |       |         |                  |
|               |     |       |       |         |                  |

#### Você compraria esses produtos?

|   |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1- Compraria com certeza                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2- Possivelmente compraria                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3- Talvez comprasse, talvez não comprasse | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4- Possivelmente não compraria            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5- Com certeza não compraria              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



## APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado a participar como voluntário, sem qualquer tipo de pagamento, da pesquisa intitulada: **“PROCESSAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE DE PRODUTOS LIOFILIZADOS DE CARANGUEJO-UÇÁ”**

Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. **Se você tiver algum problema de saúde relacionado à ingestão de carne de caranguejo, corante urucum, tempero completo, sal, pimenta branca, alho, cebola, cheiro verde, azeite tais como: alergia ou qualquer outro problema de saúde NÃO poderá participar dos testes.**

O propósito desta pesquisa é desenvolver um produto com carne de caranguejo e verificar a aceitação deste pelos consumidores. Os dados serão coletados por meio de uma ficha de análise sensorial através do teste escala hedônica, atitude de compra e ordenação-preferência.

Aqueles que fornecerem dados espontaneamente pós-esclarecimentos terão suas identidades preservadas mesmo em publicações em documentos especializados nos meios de comunicação científicos ou leigos.

O abaixo-assinado, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, RG nº \_\_\_\_\_ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntários da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Sou sabedor que terei todas as dúvidas respondidas a contento pelo pesquisador responsável Lucélia Kátia de Lima, no telefone (85) 9910-5789 ou e-mail [luceliakatia@yahoo.com.br](mailto:luceliakatia@yahoo.com.br).

Fortaleza, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

**ATENÇÃO:** Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 Rodolfo Teófilo. Telefone: 3366.8344

**APÊNDICE C - Delineamento inteiramente casualizado para quatro amostras**

| PROVADORES | AMOSTRAS |   |   |   | CODIFICAÇÃO |     |     |     |
|------------|----------|---|---|---|-------------|-----|-----|-----|
| P1         | A        | B | C | D | 245         | 458 | 396 | 847 |
| P2         | A        | B | D | C | 298         | 665 | 635 | 532 |
| P3         | A        | C | B | D | 896         | 537 | 759 | 287 |
| P4         | A        | C | D | B | 528         | 614 | 942 | 481 |
| P5         | A        | D | B | C | 374         | 635 | 581 | 496 |
| P6         | A        | D | C | B | 971         | 183 | 834 | 252 |
| P7         | B        | A | C | D | 452         | 784 | 368 | 814 |
| P8         | B        | A | D | C | 543         | 694 | 294 | 731 |
| P9         | B        | C | A | D | 915         | 837 | 548 | 159 |
| P10        | B        | C | D | A | 215         | 713 | 427 | 326 |
| P11        | B        | D | A | C | 197         | 953 | 693 | 934 |
| P12        | B        | D | C | A | 613         | 518 | 742 | 486 |
| P13        | C        | A | B | D | 461         | 276 | 486 | 651 |
| P14        | C        | A | D | B | 913         | 431 | 789 | 375 |
| P15        | C        | B | A | D | 282         | 457 | 531 | 246 |
| P16        | C        | B | D | A | 847         | 196 | 793 | 277 |
| P17        | C        | D | A | B | 784         | 692 | 863 | 793 |
| P18        | C        | D | B | A | 271         | 513 | 175 | 854 |
| P19        | D        | A | B | C | 173         | 612 | 392 | 187 |
| P20        | D        | A | C | B | 963         | 168 | 463 | 219 |
| P21        | D        | B | A | C | 578         | 264 | 627 | 659 |
| P22        | D        | B | C | A | 397         | 586 | 149 | 537 |
| P23        | D        | C | A | B | 963         | 286 | 683 | 273 |
| P24        | D        | C | B | A | 937         | 215 | 138 | 149 |
| P25        | A        | B | C | D | 546         | 319 | 775 | 372 |
| P26        | A        | B | D | C | 898         | 868 | 978 | 354 |
| P27        | A        | C | B | D | 773         | 765 | 439 | 174 |
| P28        | A        | C | D | B | 573         | 218 | 132 | 256 |
| P29        | A        | D | B | C | 914         | 628 | 396 | 215 |
| P30        | A        | D | C | B | 563         | 134 | 562 | 485 |
| P31        | B        | A | C | D | 497         | 824 | 625 | 713 |
| P32        | B        | A | D | C | 471         | 962 | 328 | 421 |
| P33        | B        | C | A | D | 735         | 361 | 926 | 249 |

