



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

FRANCISCO IKARO XAVIER DE SOUSA

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA CARNE DE CARANGUEJO-UÇÁ,
Ucides cordatus, **LIOFILIZADA E EMBALADA A VÁCUO EM DIFERENTES**
PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

FORTALEZA

2022

FRANCISCO IKARO XAVIER DE SOUSA

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA CARNE DE CARANGUEJO-
UÇÁ, *Ucides cordatus*, LIOFILIZADA E EMBALADA A VÁCUO EM
DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof.º. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S696a Sousa, Francisco Ikaro Xavier de.
Avaliação da estabilidade da carne de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, liofilizada e embalada a vácuo em diferentes períodos de armazenamento / Francisco Ikaro Xavier de Sousa. – 2022.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza.

1. Caranguejo-uçá. 2. Liofilização. 3. Selagem a vácuo. I. Título.

CDD 639.2

FRANCISCO IKARO XAVIER DE SOUSA

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA CARNE DE CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus*, LIOFILIZADA E EMBALADA A VÁCUO EM DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovado em: 08/12/2022

BANCA EXAMINADORA

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

Prof.^a. Dra. Francisca Gleire Rodrigues de Menezes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Cláudia Brandão Vieira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Ivaneide e Kassio.

A todos que me fizeram bem.

E principalmente pela esperança de
avanço da ciência no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Ivaneide e Kassio, por todo apoio, suporte e incentivo durante toda a jornada na universidade, sem eles eu não estaria aqui.

Aos meus amigos mais próximos Cynthia Maria e Hermeson Olímpio, por todos os momentos de descontração, risos e por terem tornado os dias mais fáceis.

Ao meu companheiro e melhor amigo Naylson Viana, por todas as palavras de apoio que tive, sempre paciente e incentivador nos momentos difíceis.

Aos membros do Laboratório de Tecnologia do Pescado – LATEPE, Diego e Jaqueline, por toda ajuda no desenvolvimento do trabalho e pelos muitos ensinamentos que tive no período em que trabalhamos juntos.

Aos companheiros de laboratório Davi, Beatriz, Willame e Emylly por toda a ajuda ao longo do experimento.

As técnicas de Laboratório Claudia e Cintia, por todo suporte nas análises físico-químicas e microbiológicas e no compartilhamento de conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Bartolomeu Warlene por todo auxílio financeiro ao trabalho e pela excelente orientação.

A Deus, por ter me ajudado a manter a calma e me guiado durante todos esses anos.

A todas as pessoas que passaram em minha vida no período de graduação, que me fizeram repensar decisões e me marcaram positivamente.

A banca examinadora pelas considerações, críticas e sugestões recebidas.

RESUMO

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, figura entre as espécies de crustáceo mais consumidas no Brasil, tendo sua importância ligada a aspectos econômicos, sociais e ecológicos. Os estoques naturais da espécie vêm sofrendo com crescente aumento na sua escassez, influenciada pela captura desordenada, ocorrendo até mesmo no seu período de defeso e grande mortalidade ocasionada no transporte irregular destes animais. Estes fatores tornam necessário o desenvolvimento e a aplicação de procedimentos que visem a maior disponibilidade da carne de caranguejo, mantendo suas características sensoriais e nutricionais de frescor. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade do produto, através de dois tratamentos, analisando as características físico-químicas, microbiológicas e a composição centesimal da carne de caranguejo-uçá liofilizada com/sem emprego de selagem a vácuo, durante um período de 90 dias de armazenamento em temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. A qualidade do produto foi avaliada através dos parâmetros de qualidade TBARS, N-BVT, pH e foi realizada a contagem de bactérias heterotróficas cultiváveis totais. A composição química da carne de caranguejo-uçá foi avaliada através das análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. Os resultados obtidos constataram que o emprego da liofilização em conjunto com a selagem a vácuo foi eficaz no retardo da oxidação lipídica, entretanto, foram observados valores altos das médias de N-BVT, pH e bactérias heterotróficas totais. A análise microbiológica na carne recém obtida da indústria sugeriu uma grande contaminação inicial da matéria-prima, o que influenciou diretamente nos parâmetros analisados. Ao final do período de 90 dias, as melhores médias de TBARS (0,96 mg/100g de produto), N-BVT (26,4 mg de N/ 100g de produto), pH (7,82), foram obtidas no tratamento com selagem a vácuo, dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira. A liofilização promoveu a manutenção do valor proteico, chegando à faixa de 79,41% e a redução da umidade do produto. Associada com a selagem a vácuo, ocasionou efeito bacteriostático, inibindo o crescimento bacteriano de 4,97 a 2,82 UFC no tratamento LCV (carne liofilizada e embalada a vácuo). A análise dos resultados sugere que a carne de caranguejo-uçá liofilizada e embalada a vácuo está dentro do limite aceitável para o consumo humano, mas deve-se tomar mais iniciativas para promover o seu processamento de modo adequado, com o objetivo de garantir a segurança alimentar do produto.

Palavras- chave: caranguejo-uçá; liofilização; selagem a vácuo;

ABSTRACT

The uçá crab, *Ucides cordatus*, is among the most consumed crustacean species in Brazil, having its importance linked to economic, social, and ecological aspects. The natural stocks of the species have been suffering from an increasing scarcity, influenced by disorderly capture, occurring even during the closed season, and high mortality caused by the irregular transport of these animals. These factors make it necessary to develop and apply procedures aimed at increasing the availability of crab meat and maintaining its sensory and nutritional characteristics of freshness. Thus, the objective of this study was to evaluate the stability of the product, through two treatments, analyzing the physical-chemical, microbiological characteristics and the centesimal composition of the freeze dried uçá crab meat with/without the use of vacuum sealing, during 90 days of storage at a temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. The quality of the product was evaluated using the quality parameters TBARS, N-BVT, and pH, and the count of total cultivable heterotrophic bacteria was performed. The chemical composition of uçá-crab meat was evaluated through moisture, ash, protein, and lipid analyses. The results found that the use of freeze-drying in conjunction with vacuum sealing was effective in delaying lipid oxidation, however, high values were observed for the averages of N-BVT, pH, and total heterotrophic bacteria. The microbiological analysis of meat recently obtained from the industry suggested a large initial contamination of the raw material, which directly influenced the analyzed parameters. At the end of the 90 days, the best means of TBARS (0.96 mg/100g of product), N-BVT (26.4 mg of N/100g of product), and pH (7.82) were obtained in the treatment with vacuum sealing, within the limit established by Brazilian legislation. Freeze-drying promoted the maintenance of the protein value, reaching the range of 79.41% and the reduction of the product moisture. Associated with vacuum sealing, it caused a bacteriostatic effect, inhibiting bacterial growth from 4.97 to 2.82 CFU in the LCV treatment (freeze-dried and vacuum-packed meat). The analysis of the results suggests that freeze-dried and vacuum-packed uçá crab meat is within the acceptable limit for human consumption, but more initiatives should be taken to promote its proper processing, to guarantee safety product feed.

Keywords: crab-uçá; freeze-drying; vacuum sealing; *Ucides cordatus*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Exemplar de <i>Ucides cordatus</i> | 15 |
| Figura 2 – Liofilizador de bancada utilizado no estudo..... | 21 |
| Figura 3 - Fluxograma demonstrativo das etapas realizadas no experimento..... | 23 |
| Figura 4 – Amostras em liofilizador | 24 |
| Figura 5 – Carne de caranguejo-uçá liofilizada..... | 24 |
| Figura 6 - Carne liofilizada e embalada a vácuo..... | 25 |
| Figura 7 - Carne liofilizada sem embalagem selada a vácuo..... | 25 |
| Figura 8 - Curva padrão de oxidação lipídica..... | 27 |
| Figura 9 - Fluxograma da Contagem Padrão de Placas (CPP) de bactérias heterotróficas cultiváveis totais nas amostras de carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada e não embalada a vácuo, durante período de estocagem de 90 dias..... | 29 |
| | 29 |
| Figura 10 – Inoculação de placas..... | 30 |
| Figura 11- Preparo de placas..... | 30 |
| Figura 12 – Contagem padrão de placas..... | 30 |
| Figura 13 - Amostra incinerada para análise do teor de cinzas..... | 32 |
| Figura 14 – Comparação dos valores de Oxidação lipídica da carne de caranguejo-uçá liofilizada em dois tratamentos diferentes, ao longo de 90 dias de armazenamento..... | 36 |
| Figura 15 – Comparação das médias de N-BVT da carne de caranguejo-uçá liofilizada em dois tratamentos diferentes, ao longo de 90 dias de armazenamento..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 16 - Gráfico da variação do potencial hidrogeniônico nos dois tratamentos com carne de caranguejo-uçá liofilizada, ao longo de 90 dias de armazenamento..... | 41 |
| Figura 17 - Resíduos de carapaça encontrados em amostra..... | 44 |
| Figura 18 - Quantificação de bactérias heterotróficas totais na carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada ou não a vácuo durante período de 90 dias de armazenamento..... | 46 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Delineamento experimental..... | 24 |
| Tabela 2 - Rendimento das amostras liofilizadas..... | 33 |
| Tabela 3- Valores médios de TBARS na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente..... | 34 |
| Tabela 4 - Valores médios de N-BVT na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente..... | 37 |
| Tabela 5 - Valores médios de pH na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente..... | 39 |
| Tabela 6 - Composição centesimal da carne de caranguejo-uçá congelada e carne de caranguejo-uçá liofilizada com e sem selagem a vácuo..... | 41 |
| Tabela 7 - Logarítmo da Média dos valores das Unidades Formadoras de Colônias das bactérias heterotróficas totais detectadas na carne de caranguejo-uçá liofilizada e embalada ou não a vácuo, durante 90 dias de armazenamento..... | 44 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------------------------|---|
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| APHA | American Public Health Association |
| CPP | Contagem padrão em placas |
| FAO | Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura |
| g | Grama |
| Kg | Quilograma |
| LCV | Tratamento com carne de caranguejo-uçá liofilizada e selada a vácuo |
| LSV | Tratamento com carne de caranguejo-uçá liofilizada sem selagem a vácuo |
| mg | Miligrama |
| N-BVT | Nitrogênio de bases voláteis totais |
| nm | nanômetro |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| RIISPOA Animal | Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal |
| TBA | Ácido tiobarbitúrico |
| TBARS | Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico |
| TCA | Ácido tricloacético |
| UFC | Unidades Formadoras de Colônias |
| UR | Umidade relativa |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 | Caranguejo-uçá e o manguezal..... | 14 |
| 1.2 | Qualidade do pescado..... | 16 |
| 1.3 | Armazenamento a vácuo | 18 |
| 1.4 | Liofilização | 19 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 2.1 | Material biológico | 22 |
| 2.2 | Preparo das amostras e liofilização..... | 22 |
| 2.3 | Rendimento | 24 |
| 2.4 | Armazenamento a vácuo | 24 |
| 2.5 | Delineamento experimental | 25 |
| 2.6 | Análises Físico-químicas | 26 |
| 2.7 | Análise microbiológica | 28 |
| 2.8 | Composição Centesimal | 30 |
| 2.9 | Análises estatísticas..... | 33 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 34 |
| 3.1 | Rendimento da carne de caranguejo-uçá liofilizada | 34 |
| 3.2 | Substâncias reativas ao ácido 2-Tiobaritúrico (TBARS)..... | 35 |
| 3.3 | N-BVT – Bases voláteis totais | 38 |
| 3.4 | pH – Potencial Hidrogeniônico..... | 40 |
| 3.5 | Composição centesimal | 42 |
| 3.6 | Análises microbiológicas | 45 |
| 4 | CONCLUSÃO | 48 |
| 5 | REFERÊNCIAS..... | 49 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Caranguejo-uçá e o manguezal

O ecossistema de manguezal desempenha papel vital na manutenção da biodiversidade de áreas estuarinas marcadas pelo encontro do rio com o mar, funcionando como um grande berçário natural às mais variadas espécies de peixes, crustáceos, aves, moluscos, etc. que utilizam de sua extensão, para alimentação e reprodução principalmente. Além disso, são importantes ecossistemas do ponto de vista socioeconômico, já que a captura de espécies presentes nessas áreas sustenta populações que vivem da pesca extrativista e artesanal por gerações. Ao redor do mundo existem cerca de 162.000 km² de manguezal. O Brasil possui cerca de 25.000 km² em uma extensão que vai desde o Cabo Orange, no estado do Amapá, até o município de Laguna, em Santa Catarina (PEREIRA, 1998). O país é detentor de cerca de 12% da área total de manguezais do mundo, o que não impede a crescente degradação do ecossistema através da ação antrópica, principalmente relacionada a especulação imobiliária e poluição (ICMBIO, 2018).