A = Formulação com farinha e condimentos *in natura*

B = Formulação com farinha e condimentos desidratados

C= Formulação apenas carne e condimentos *in natura*

**D= Formulação apenas carne e condimentos desidratados**

**APÊNDICE D - Análise sensorial de “casquinha de caranguejo” com 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente**

|   |          |
|---|----------|
| <b>Nome:</b>  | <b>P</b> |
| <b>Sexo:</b> <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino   |          |
| <b>Idade:</b> <input type="checkbox"/> menor de 18 <input type="checkbox"/> 18-25 <input type="checkbox"/> 26-35 <input type="checkbox"/> 36-45 <input type="checkbox"/> maior de 45  |          |
| <b>Escolaridade:</b> <input type="checkbox"/> fundamental <input type="checkbox"/> Médio incompleto <input type="checkbox"/> médio <input type="checkbox"/> superior incompleto<br><input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> pós-graduação incompleto <input type="checkbox"/> pós-graduação |          |

**3. Marque na escala abaixo o quanto você GOSTA de CARNE DE CARANGUEJO.**

☐ Gosto MUITÍSSIMO ☐ Gosto Muito ☐ Gosto Moderadamente ☐ Gosto Ligeiramente

**4. Com que frequência você consome CARNE DE CARANGUEJO?**

☐ 3 a 5 vezes por semana ☐ 1 vez por semana ☐ 1 vez por mês ☐ 1 vez por ano

**ATENÇÃO!**

Teste 1 – Por favor, prove a amostra e indique na escala abaixo o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU das seguintes características:

**ESCALA**

- 9 Gostei muitíssimo
- 8 Gostei muito
- 7 Gostei moderadamente
- 6 Gostei ligeiramente
- 5 Nem gostei, nem desgostei
- 4 Desgostei ligeiramente
- 3 Desgostei moderadamente
- 2 Desgostei muito
- 1 Desgostei muitíssimo

| COR | AROMA | SABOR | TEXTURA | IMPRESSÃO GLOBAL |
|-----|-------|-------|---------|------------------|
|     |       |       |         |                  |

**Teste 2 – Você compraria esse produto?**

- 1- Compraria com certeza ☐
- 2- Possivelmente compraria ☐
- 3- Talvez comprasse, talvez não comprasse ☐
- 4- Possivelmente não compraria ☐
- 5- Com certeza não compraria ☐

**Comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Obrigada pela sua participação!

## **APÊNDICE E – Métodos utilizados na determinação da composição química dos produtos**

### ***Cinzas***

Para a determinação do teor de cinzas foram pesados em balança analítica 5 g da matéria-prima e 0,5 g dos produtos liofilizados em cadinhos de porcelana previamente secos e pesados. O teor de cinzas foi determinado por incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550 °C até obtenção das cinzas. Logo após, os cadinhos contendo as cinzas foram colocados em dessecador e quando atingiram à temperatura ambiente foram pesados novamente. O teor de cinzas foi expresso em porcentagem (%) calculado usando a seguinte equação:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{(\text{PCC} - \text{PCV}) \times 100}{\text{PA}} \quad (4)$$

Onde: PCC – massa do cadinho com cinzas (g);

PCV – massa do cadinho vazio (g);

PA – massa da amostra (g).

### ***Umidade***

A determinação do teor de umidade foi realizada por pesagem em balança analítica de 5 g de carne de caranguejo-uçá e 0,5 g dos produtos liofilizados em cápsulas de porcelana previamente secas e pesadas. As amostras foram secas à temperatura de 105 °C em estufa até massa constante. Em seguida, foram colocadas em dessecador até atingir à temperatura ambiente e foram pesadas novamente. O teor de umidade foi expresso em porcentagem (%) calculado usando a seguinte equação:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(\text{PCAU} - \text{PCAS}) \times 100}{\text{PA}} \quad (5)$$

Onde: PCAU – massa da cápsula mais amostra úmida (g);

PCAS – massa da cápsula mais amostra seca (g);

PA – massa da amostra (g).

### ***Proteínas***

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldhal, o qual determina o percentual de nitrogênio total e este é convertido em proteína multiplicando-se pelo fator 6,25. Foi medido 1 g de carne de caranguejo-uçá e 0,5 g dos produtos liofilizados em papel livre de nitrogênio. A pesagem foi realizada em balança analítica. As amostras foram colocadas nos tubos de digestão de proteínas e a seguir foi adicionado 10 g de mistura catalítica (9 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro, 1 g de CuSO<sub>4</sub>) e 10 ml de ácido sulfúrico P.A concentrado.

Os tubos foram então levados ao digestor de proteínas (TECNAL, modelo TE 008/50) onde permaneceram em aquecimento até completa digestão. Em seguida, foram adicionados aproximadamente 10 ml de água destilada nos tubos para dissolver os sais da mistura catalítica. Após o resfriamento desses tubos. Eles foram conectados ao destilador de nitrogênio (TECNAL, modelo Te- 036/1) e em seguida alcalinizado com NaOH a 45%.

O nitrogênio destilado foi recebido em um erlenmeyer contendo 50 ml de solução padronizada de ácido sulfúrico 0,1 N para amostras de carne *in natura* e 75 ml para as amostras liofilizadas. Foram adicionados 4 gotas de vermelho de metila como indicador.

Após a destilação foi iniciado o processo de titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N até a viragem do indicador. O teor protéico foi expresso em porcentagem (%) e calculado usando a seguinte equação:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(V \text{ H}_2\text{SO}_4 \times N \text{ H}_2\text{SO}_4) - (V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}) \times 8,75}{PA} \quad (6)$$

Onde: V H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – volume gasto da solução de ácido sulfúrico (ml);

V NaOH – volume gasto da solução de hidróxido de sódio (ml);

N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – normalidade da solução de ácido sulfúrico;

N NaOH – normalidade da solução de hidróxido de sódio;

PA – massa da amostra (g).

### ***Lipídios totais***

O teor de lipídios foi determinado pelo método Bligh e Dyer (1959). Então, foram medidos 100 g de carne de caranguejo-uçá e homogeneizados com 100 ml de clorofórmio e



200 ml de metanol, agita-se por 2 minutos e depois se adiciona mais 100 ml de clorofórmio e agita-se por mais 30 segundos em seguida filtra-se em papel filtro. A máxima recuperação do solvente é conseguida quando se adiciona 100 ml de clorofórmio ao resíduo e filtra-se novamente. Logo após remove-se o resíduo do frasco com mais 50 ml de clorofórmio.

Os filtrados foram todos misturados ao anterior e transferidos para uma proveta de 500 ml e após alguns minutos de repouso e completa separação das fases, o volume da camada de clorofórmio foi recuperado e a camada alcoólica (metanol – parte superior) foi removida com um pequeno volume da camada de clorofórmio para assegurar uma completa remoção da parte superior. Nessa camada de clorofórmio irá conter os lipídios purificados.

Com isso, retira-se uma alíquota de 10 ml do extrato contendo os lipídios e evapora-se em rotaevaporador a  $\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  por aproximadamente 10 minutos e seca-se o resíduo em dessecador a vácuo.

$$\% \text{ Lipídios totais} = \frac{(\text{PLA} \times \text{VCC})}{(\text{VA} \times \text{PA})} \times 100 \quad (7)$$

Onde: PLA – massa do lipídio na alíquota (g);

VCC – volume da camada de clorofórmio (ml);

VA – volume da alíquota (ml);

PA – massa da amostra (g).

### ***Carboidratos***

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de umidade, proteína, lipídeos totais e cinzas.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ U} + \% \text{ P} + \% \text{ LT} + \% \text{ C}) \quad (8)$$

Onde: % U – percentual de umidade;

% P – percentual proteína;

% LT – percentuais lipídios totais;

% C – percentuais cinzas.