Existe uma relação de cooperação mútua entre o mangue em si e as espécies que residem nele, além de benefícios aos seres humanos com sua preservação. Aves aquáticas que realizam migração para essas localidades podem ser utilizadas como bioindicadores de poluição (WINARNI *et al.*, 2022), moluscos possuem a função de degradar detritos e podem ser utilizados para avaliação da concentração de metais pesados no ambiente aquático, já que se alimentam por filtração (BHANDARI, *et al.* 2021), Invertebrados bentônicos possuem o hábito de se enterrarem em tocas no substrato, promovendo a recirculação de nutrientes no ambiente e expondo uma maior superfície de sedimento a atmosfera, o que, por sua vez, auxilia na maior disponibilidade de oxigênio (EGAWA, SHARMA, 2021; MITSCH, 2013). Dentre os tipos de animais que habitam o manguezal, um que merece destaque por sua contribuição é o caranguejo. Estão diretamente ligados a funções biogeoquímicas e ecológicas do seu *habitat*, realizando a redução de folhas a menores pedaços, que serão usadas para colonização bacteriológica (ANDREETTA, *et al.* 2014), e auxiliando no transporte de nitrogênio e carbono para camadas mais profundas do sedimento (ALONGI *et al.* 2002).

O Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), (Decapoda: Brachyura) figura entre as espécies mais comumente encontradas em áreas de manguezal no Brasil e um dos produtos mais explorados deste biosistema (DE OLIVEIRA CORTÊS, ZAPPES, DI

BENEDITO, 2018). Exclusivo das américas, possui ampla distribuição ao longo da América Ocidental, América Central, Antilhas e no norte da América do Sul, mais precisamente abrangendo o litoral do Brasil e Guiana (MELO, 1996). Conhecido também como caranguejo-verdadeiro ou caranguejo-do-mangue, a espécie possui como características morfológicas a sua coloração típica variando do azul ao marrom, sendo um animal de grande porte. É um crustáceo semiterrestre, de ciclo de vida longo, que apresenta hábito alimentar onívoro, detritívoro e constrói tocas próximo as raízes de *Rizophora racemosa* e *Rizophora mangle*, espécies de plantas típicas do ecossistema em questão, adaptadas a variação dos níveis de salinidade do local (MELO, 1996; DINIZ *et al*, 2022).

Figura 1. Exemplar de *Ucides cordatus*



Fonte: Google

A captura do caranguejo-uçá é normalmente feita através de apetrechos e técnicas tradicionais. O “braceamento”, consiste na introdução do braço do coletor na toca para promover a retirada do caranguejo com as próprias mãos, sendo uma técnica pouco utilizada atualmente, mas permitida pela legislação vigente (IBAMA, 2003). Outra forma de captura utiliza a “redinha”, apetrecho confeccionado com galhos e rede de ráfia, fixada na porta das tocas. É considerada uma técnica altamente prejudicial e predatória pois promove a captura de indivíduos de tamanho fora do padrão e fêmeas com ovos, sendo categorizada como apetrecho de baixa seletividade (MACIEL, 2019; ALVES, 2004). A extração de exemplares de caranguejo-uçá é realizada durante todo o ano, apesar da legislação vigente que estabelece período de defeso para reprodução da espécie, o que auxilia na depleção dos estoques de *Ucides cordatus*. A Portaria SAP/MAPA nº 325, de 30 de dezembro de 2020, estabeleceu diretrizes para preservação da espécie até o ano de 2024, determinando novos períodos de defeso durante a “andada”, momento em que os indivíduos saem de suas tocas para acasalamento e postura de ovos, sendo proibido captura, beneficiamento e comercialização da espécie (BRASIL, 2020). No ano de 2011, de acordo com dados do Boletim estatístico da pesca e aquicultura, a produção

pesqueira de crustáceos chegou a aproximadamente 57.344 toneladas, sendo a produção do caranguejo-uçá chegando a 8.607,5 toneladas (BRASIL, 2011). Uma grande problemática enfrentada é a elevada mortalidade dos indivíduos durante o transporte inadequado. Alguns autores avaliam que cerca da metade do total capturado morre decorrente de péssimas condições de manejo e armazenamento, principalmente quando é necessário percorrer grandes distâncias até os centros consumidores (MARQUES, 2006; MOTA, 2007). Infelizmente com a falta de dados científicos recentes sobre a captura da espécie fica difícil ter conhecimento sobre a produção nacional atual, mas devido a procura e grande mercado consumidor no Nordeste, a tendência é que os estoques tenham diminuído ainda mais.

No viés socioeconômico, a espécie é importante no fornecimento de renda a comunidades ribeirinhas tradicionais. Os conhecimentos sobre a captura e hábitos do caranguejo-uçá são passados de geração a geração e a comercialização promove uma cadeia produtiva que garante o sustento dessas populações (GALVÃO, MARINHO, CONCEIÇÃO, 2010). No quesito nutricional, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TBCA, em 100g de carne de *Ucides cordatus*, sem a passagem por nenhum processo de cozimento ou armazenamento, encontra-se quantidade considerável de nutrientes como vitaminas e sais minerais que fazem da carne do caranguejo-uçá um alimento rico. Possui boas quantidades de minerais como o cálcio, ferro, fósforo, zinco, além de vitaminas do Complexo B, como Tiamina e Riboflavina (TBCA, 2020). O consumo regular de selênio, também encontrado na carne de caranguejo, pode ajudar na prevenção do câncer e aumento da imunidade (ÁLVAREZ-DOMÍNGUEZ *et al*, 2022; AVERY, HOFFMANN, 2018). Trabalhos também foram desenvolvidos utilizando como matéria-prima a carapaça do animal, que na maioria das vezes é descartada, e pode ser utilizada na produção de filmes e revestimentos com a finalidade de aumentar a vida de prateleira de peixes (VALE *et al*, 2020), demonstrando a importância da espécie para diversos segmentos diferentes.

1.2 Qualidade do pescado

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal RIISPOA, entende-se como pescado o grupo que abrange as mais variadas

espécies de peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos destinados a alimentação humana (BRASIL, 2020).

O pescado, por ser um alimento bastante perecível, necessita de um conjunto de procedimentos que tem como finalidade, garantir a manutenção de sua saúde sensorial e frescor. O conceito de frescor da carne do pescado está intimamente relacionado as características de aroma, aparência, sabor e textura, sendo influenciado principalmente pela manipulação, captura, estado do animal no abate e armazenamento. Já a inocuidade, é um dos pilares de padrão de qualidade estabelecido pela indústria, onde o produto deve ser seguro o suficiente para não causar danos à saúde do consumidor final.

É conhecido que o pescado figura entre os alimentos mais nutritivos existentes atualmente, devido a presença de quantidades consideráveis de proteínas, vitaminas, minerais e ácidos graxos, que ocasionaram o aumento da procura por esse tipo de alimento e fizeram com que o consumo mundial *per capita* chegasse à faixa de 20,2 kg no ano de 2020 (GONÇALVES, 2021; FAO, 2022; SOARES, GONÇALVES, 2012).

Dito isso, a presença de outras características intrínsecas como sua atividade de água, quantidade de gordura, composição química e sensibilidade a variações de temperatura, pH neutro, entre outras, fazem com que o pescado seja vulnerável a ação de microrganismos e ação enzimática, que possa vir a comprometer sua qualidade. A manipulação e conservação correta, higiene e boas práticas de fabricação e processamento, atuam diretamente como mecanismos capazes de prolongar a vida útil do alimento e retardar seu processo de deterioração (GONÇALVES, 2021; COSTA, 2020).

De acordo com GONÇALVES (2021), após a morte do pescado, várias são as reações que se seguem, que vão atuar diretamente determinando, entre outros fatores, o tempo em que o produto pode ser armazenado e consumido, sem causar riscos à saúde humana. Logo no início ocorre a ação enzimática que vai hidrolisar macromoléculas como proteínas e lipídeos, seguido pela ação microbiológica e a consequente perda de qualidade até a deterioração. Dentre as principais alterações que demonstram a perda da qualidade do produto podemos citar a oxidação de lipídeos em peixes e aumento de bases voláteis totais, além de mudanças na aparência (CAMARGO, 2013), melanose em crustáceos armazenados em gelo (GOKOGLU, CEYLAN, 2022), azedume, descoloração e remoção facilitada de partes do corpo de alguns moluscos (GONÇALVES, 2021).

Diante dessas questões, a indústria procura cada vez mais o desenvolvimento de novos métodos de transporte, armazenamento e distribuição para a garantia da qualidade do alimento, praticidade de preparo pelo consumidor e o maior aproveitamento possível da matéria-prima. Segundo dados da FAO, em 2020, mesmo após um período de declínio de capturas devido a pandemia de COVID-19, o total produzido de pescado, somadas as capturas e o gerado pela aquicultura mundial, chegou à marca de 177.800.000 de toneladas, o que gerou uma soma de 406 bilhões de dólares mundialmente (FAO, 2022). As previsões mostram que o total produzido de pescado pode chegar a 202.000.000 toneladas no ano de 2030, fato que torna ainda mais necessário a afirmação do compromisso em fornecer alimento de qualidade (FAO, 2022).

1.3 Armazenamento a vácuo

Dentre as formas de conservação do pescado, usualmente logo após a captura e abate do animal, emprega-se o gelo, resfriamento e/ou congelamento com o objetivo de retardar processos deteriorantes que venham a prejudicar a qualidade do alimento (GIAMPIETRO, REZENDE-LAGO, 2021). O procedimento muitas vezes é realizado dentro das próprias embarcações, desde o recebimento e higienização do produto (TEIXEIRA, GARCIA, 2016). Durante a estocagem, as principais alterações do pescado são de natureza física e bioquímica que podem resultar em mudanças na cor da carne, desidratação, oxidação de lipídeos, entre outros. As exigências em relação aos mercados de exportação e a crescente procura por alimentos de fácil preparo e disponibilidade, fizeram com que a indústria alimentícia buscasse formas de atender uma demanda cada vez mais exigente. Isso levou ao desenvolvimento de embalagens consideradas “ativas” e inteligentes, que promovem aumento no tempo de prateleira e se baseiam na menor interação possível com o alimento (MARTINAZZO, 2020).

O uso de tais embalagens promove a separação do produto em relação ao ambiente, atuando como uma barreira a entrada de gases e vapor d'água que porventura prejudicariam o mesmo, devendo ser fechadas hermeticamente. A embalagem a vácuo e a de atmosfera modificada se destacam, influenciando diretamente na durabilidade e qualidade dos produtos, segundo OLIVEIRA (2006).

A modificação na atmosfera consiste em substituição dos gases que naturalmente rodeariam o alimento por uma mistura balanceada de outros compostos que vão conferir

proteção contra mudanças bioquímicas e físicas. Normalmente utiliza-se nitrogênio, oxigênio e gás carbônico como os principais gases atuantes, em diferentes concentrações e formulações específicas para cada tipo de alimento (SANTOS, 2017; MARTINAZZO, 2020).

O uso do vácuo no acondicionamento de alimentos vem sendo utilizado em várias pesquisas relacionados a conservação do alimento. XU, CHEN (2022), empregaram a embalagem ativa na proteção de amêndoas tratadas termicamente contra *Salmonella* e obtiveram maior inibição microbiológica com os tratamentos onde o produto era embalado a vácuo (XU, CHEN, 2022). Outros trabalhos avaliando a carne de pescado embalada a vácuo em conjunto com a aplicação de outras técnicas de conservação, demonstraram redução na contaminação microbiológica com o tempo de armazenamento, além de pequenas mudanças relacionadas a cor, textura e oxidação (LAHRECHE, 2022; ESUA *et al*, 2022).

Dentre os principais materiais usados na confecção de embalagens ativas plásticas pode-se citar polímeros como o polietileno (PE), o polipropileno (PP), o politereftalato de etileno (PET), o policloreto de vinila (PVC), o poliestireno (PS) e a poliamida (PA), mas conhecido como nylon (OBARA, 2011). A escolha do material ideal leva em conta a sua resistência mecânica, química e térmica, o custo de produção, resistência a óleos e gorduras, além de sua capacidade de proteção a entrada de gases (OBARA, 2011; OLIVEIRA, 2006). A alteração na atmosfera ao redor do alimento ou uso do vácuo, atua na prevenção da deterioração microbiológica e da oxidação, preservando a carne de alterações na aparência, textura e aroma. Dentre as vantagens do uso deste tipo de embalagem está o aumento da vida útil do produto, benefício na distribuição do mesmo devido ao maior tempo de armazenamento e o menor custo quando comparado a outros tipos de embalagem (OLIVEIRA, 2006).

1.4 Liofilização

Uma das finalidades básicas quando se trabalha com tecnologia do pescado é buscar técnicas para conservar esse tipo de alimento, de forma que ocorra a correta manutenção da qualidade do produto e, conseqüentemente, maior disponibilidade do mesmo para o mercado consumidor. Vários são os procedimentos que podem ser realizados para conservar a carne de pescado, como a defumação, a salga e a secagem, por exemplo (GONÇALVES, 2021).

A secagem consiste na retirada de umidade e água dos alimentos seja por vias naturais ou artificiais, de modo que ocorre a redução de peso do produto e redução da ação de microrganismos que porventura poderiam reduzir o tempo de validade do alimento (CORNEJO, 2015). O processo de secagem começou a ser utilizado como forma simples e prática para preservação de alimentos por civilizações antigas que não tinham disponível tecnologia para alcançar resultados pretendidos. Tratava-se de uma secagem natural, utilizando-se o próprio calor emitido pelos raios solares com o objetivo de reduzir o teor de umidade contido em frutas e carnes por exemplo, tornando o produto disponível em boas condições por mais tempo. Apesar das vantagens, o processo é demorado e sujeito a interferência das condições climáticas. À medida que cientistas foram analisando o processo de secagem, novas tecnologias foram surgindo e culminando no desenvolvimento de equipamentos responsáveis por realizar a secagem de forma artificial e em menor tempo de processamento, sem afetar as características do produto (CATORZE *et al.* 2022; KRABCH, 2022).

A aplicação de secadores industriais e estufas comerciais promovem a remoção do teor de água da carne do pescado através do aumento da temperatura do ar (MEDEIROS *et al.* 2016). É necessário levar em consideração uma série de fatores termodinâmicos que precisam ser atendidos com o propósito de realizar de forma adequada a secagem do pescado. A temperatura auxilia na velocidade do processo; A velocidade do ar no aparelho age diretamente na transferência de massa; a diferença de pressão entre a superfície do produto e a atmosfera também interfere no processo. A umidade relativa do produto é fator determinante já que no pescado, dependendo do tipo e espécie, os teores de umidade podem chegar na casa dos 80%; O tamanho, forma, espessura e tipo de superfície do pescado interferem diretamente no tempo da secagem (MEDEIROS *et al.* 2016; BOERI, 2012).

Neste contexto, destaca-se o processo de liofilização, também conhecido como crio-secagem, que consiste na secagem do produto através da sublimação, com a passagem da água contida na matéria-prima congelada do estado sólido para o gasoso, em diferentes condições de temperatura e pressão, como forma de garantir a estabilidade de conservação dos alimentos, através do uso do liofilizador. A liofilização também vem sendo utilizada para vários fins desde tempos antigos. Trabalhos relatam a aplicação do processo por povos incas na América do Sul, que congelavam carnes e legumes durante o período da noite e, sob condições de baixa pressão das regiões onde habitavam, logo pela manhã o calor do sol ocasionava o fenômeno de sublimação da água do alimento, conservando-o (MNERIE, DUMITRU, 2008).

No ano de 1909, o pesquisador L. F. Shackell, realizou a secagem de materiais biológicos a vácuo e obteve resultados satisfatórios (BARUFFALDI, OLIVEIRA, 1998).

Grandes avanços nas pesquisas em relação ao processo de liofilização ocorreram durante o contexto da segunda guerra mundial. A criosecação foi utilizada para fornecimento de penicilina e alimentos para tropas, sendo essa época importantíssima já que houve grande estudo em relação ao processamento de alimentos e disponibilidade dos mesmos. A contribuição mais famosa, no entanto, foi feita pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) durante o programa Apollo, com o intuito de desenvolver alimentos que pudessem ser conservados por longos períodos, facilmente estocados e disponíveis para a nutrição de astronautas (BARUFFALDI, OLIVEIRA, 1998). Hoje em dia, a liofilização está presente em vários nichos agrícolas e industriais, como na conservação de frutas e verduras (PEREIRA, 2016; OLIVEIRA, 2021), carne de aves (KONIG, 2016), peixes (COSTA, 2020), crustáceos (LIMA, 2015), além do setor farmacêutico e da saúde (PRESTON, 2021).

Figura 2. Liofilizador de bancada utilizado no estudo



FONTE: AUTOR (2022).

A liofilização ocorre em três etapas diferentes: congelamento do produto, secagem primária e secagem secundária. O congelamento é realizado com o propósito de reduzir a inatividade térmica do produto e imobilizar os componentes contidos na solução, além de estimular a formação de cristais de gelo no interior do produto que, por sua vez, ditará o andamento da liofilização. É importante a matéria-prima estar congelada para a manutenção da

estabilidade principalmente de proteínas e quanto mais rápido o congelamento, há a formação de pequenos cristais que não vão provocar danos ao produto. A secagem primária é marcada pelo processo em si de retirada da água do alimento por sublimação, e na secagem secundária ou dessorção, todo o gelo é eliminado, restando apenas uma pequena quantidade de umidade residual fortemente ligada, que deve ser eliminada através de outro procedimento de secagem, como o uso de dessecador (ORDÓNEZ, 2005; KONIG, 2016; RIBEIRO, 2012). A liofilização pode ser considerada um processo de secagem caro e um pouco demorado, em compensação permite o armazenamento em temperatura ambiente, por longos períodos, mantendo as propriedades do produto. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da carne de caranguejo-uçá, após o processo de liofilização e selagem a vácuo, em relação aos seus parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sua composição centesimal, ao longo de 90 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material biológico

A carne de caranguejo-uçá (*Ucides Cordatus*) foi adquirida congelada, em porções de aproximadamente 1 kg (9 kg ao todo), em uma indústria de beneficiamento localizada em Fortaleza, Ceará, Brasil, e transportada em embalagem térmica até o Laboratório de Tecnologia do Pescado, Latepe, pertencente ao Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici. O uso dessa espécie foi registrado no Sistema Nacional de Genética Patrimônio e Conhecimentos Tradicionais Associados - SISGEN, com o número A058F53. A carne foi então armazenada em um freezer (Brastemp *Frost Free*) na temperatura de -18 °C até ser utilizada no processo de liofilização.

2.2 Preparo das amostras e liofilização

Para a preparação das amostras para o processo de liofilização, a carne congelada foi submetida a temperatura de 8 °C para início do descongelamento, por cerca de 4 h, até ser possível trabalhá-la com facilidade. Logo em seguida, foi depositada em bandejas de alumínio B090 em porções de aproximadamente 200 g, envoltas em filme plástico sintético e foram colocadas em um ultrafreezer vertical (modelo CVU26EB, marca Consul), na temperatura de -20 °C, por 24 h. Após o período de congelamento, as porções foram depositadas nas prateleiras

de um liofilizador (modelo L101, marca Liotop) onde permaneceram por cerca de 5 dias até a finalização da secagem por liofilização. O processo foi repetido várias vezes até se liofilizar toda a quantidade de carne de caranguejo adquirida (aproximadamente 9 kg). As etapas de recepção, preparo e análises das amostras nos dois tratamentos, estão evidenciadas na figura 3.

Figura 3. Fluxograma demonstrativo das etapas realizadas no experimento.

FONTE: AUTOR (2022).

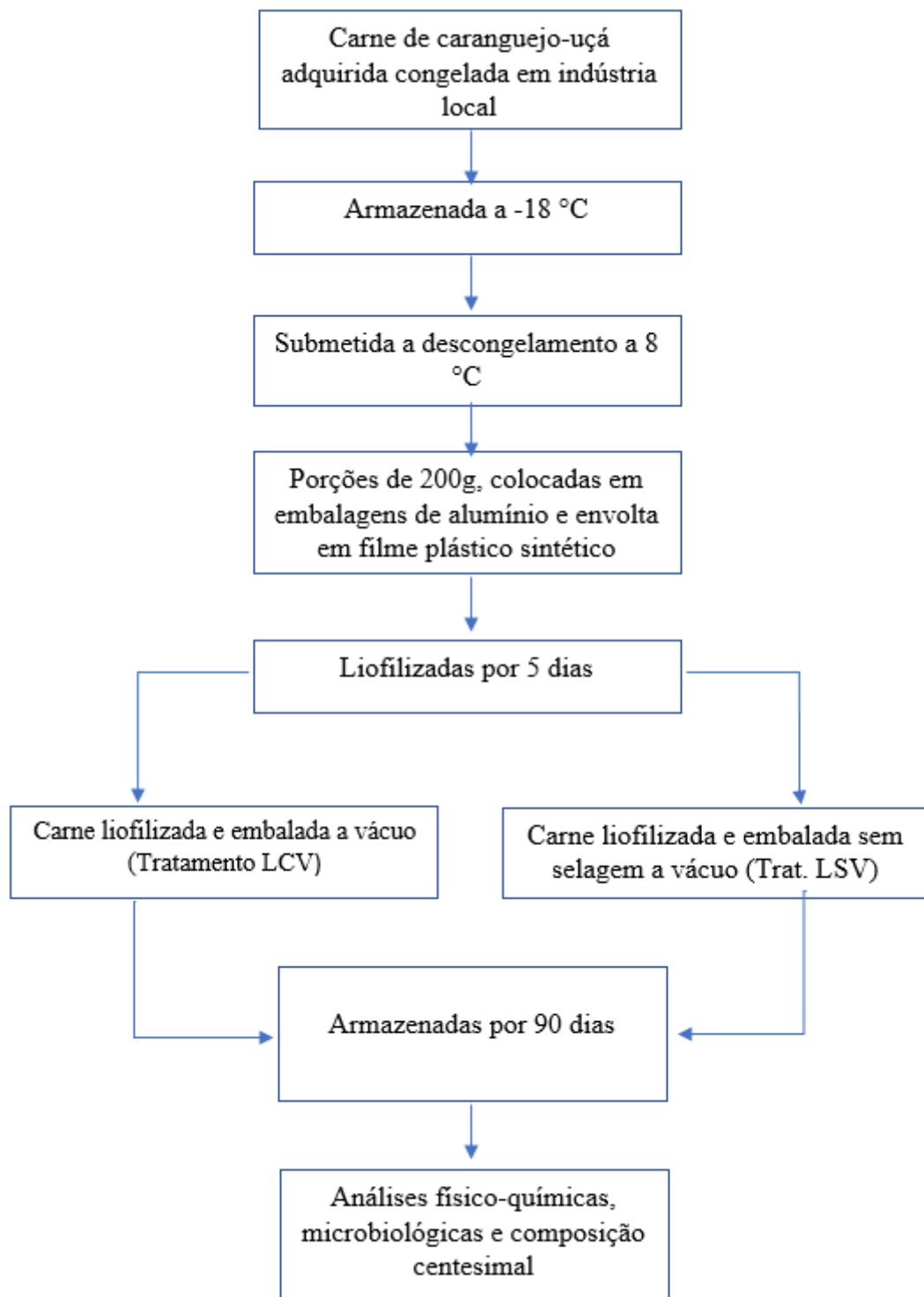




Figura 4. Amostras em liofilizador

FONTE: AUTOR (2022).



Figura 5. Carne de caranguejo-uçá liofilizada

FONTE: AUTOR (2022).

2.3 Rendimento

Ao final da etapa anterior, foi realizado o cálculo do rendimento através da razão entre o peso da amostra antes do processo de liofilização e depois de liofilizada, através da equação 1:

$$\text{Equação 1: Rendimento} = \frac{(AL)}{(AN)} \times 100$$

Onde: AL= Amostra liofilizada; AN = Amostra “*in natura*”.

2.4 Armazenamento a vácuo

Após o processo de liofilização, a carne do tratamento a vácuo foi acondicionada em embalagens plásticas de Nylon poli de dimensões 20 x 25 cm e levada a seladora a vácuo (marca TecMaq, modelo TM-150) e acondicionada à temperatura de, aproximadamente, 25 ± 2 °C e 55 ± 2 % de Umidade Relativa (UR). A carne do tratamento sem a utilização do vácuo foi acondicionada em embalagens plásticas simples sem vedação.

Figura 6. Carne liofilizada e embalada a vácuo



FONTE: AUTOR (2022).

Figura 7. Carne liofilizada sem embalagem



FONTE: AUTOR (2022).

2.5 Delineamento experimental

Foram estabelecidos dois tratamentos para avaliação da estabilidade da carne de caranguejo-uçá, um com carne liofilizada e embalada a vácuo e o outro com carne apenas liofilizada, sem nenhum processo de selagem a vácuo. Para cada tratamento, foram separadas duas embalagens plásticas, cada uma delas com cerca de 90 g de carne de caranguejo liofilizada para cada período de armazenamento, sendo eles 0, 30, 60, e 90 dias. As embalagens então foram armazenadas em temperatura ambiente.

Tabela 1 – Delineamento experimental

| Períodos (dias) | Tratamentos | |
|-----------------|---------------------|-----------------------|
| | Liofilizado + Vácuo | Liofilizado Sem Vácuo |
| 0 | 2 Embalagens | 2 Embalagens |
| 30 | 2 Embalagens | 2 Embalagens |
| 60 | 2 Embalagens | 2 Embalagens |
| 90 | 2 Embalagens | 2 Embalagens |

FONTE: AUTOR (2022).

2.6 Análises Físico-químicas

Com o objetivo de avaliar a estabilidade da carne de caranguejo-uçá, foram utilizadas as seguintes análises, feitas em triplicata, seguindo as metodologias citadas abaixo, com algumas modificações:

2.6.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Adaptado da metodologia de KIRSCHNIK (2007), onde foram pesadas 5g de amostra em 4 beckers para cada uma das embalagens de cada tratamento, totalizando 20 g de amostra por tratamento e 16 beckers ao todo. Logo em seguida, foram adicionados 50 ml de água destilada em cada um dos beckers e realizada a correta homogeneização com bastão. As leituras foram realizadas com auxílio de potenciômetro de bancada da marca Kasvi, que foi calibrado antes da análise com soluções tampão de 4,0 e 7,0 pH.

2.6.2 Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT)

A determinação das bases voláteis totais seguiu a metodologia desenvolvida por MALLE, POUMEYROL (1989), com adaptações, onde foram homogeneizadas 20 g de amostra com 180 ml de Ácido Tricloroacético TCA 7,5% (v/v) com a finalidade de produzir dois extratos para cada tratamento, que foram devidamente filtrados em seguida e deixados em repouso. 25 ml dos extratos foram então adicionados em tubos de destilação junto com 5 mL de hidróxido de sódio NaOH a 10 % e levados para destilador de nitrogênio (TECNAL modelo TE-036/1) até atingirem volume de 50 mL. Para finalizar, foi feita a titulação com Ácido Sulfúrico H₂SO₄ a 0,1 M em erlenmeyers contendo 15 ml de Ácido Bórico 4% (v/v) e 0,04 mL de indicador misto para BVT. Os resultados obtidos foram expressos em mg de N-BVT/100 g de carne de caranguejo-uçá, através da equação 2.

$$\text{Equação 2: N-BVT} = \frac{14 \frac{g}{mol} \times a \times b \times 300}{25 \text{ ml}}$$

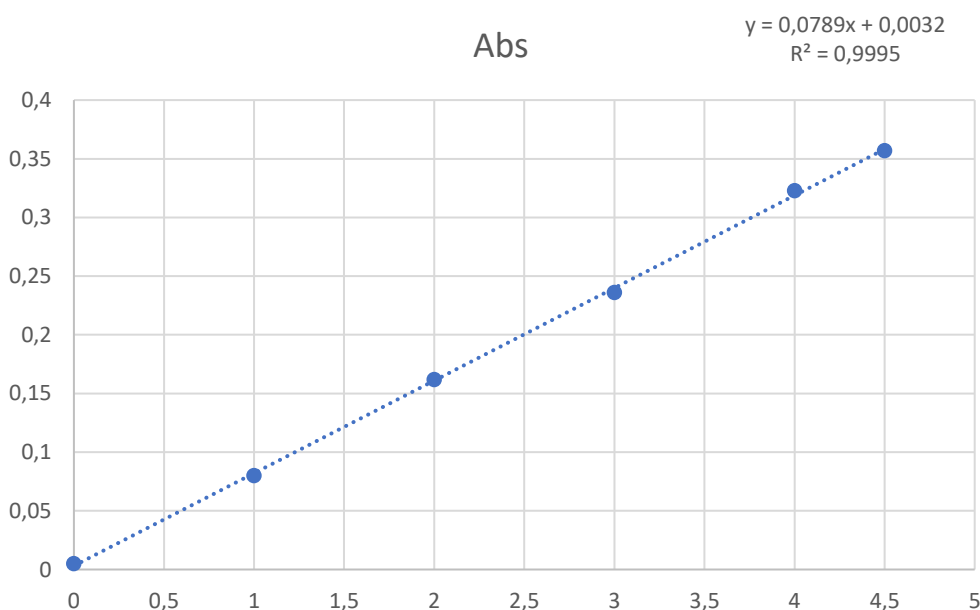
Onde (a) representa a quantidade de H₂SO₄ utilizado na titulação; e (b) representa a normalidade do H₂SO₄.

2.6.3 Substâncias reativas ao ácido 2-Tiobarbitúrico (TBARS)

A oxidação de lipídeos contidos na amostra foi analisada através da avaliação de substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico – TBARS, descrito por VYNCKE (1970). Foram pesadas 10 g de carne de caranguejo, em balança analítica (Ohaus), de cada embalagem referente ao período específico de análise, para cada tratamento, permanecendo em repouso por 5 minutos e adicionado 100 ml de TCA 7,5 % (v/v), promovendo-se a filtragem do extrato formado. 5 ml de extrato foi então colocado em tubos de cultura com tampa, devidamente secados em estufa e em triplicata. Logo após, 5 ml de ácido tiobarbitúrico TBA 0,02 M foi adicionado em cada tudo, os quais foram levados para banho-maria (microproce SSADO, modelo 0215M2, Quimis) em água fervente a 90 °C, por 10 minutos. Após esse período, os tubos foram esfriados em gelo. As amostras foram levadas a espectrofotômetro (KASUAKI) a 532 nm e para determinar o valor de TBARS em mg de malonaldeído equivalentes/ kg de carne de caranguejo, utilizou-se a curva padrão (figura 7) a partir de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP). A evolução da oxidação lipídica foi acompanhada pela alteração da concentração de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico, obedecendo a equação 3.

$$\text{Equação 3: SRATB} = \frac{\text{ABS} - 0,032 \text{ mg/kg}}{0,0789}$$

Figura 8. Curva padrão de oxidação lipídica



FONTE: AUTOR (2022).

2.7 Análise microbiológica

A quantificação de bactérias heterotróficas cultiváveis totais seguiu as recomendações do American Public Health Association (APHA), na sua quarta edição do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (DOWNES; ITO, 2001). No laboratório de Microbiologia, em ambiente asséptico, foram retiradas e maceradas 25 g de carne de caranguejo e homogeneizadas em 225 mL de solução salina estéril a 0,85% de NaCl, correspondendo à diluição de 10^{-1} . Depois de homogeneizada a solução, foi retirada uma alíquota de um mL e diluída em nove mL de solução salina estéril a 0,85%, correspondendo à diluição 10^{-2} , e assim sucessivamente até a diluição 10^{-5} . A técnica utilizada para o preparo das placas foi a de semeadura por profundidade (*pour plate*). Os tubos de cada diluição foram homogeneizados com auxílio de um agitador de tubos (Vortex modelo QL901). De cada diluição foi retirada uma alíquota de um mL e inoculada em placas de Petri, em duplicata, na qual foram colocados 20 mL de Agar Padrão para Contagem (PCA) pela técnica de *pour plate* (SWANSON; PETRAN; HANLIN, 2001). As placas para contagem de bactérias heterotróficas totais foram invertidas e incubadas a temperatura de aproximadamente 37 °C por 48 horas em estufa de incubação do tipo DBO (QUIMIS modelo Q 315M26).

Para o cálculo da Contagem Padrão em Placas (CPP) foram selecionadas placas com crescimento entre 25 e 250 unidades formadoras de colônias (UFC). O resultado da CPP foi calculado pela expressão: UFC x inverso do fator de diluição, sendo UFC/g de músculo (DOWNES; ITO, 2001). As amostras que não apresentaram placas com crescimento no intervalo estipulado tinham suas contagens estimadas.

Figura 9. Fluxograma da Contagem Padrão de Placas (CPP) de bactérias mesófilas nas amostras de carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada e não embalada a vácuo, durante período de estocagem de 90 dias.

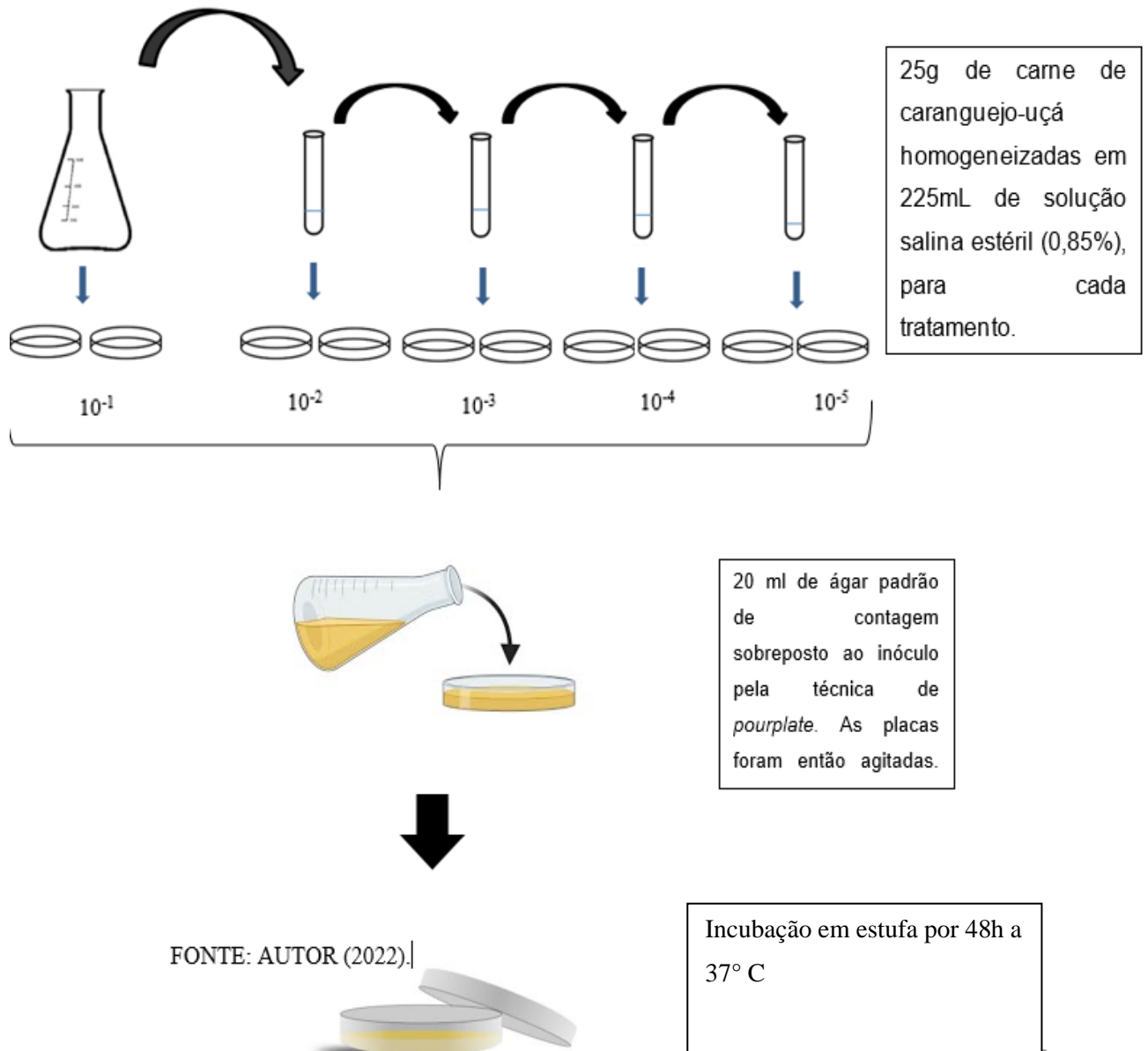
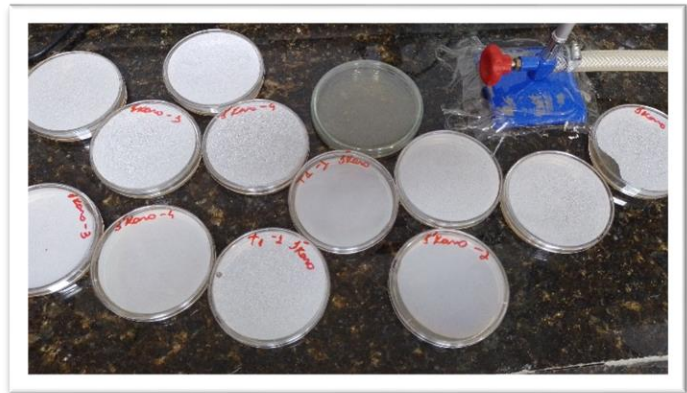


Figura 10 e 11. Inoculação de placas e preparo de placas



FONTE: AUTOR (2022).



FONTE: AUTOR (2022).

Figura 12. Contagem padrão de placas.



FONTE:AUTOR (2022).

2.8 Composição Centesimal

A composição centesimal foi realizada em dois momentos, ao início do experimento (0 dias) e ao final do experimento (90 dias), como forma de avaliação quantitativa da porcentagem de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos por exclusão contidos na amostra e se haveria alguma mudança com o tempo de armazenamento.

2.8.1 Umidade

O teor de umidade da carne de caranguejo-uçá liofilizada foi determinado através de método gravimétrico (MAPA, 2011). Foram separados 6 cadinhos de porcelana, 3 para cada tratamento, que foram levados a estufa a 105 °C aproximadamente por uma hora e em seguida colocados em dessecador para redução da temperatura. Os cadinhos foram pesados vazios e foi adicionado 3 g de amostra em cada um deles, onde foram pesados novamente antes de serem colocados em estufa a 100 – 105 °C, por 24 horas. Após a secagem em estufa, promoveu-se nova pesagem dos cadinhos. Todos os pesos foram anotados a fim de proceder com os cálculos da quantidade de umidade das amostras, através da equação 4.

$$\text{Equação 4: } U = \frac{V_2 - V_1}{V_2 - V_0} \times 100$$

Onde:

U – Umidade

V_0 = Peso do cadinho seco

V_1 = Peso do cadinho com amostra

V_2 = Peso do cadinho com amostra após a secagem

2.8.2 Cinzas

O teor de minerais contidos na amostra foi determinado também por método gravimétrico, onde após a análise de umidade, foram utilizados os mesmos cadinhos com amostra, agora levados a forno mufla com temperatura de 550 °C por 4 horas. Logo após o processo, foram colocados em dessecador para redução da temperatura e posterior pesagem das amostras (MAPA, 2011).

Os cálculos foram feitos através da equação 5.

$$\text{Equação 5: } U = \frac{V_1 - V_0}{V_2 - V_0} \times 100$$

Onde: V_0 = Peso do cadinho seco

V_1 = Peso do cadinho com cinzas

V_2 =Peso do cadinho com amostra



Figura 13. Amostra incinerada para análise do teor de cinzas. FONTE: AUTOR (2022).

2.8.3 Determinação da proteína bruta

A análise de proteínas foi realizada através do Método Micro Kjeldahl com algumas modificações (PEARSON, 1973). Foram pesadas cerca de 0,2 g de amostra em papel manteiga, em triplicata para cada tratamento, colocadas em tubos de digestão de proteínas, adicionando-se ácido sulfúrico e catalisador. O digestor de proteínas foi programado para a temperatura de 350 °C e o processo de digestão ocorreu até não haver mais matéria a ser digerida, ficando a solução com coloração esverdeada. No aparelho de destilação a mistura foi neutralizada com NaOH a 50% até surgir uma substância escura oriunda do óxido de cobre que foi formado por essa neutralização. Os tubos foram retirados até seguir para a destilação, onde foram preparados erlenmeyers contendo 10 mL de ácido bórico a 2% (H_3BO_3) e indicador misto de vermelho de metila e verde de bromocresol, colocados na saída do destilador. Os tubos foram colocados no destilador onde a solução foi aquecida até entrar em ebulição. Os erlenmeyers foram retirados quando se obteve 50 ml da solução. Por fim, ácido clorídrico HCl 0,04 N foi adicionado em uma bureta para a realização da virada de cor, e em seguida foi anotado o volume consumido

do mesmo. Foi utilizado o fator 6,25 para conversão de nitrogênio total para proteína bruta. Para a realização dos cálculos, foi utilizada a equação 6.

$$\text{Equação 6: } P\% = \left\{ \frac{(VA-VB) \times C \times F \times 0,014}{P} \times 100 \right\} \times 6,25, \text{ onde:}$$

Va = Volume da amostra

Vb = Volume de branco

C = Concentração de HCL

F = Fator de correção de HCL

P = Peso da amostra

2.8.4 Determinação de lipídios (extrato etéreo)

A quantidade de lipídeos foi determinada através do Método de Soxhlet utilizando na extração solvente orgânico (Acetona) (MAPA, 2011). Balões de Soxhlet foram colocados em estufa por 1 hora, aproximadamente 105 °C, esfriados em temperatura ambiente e pesados logo em seguida. Foram feitos cartuchos de papel contendo 3 g de amostra para cada tratamento em triplicata, colocados nos balões que, por sua vez, foram colocados no extrator de Soxhlet durante 3 horas. A acetona utilizada foi recuperada após o processo e os balões foram colocados em um dessecador até atingirem temperatura ambiente. Os balões contendo gordura foram então pesados novamente. Os resultados foram obtidos através da equação 7.

$$\text{Equação 7: Lipídios Totais} = \frac{\text{Peso do balão com gordura} - \text{Peso do balão vazio}}{\text{Amostra}} \times 100$$

2.9 Análises estatísticas

O parecer estatístico dos resultados das análises foi obtido por meio do teste de análise de variância (ANOVA). Em caso de ocorrerem diferenças significativas, foi aplicado o Teste de Tukey (teste de comparação de médias) com 5% de significância, utilizando o software Statistica 10.0 (STATSOFT CO., 2007) e o software MICROSOFT OFFICE EXCEL (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento da carne de caranguejo-uçá liofilizada

O rendimento da carne de caranguejo-uçá após o processo de liofilização está relatado abaixo, na tabela 2.

Tabela 2 – Rendimento das amostras liofilizadas.

| Carne de caranguejo-uçá adquirida congelada | Carne de caranguejo-uçá liofilizada | Rendimento (%) |
|--|--|---------------------------|
| 9 kg | 1,815 kg | 20,17 |

FONTE: AUTOR (2022)

Outros trabalhos obtiveram resultados similares quando avaliado o rendimento de carne após a liofilização. LIMA (2015), trabalhando também com carne de caranguejo-uçá liofilizada em diferentes formulações, obteve rendimentos variando de 18,18% a 29,52% dependendo do tipo de ingrediente adicionado a carne, com os maiores valores de rendimento alcançados com a introdução de condimentos e farinha de mandioca para a criação de novos produtos. O rendimento da carne de raia liofilizada foi estudado por COSTA, (2020), obtendo valores satisfatórios quando avaliado o tempo de congelamento em conjunto com o tempo de liofilização na elaboração de biscoitos, demonstrando que maiores rendimentos podem ocorrer da combinação dos fatores citados junto com a introdução de ingredientes a carne liofilizada. Dito isso, os valores obtidos de rendimento neste trabalho estão de acordo com outros estudos avaliando o rendimento após a liofilização.

3.2 Oxidação Lipídica - Substâncias reativas ao ácido 2-Tiobarbitúrico (TBARS)

Os valores de TBARS da carne liofilizada nos dois tratamentos estão registrados abaixo, na tabela 3, para se verificar a ocorrência de processo oxidativo durante o tempo de armazenamento de 90 dias.

Tabela 3. Valores médios de TBARS na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente.

| TBARS = mg / 100g de produto | | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Período de armazenamento (dias) | Tratamentos | |
| | LCV | LSV |
| 0 | 0,54 ± 0,05 ^{Aa} | 0,50 ± 0,02 ^{Aa} |
| 30 | 0,64 ± 0,02 ^{Bb} | 0,89 ± 0,02 ^{Ab} |
| 60 | 0,75 ± 0,01 ^{Bc} | 1,15 ± 0,04 ^{Ac} |
| 90 | 0,96 ± 0,04 ^{Bd} | 1,19 ± 0,02 ^{Ac} |

Fonte: AUTOR (2022). 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 aos tratamentos. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

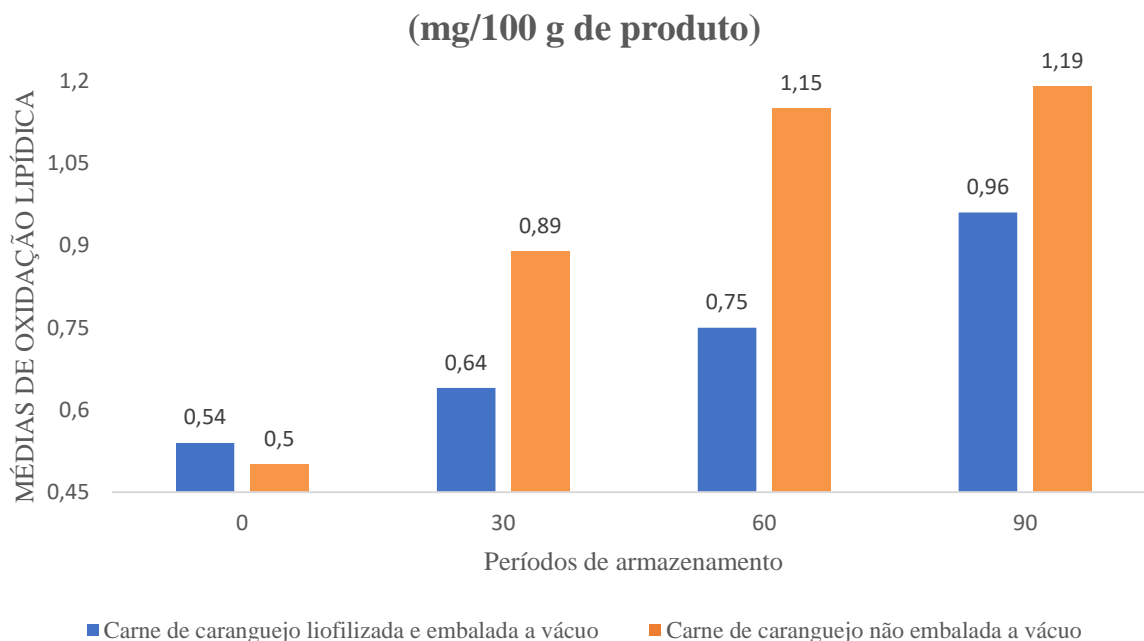
No tratamento LCV, pode-se observar que houve diferença significativa em relação aos períodos de armazenamento, sendo os menores valores obtidos no início do experimento e apresentando progressivo aumento até o período de 90 dias. Em relação ao tratamento LSV, a diferença significativa ocorreu se comparado os dois primeiros períodos de armazenagem. Porém não ocorreu diferença estatística entre os 60 e 90 dias.

Ao se comparar os dois tratamentos, não houve diferença estatística no período de 0 dias em relação ao emprego da selagem a vácuo. Em compensação, em todos os outros períodos de armazenamento houve menores valores de oxidação lipídica no tratamento com selagem a vácuo se comparado com o tratamento sem selagem a vácuo. Os valores obtidos para TBARS no presente estudo estão de acordo com os observados por LIMA (2015), que obteve aproximadamente 0,95 mg /100 g de produto, em trabalho utilizando carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada ou não com embalagem laminada, no período de 120 dias. Os dados obtidos mostram que a aplicação do vácuo foi eficaz no retardo de processos oxidativos na carne de *Ucides cordatus* liofilizada.

De acordo com GONÇALVES (2021), as alterações que ocorrem no pescado e que levam a sua perda de qualidade e consequente deterioração, ocorrem obedecendo uma sequência de fases, causando alterações proteolíticas, oxidativas e microbiológicas que iram impactar sensorialmente a carne do produto e ocasionaram a produção de metabólitos. A oxidação lipídica ou rancificação de gorduras, ocorre pela quebra de ligações duplas dos fosfolipídios contidos na membrana celular do animal, quebra essa que pode ser causada pela ação de compostos químicos ou espécies reativas a presença de oxigênio (RUFF *et al.* 2004).

As alterações provocadas por rancidez oxidativa costumam afetar principalmente aquelas espécies de pescado que possuem maior teor de lipídios e ácidos graxos em sua constituição, principalmente peixes marinhos. O teor de gorduras do pescado, por sua vez, é afetado por vários agentes, tais como a temperatura do habitat do animal, época do ano, da espécie em si, e pode também variar entre os gêneros, principalmente em período reprodutivo (GONÇALVES, 2021). Os valores das médias de oxidação lipídica para os dois tratamentos, durante os períodos de armazenamento, estão demonstrados abaixo na figura 13.

Figura 14. Gráfico de comparação dos valores de Oxidação lipídica da carne de caranguejo-uçá liofilizada em dois tratamentos diferentes, ao longo de 90 dias de armazenamento.



FONTE: AUTOR (2022).

Outros estudos relatam que processos em que ocorre a aplicação de altas temperaturas, como fritura, fervura ou aplicação de vapor, por exemplo, possuem impacto direto nas deteriorações de natureza físico-química de alimentos, principalmente naqueles com grandes concentrações de ácidos graxos e considerados “gordurosos” (OLATUNDE, BENJAKUL, 2021; CROPOTOVA *et al*, 2019). A aplicação da liofilização não se enquadra nesse quesito, uma vez que se trata de um processo em que não há aplicação de calor para secar o alimento. Por sua vez, a carne de caranguejo-uçá não pertence a categoria de pescado com grande quantidade de gordura, tornado esperado baixos valores relacionados a oxidação lipídica (OGAWA, 2008).

PRENTICE; SAINZ (2005), ao avaliarem a estabilidade de filés de carpa-capim embalados a vácuo e sob refrigeração, observaram crescimento dos níveis de peróxidos no começo do estudo e posterior diminuição gradual ao longo do tempo. Nos tratamentos sem aplicação de vácuo no armazenamento, houve maiores valores de oxidação. ABEROUMAND; BAESI (2020) e SOUZA (2022), observaram no início de suas análises valores menores de oxidação lipídica nos tratamentos com a utilização de selagem a vácuo. Combinando o tipo de processamento e armazenamento do pescado com o tipo de embalagem utilizada para emprego do vácuo ou atmosfera modificada, é possível aumentar o tempo de prateleira do produto e conseqüentemente prover maior estabilidade e disponibilidade do pescado (GONÇALVES, 2021; SOUZA, 2022). A legislação brasileira não estipula limites máximos para aceitação ou recusa de carne de pescado baseado em seu nível de rancidez, porém, para alguns autores, ao avaliarem a quantidade de malondialdeído (MDA), um dos principais hidroperóxidos oriundos da degradação de ácidos graxos poli-insaturados, estipulam 1,51 mg MDA/kg de produto como limite de aceitação do pescado (CAMARGO *et al*, 2022).

3.3 N-BVT – Bases voláteis totais

Os valores de N-BVT da carne liofilizada nos dois tratamentos durante 90 dias de armazenamento, estão registrados abaixo na tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de N-BVT na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente.

| N-BVT = mg N/ 100g de produto | | |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Período de armazenamento (dias) | Tratamentos | |
| | LCV | LSV |
| 0 | 10,7 ± 2,52 ^{Aa} | 11,7 ± 2,37 ^{Ac} |
| 30 | 24,7 ± 1,95 ^{Ab} | 25,6 ± 1,73 ^{Ab} |
| 60 | 24,7 ± 1,95 ^{Bb} | 28,14 ± 2,49 ^{Ab} |
| 90 | 26,4 ± 1,18 ^{Bb} | 33,18 ± 1,12 ^{Aa} |

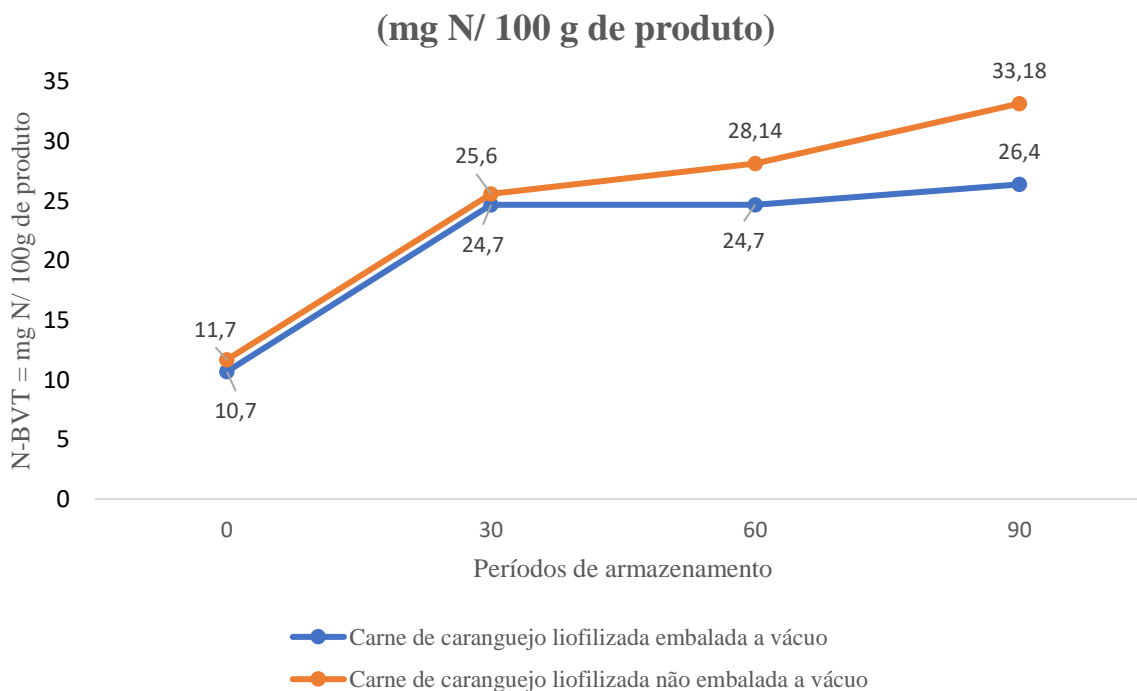
Fonte: AUTOR (2022). Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si em relação ao período de armazenamento. Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si em relação aos tratamentos. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No tratamento LCV, foi observado que não houve diferença estatística nos períodos 30, 60 e 90 dias de armazenamento, caracterizando um possível comportamento de estabilidade em relação as bases voláteis totais. Porém, do período inicial até 30 dias houve um salto considerável N-BVT no tratamento. Entre os períodos de 30 e 60 dias, os valores de N-BVT não variaram. No tratamento LSV, houve diferença significativa entre os períodos 0 e 90 dias e não houve diferença estatística entre os períodos 30 e 60 dias. Quando comparados os dois tratamentos em relação ao uso ou não de selagem a vácuo, constatou-se diferenças significativas entre os períodos 60 e 90 dias, com o tratamento utilizando a carne de caranguejo embalada a vácuo, obtendo menores valores nos períodos estudados.

De acordo com as médias obtidas, os valores de N-BVT variaram de 10,7 a 26,4 mg N/100 g de produto no tratamento com utilização de selagem a vácuo e de 11,7 a 33,18 mg N/ 100 g de produto no tratamento sem a utilização do vácuo. SILVA *et al* (2013), comparando a carne de caranguejo-uçá processada atendendo a boas práticas de fabricação, com o processamento artesanal do mesmo produto, obteve médias de N-BVT variando de 16,8 a 23,9 mg N/100 g. Este fato pode sugerir que a manipulação deste tipo de pescado, desobedecendo

boas práticas de higiene em seu processamento, possui impacto direto sobre o produto, influenciando nas alterações físico-químicas e microbiológicas que podem vir a prejudicar a sua qualidade. As médias de N-BVT para os dois tratamentos durante os períodos de armazenamento, estão dispostas abaixo, na figura 14, para efeito de comparação.

Figura 15. Gráfico de comparação das médias de N-BVT da carne de caranguejo-uçá liofilizada em dois tratamentos diferentes, ao longo de 90 dias de armazenamento.



FONTE: AUTOR (2022).

A análise da concentração de bases voláteis é um dos meios mais utilizados para confirmar a seguridade no consumo de diferentes tipos de alimentos, e no pescado não seria diferente. Trata-se da avaliação da quantidade de compostos com baixo peso molecular e depende, entre outros fatores, da espécie estudada, já que em peixes cartilagosos por exemplo, ocorre grande concentração de metabólitos como amônia e a trimetilamina, sem necessariamente significar que o produto está deteriorado (GONÇALVES, 2021).

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal-RIISPOA, é considerado dentro do limite próprio para o consumo o pescado com valores de bases voláteis totais inferiores a faixa de 30 mg de N/ 100g de carne de pescado. Neste estudo, ao final dos períodos de análise, o tratamento com armazenamento a vácuo obteve médias abaixo do estabelecido como limite, o que torna carne ainda própria para o consumo.

Isso não foi observado no segundo tratamento, que obteve médias de N-BVT superiores a 33 mg de N/100g de carne (BRASIL, 2020).

3.4 pH – Potencial Hidrogeniônico

Os valores das médias do potencial hidrogeniônico - pH da carne de caranguejo-uçá liofilizada nos dois tratamentos durante 90 dias de armazenamento, estão registrados abaixo na tabela 5.

Tabela 5. Valores médios de pH na carne de caranguejo-uçá liofilizada, embalada ou não a vácuo, durante o armazenamento à temperatura ambiente.

| pH | | |
|------------------------------------|--|--|
| Período de armazenamento (dias) | Tratamentos | |
| | Carne de caranguejo liofilizada embalada a vácuo | Carne de caranguejo liofilizada não embalada a vácuo |
| 0 | 7,46 ± 0,04 ^{Ba} | 7,62 ± 0,02 ^{Aa} |
| 30 | 7,58 ± 0,02 ^{Bb} | 7,73 ± 0,07 ^{Ab} |
| 60 | 7,79 ± 0,02 ^{Ac} | 7,74 ± 0,04 ^{Ab} |
| 90 | 7,82 ± 0,07 ^{Bd} | 7,85 ± 0,09 ^{Ac} |

Fonte: AUTOR (2022). 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 aos tratamentos. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

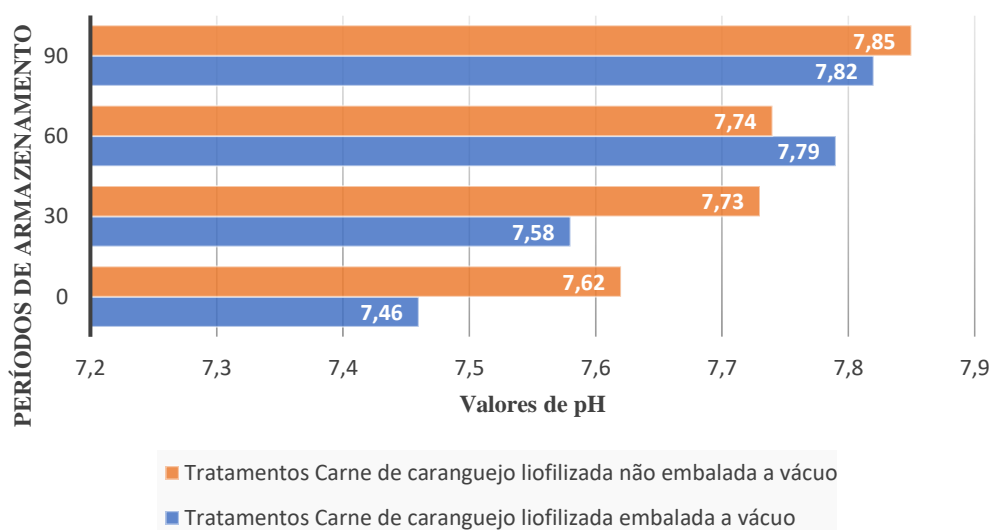
Em relação às médias obtidas do potencial hidrogeniônico, observou-se que houve diferença significativa no tratamento com a aplicação do vácuo, ao longo dos períodos de armazenamento analisados. No tratamento sem aplicação do vácuo, houve diferença significativa entre o período 0 e 90, com os períodos 30 e 60 não apresentando diferenças estatísticas entre si. Comparando-se os dois tratamentos analisados, no período de 60 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos.

O pH está intimamente ligado ao frescor dos produtos cárneos, estando relacionado a manutenção de características como a textura e a capacidade de retenção de água do alimento (SILVA, 2017). No caso do pescado, o método de captura e de abate e a nutrição do animal,

por exemplo, exercem importante influência no valor de pH. Com a morte do animal e consequente falta de oxigênio para a manutenção da produção de ATP, é desencadeada a produção de Adenosina trifosfato através das reservas de glicogênio do animal, que, por sua vez, desencadeia a produção de ácido lático tornando o pH mais ácido (GONÇALVEZ, 2021).

Além disso, A elevação do pH pode estar de acordo com a maior produção de compostos voláteis totais, que é considerada efeito decorrente da deterioração química e microbiológica do pescado (SIRENO et al, 2010). Neste estudo os valores de N-BVT ultrapassaram os limites estipulados na legislação brasileira no tratamento sem emprego de selagem a vácuo e estiveram próximos as 30 mg/ 100 g de carne de pescado no tratamento com o emprego do vácuo, o que pode explicar o aumento das médias de pH ao longo dos períodos analisados. ROCHA (2010), trabalhando com camarão marinho *litopenaeus vannamei* liofilizado observou médias de pH acima de 7,0. COSTA (2020), obteve médias de pH com carne de raia liofilizada de aproximadamente 7,58 ao final de 90 dias de armazenamento. SILVA (2013), analisando a carne de caranguejo-uçá “*in natura*”, processada artesanalmente obteve médias de pH acima de 8 (8,03). Os valores de pH obtidos no trabalho estão de acordo a faixa ideal de crescimento para bactérias (VIEIRA, 2019). As médias de pH para os dois tratamentos durante os períodos de armazenamento, estão dispostas abaixo, na figura 15, para efeito de comparação.

Figura 16. Gráfico da variação do potencial hidrogeniônico nos dois tratamentos com carne de caranguejo-uçá liofilizada, ao longo de 90 dias de armazenamento. FONTE:AUTOR (2022)



De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal-RIISPOA, o valor máximo de pH para a carne de crustáceo ser considerada

ainda fresca e apta para o consumo é 7,85. No presente estudo, as médias finais atingiram o limite máximo aceitável pela legislação brasileira no último período, no tratamento LSV (BRASIL, 2020).

3.5 Composição centesimal

Os resultados obtidos após as análises da composição centesimal no início e no final do experimento estão dispostos abaixo na tabela 6. Pode-se observar que carne de caranguejo-uçá liofilizada apresentou diferenças no seu teor de umidade e proteínas.

Tabela 6 - Composição centesimal da carne de caranguejo-uçá congelada e carne de caranguejo-uçá liofilizada com e sem selagem a vácuo

| Amostra | (%) | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | Umidade | | Cinzas | | Proteína | | Lipídios | |
| | 0 Dias | 90 Dias | 0 Dias | 90 Dias | 0 Dias | 90 Dias | 0 Dias | 90 Dias |
| Carne liofilizada embalada a vácuo | 8,34 ± | 12,12 ± | 12,01 ± | 11,55 ± | 82,14 ± | 79,41 | 1,48 ± | 1,98 ± |
| | 0,11 | 0,12 | 0,25 | 0,05 | 1,34 | ±1,05 | 0,09 | 0,04 |
| Carne liofilizada não embalada a vácuo | 9,00 | 25,65 ± | 11,62 ± | 11,59 ± | 81,43 ± | 77,49 ± | 1,43 ± | 2,00 ± |
| | ±0,10 | 0,11 | 0,48 | 0,48 | 0,57 | 0,76 | 0,14 | 0,20 |

FONTE; AUTOR (2022).

A análise da composição centesimal da carne de caranguejo-uçá liofilizada foi realizada apenas no começo e final do experimento, com o objetivo de avaliar se haveria alguma redução dos valores, após o período de armazenamento. Pode-se salientar que ocorreu intensa redução do teor de umidade da carne de caranguejo-uçá após o processo de liofilização se comparada com o teor de umidade da carne congelada recém adquirida. De acordo com RIBEIRO (2012), na etapa de secagem secundária da liofilização, o principal objetivo é redução da umidade residual contida ainda no alimento, sendo essa etapa dependente de condições tanto do congelamento inicial da matéria-prima, quanto das condições de temperatura e pressão de

vácuo aplicadas pelo liofilizador utilizado. Dito isso, o objetivo final da liofilização é a redução de umidade dos alimentos a níveis inferiores a 15 %, que vão garantir maior tempo de armazenamento e disponibilidade do produto (RIBEIRO, 2012). Nos tratamentos analisados, apenas o tratamento utilizando selagem a vácuo alcançou médias inferiores a 15% de umidade ao final dos 90 dias de armazenamento.

Outro fator de importância é o tipo de embalagem utilizada para armazenamento do produto. Dependendo do material utilizado, há maior efeito de proteção a entrada de umidade no alimento (OBARA, 2011). No presente experimento, os níveis de umidade obtidos variaram de 8,34 % a 12,12% no tratamento com emprego de selagem a vácuo e variaram de 9% a 25,65% no tratamento sem utilização do vácuo. Este fato demonstra que não houve a eficácia esperada do emprego da embalagem escolhida em relação a entrada de umidade no produto, porém o emprego do vácuo no armazenamento da carne de caranguejo-uçá liofilizada obteve níveis de umidade menores em relação ao segundo tratamento. LIMA (2015), avaliando a carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada, obteve valores de umidade após o procedimento inferiores a 1%. CANTALEJO (2016), obteve médias de redução da umidade da carne de frango de 73,88% a 2,93% combinando liofilização e tratamento com ozônio. AYKIN (2016) demonstrou redução do teor de umidade de certos músculos usados para bifes bovinos para valores de 2,93%. Portanto a liofilização se firma como técnica eficaz para a secagem de vários tipos proteínas, não só a de pescado.

Em relação aos outros constituintes, o destaque especial vai para a intensa concentração de proteínas no produto liofilizado, podendo ser classificado como concentrado proteico. Não houve diferenças consideráveis entre os tratamentos em relação a concentração de proteínas na carne liofilizada no início e final do experimento. Com a retirada da maior parte da umidade da carne de caranguejo, o teor de proteína elevou-se de 23,03% no produto “*in natura*” para cerca de 79,41% após a liofilização. A explicação para tal, ocorre no fato da secagem ocasionar uma espécie de aumento na concentração total de soluto da amostra e redução da quantidade de água livre nos tecidos, ocasionando a concentração proteica no alimento (LIMA, 2016; COSTA, 2020). COSTA (2020), trabalhando com carne de raia liofilizada, que possui quantidade de umidade próxima a carne de caranguejo, obteve valores de proteínas que variaram de 23,52 % até 92,73%. Isso evidencia a capacidade de produção de novos tipos de alimentos com alto teor proteico oriundos do processo de secagem por liofilização.

OGAWA (2008), observou que a composição centesimal da carne de caranguejo-uçá pode depender de fatores como a nutrição, sexo e época do ano em que o espécime foi capturado. Em suas análises com carne de caranguejo “*in natura*” e “beneficiada” foram vistos teores de umidade variando de 82,62% a 77,20%, proteínas variando de 14,56% a 18,53%, cinzas variando de 1,54% a 2,31% e lipídios variando de 1,06% a 1,66%. Neste estudo não houve diferenças consideráveis entre o teor de lipídios e cinzas quando comparados os dois tratamentos, nos períodos de armazenamento estudados. A quantidade de cinzas do produto consiste na quantidade de matéria mineral ou resíduos inorgânicos que permanecem logo após aplicação de processo de incineração, principalmente de alimentos (LIMA, 2016).

A concentração de cinzas pode ser afetada por vários fatores, no caso deste trabalho, o modo como a carne de caranguejo-uçá foi processada influenciou diretamente nas médias de cinzas, uma vez que resíduos de carapaça ainda podiam ser encontrados nas amostras. Portanto, as médias finais no teor de cinzas variaram entre 11,55% e 11,59% em relação aos tratamentos, ao final do experimento devido a presença de resíduos de carapaça que sobraram do processamento, o que resultou em uma maior quantidade de material inorgânico após a queima do produto. A carne de caranguejo-uçá normalmente é considerada um alimento com baixos níveis de gordura (OGAWA, 2008). O processo de liofilização ocasionou uma tímida concentração na quantidade de lipídeos, mas as médias obtidas de aproximadamente 2 % ao final do estudo, estão de acordo com os resultados de LIMA (2015) e de COSTA (2020), que obtiveram como médias respectivamente 1,95 % e 2,25 % trabalhando com carne liofilizada de caranguejo e raia.

Figura 17. Resíduos de carapaça encontrados em amostra



FONTE: AUTOR (2022)

3.6 Análises microbiológicas

Os resultados da média do logaritmo decimal das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de bactérias heterotróficas cultiváveis totais detectadas na carne liofilizada de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) estão detalhados na tabela 7.

Tabela 7 - Logaritmo da Média dos valores das Unidades Formadoras de Colônias das bactérias heterotróficas totais detectadas na carne de caranguejo-uçá liofilizada e embalada ou não a vácuo, durante 90 dias de armazenamento.

| Período de armazenamento (dias) | Tratamentos | Carne de caranguejo (UFC/ g) |
|--|--------------------|-------------------------------------|
| 0 | LCV | 4,97 |
| | LSV | 4,05 |
| 30 | LCV | 2,99 |
| | LSV | 2,77 |
| 60 | LCV | 3,71 |
| | LSV | 3,96 |
| 90 | LCV | 2,82 |
| | LSV | 3,64 |

Tratamento com carne de caranguejo liofilizada e embalada a vácuo (LCV); Tratamento com carne liofilizada não embalada a vácuo (LSV). FONTE: AUTOR (2022).

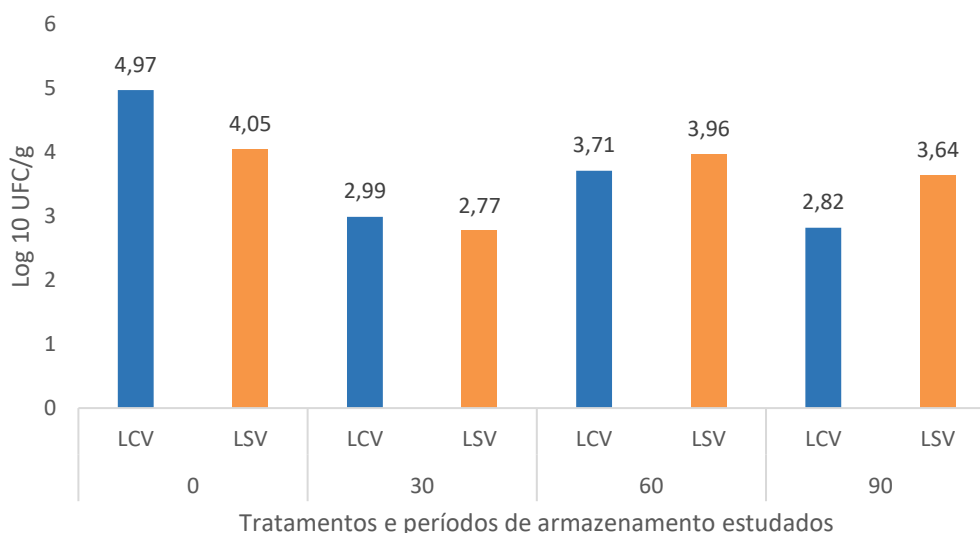
A variação expressa em logaritmo do número de bactérias heterotróficas cultiváveis totais na carne liofilizada do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* foi de 2,77 a 4,97 UFC/g para os dois tratamentos analisados. Em relação ao tratamento LCV, o intervalo de contagem variou de 4,97 a 2,82 UFC/g ao longo dos 90 dias de estudo. Já no tratamento LSV, o intervalo de contagem variou de 4,05 a 3,64 UFC/g, durante o mesmo período. Analisando-se a tabela 7, pode-se observar que ocorreu um efeito bacteriostático e/ou bactericida nos dois tratamentos, com as melhores médias de redução do número de UFC obtidas no tratamento com a utilização de selagem a vácuo.

É de conhecimento do setor de tecnologia de alimentos que a aplicação do vácuo nas embalagens e no armazenamento de produtos cárneos, promove a retirada do oxigênio do interior da embalagem, que se situa, na maioria das vezes, dissolvido entre o produto ou espalhado entre os espaços não ocupados dentro do recipiente (GONÇALVES, 2021;

MARTINAZZO, 2020). A retirada do oxigênio o deixa escasso para ser utilizado tanto em processos oxidativos quanto impossibilita o desenvolvimento de bactérias aeróbias residentes (SILVA NEVES, 2013). Porém, a aplicação do vácuo não confere proteção completa ao produto, podendo eventualmente haver entrada de gases que podem promover alguma degradação (GONÇALES, RAIMUNDO, SETIM, 2021).

Dito isso, alguns autores obtiveram resultados favoráveis com a aplicação do vácuo como meio inibidor de crescimento microbiológico. CANDIDO (2020), combinando a utilização de óleo essencial em diferentes concentrações com selagem a vácuo em quatro tratamentos, observou redução no crescimento de *Salmonella typhimurium* em hambúrguer produzido a base de carne mecanicamente separada de tambaqui *Colossoma macropomum*. Significativo aumento na vida de prateleira e inibição de crescimento de bactérias aeróbias do peixe espada *Xiphias gladius* foi observado por PANTAZI *et al.* (2008), aplicando atmosfera modificada e selagem a vácuo. As médias da quantificação de bactérias heterotróficas totais para os dois tratamentos durante os períodos de armazenamento, estão dispostas abaixo, na figura 17, para efeito de comparação.

Figura 18. Quantificação de bactérias heterotróficas totais na carne de caranguejo-uçá liofilizada embalada ou não a vácuo durante período de 90 dias de armazenamento.



Tratamento com carne de caranguejo liofilizada e embalada a vácuo (LCV); Tratamento com carne liofilizada não embalada a vácuo (LSV). FONTE: AUTOR (2022).

Antes do início do processo de liofilização, foi realizada uma análise na carne de caranguejo-uçá recém recebida da indústria, ainda congelada, para obtenção da média do

logaritmo das UFC de bactérias heterotróficas totais. Foi obtido valor de 6,06 UFC/ g de carne de caranguejo-uçá “*in natura*”. Valores elevados de UFCs também foram observados por SILVA NEVES *et al* (2013), que trabalhando com carne de caranguejo-uçá processada utilizando boas práticas de fabricação e com processamento artesanal, obteve médias de UFCs de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas entre os tratamentos variando entre 2,5 a 3,3 UFC/g. PINHEIRO *et al* (2017), analisando as características microbiológicas da carne de caranguejo-uçá comercializada em feiras e mercados da cidade de São Luís- Maranhão, obteve média de até 4,7 UFC/g de produto.

De acordo com PINHEIRO (2017), a extração da carne de caranguejo-uçá passa por várias etapas onde há contato manual direto com o produto, além de seu processamento ocorrer em locais que na maioria das vezes não possuem infraestrutura ou equipamentos adequados para garantir segurança do alimento. Isso faz com que seja comum em diferentes trabalhos a presença de vários grupos de bactérias como mesófilas, psicrófilas, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Escherichia coli* (CÉSAR, 2002; DE ARAÚJO *et al*, 2011; SILVA, 2013; LIMA, 2015).

A Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022, elaborada pela ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, determina para pescado do tipo semielaborado desidratado, limite de histamina de 100g/ kg de tecido muscular do produto e ausência de *Salmonella*/ 25 g de produto (BRASIL, 2022a; 2022b). Infelizmente a legislação brasileira não estipula limites aceitáveis para bactérias heterotróficas totais em carne de pescado atualmente, sendo estabelecido limite de bactérias mesófilas apenas para carne bovina, suína e de aves de até 10⁶ UFC/g (BRASIL, 2019). A legislação internacional determina o limite de aceitação entre 5x10⁵ UFC/g a 5x10⁶ UFC/g de Colônias aeróbias para carnes mecanicamente separadas (UNIÃO EUROPÉIA, 2005).

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados neste estudo, pode-se concluir que o emprego da liofilização em conjunto com a selagem a vácuo pode ser alternativa viável na conservação de produtos oriundos de pescado, armazenados em temperatura ambiente, porém a eficácia desses procedimentos está intimamente ligada à qualidade inicial da matéria-prima, manipulação e processamento, além da escolha do tipo de embalagem a ser utilizada.

Os valores de TBARS para os dois tratamentos sugerem que tanto a liofilização quanto o emprego do vácuo foram eficazes no retardamento de processos oxidativos na carne de caranguejo-uçá. As médias de N-BVT e pH, no entanto, se aproximaram do limite aceitável para o consumo do pescado de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira. O tratamento com selagem a vácuo obteve médias dentro do limite, o que não foi observado no segundo tratamento. A carne de caranguejo-uçá apresentou alto nível de contaminação bacteriológica antes do processo de liofilização, o que pode ter impactado diretamente nos valores das médias dos parâmetros físico-químicos. Mesmo assim, o processo de liofilização em conjunto com a selagem a vácuo, promoveu redução considerável na quantidade de bactérias presentes na carne de caranguejo-uçá.

A liofilização pode ser uma técnica empregada para a produção de alimentos com grande qualidade nutricional e alto valor agregado, uma vez que ocasiona a concentração de macromoléculas, como as proteínas, e mantém os níveis de nutrientes do alimento por vários períodos de armazenamento, em temperatura ambiente. As análises sugerem que a carne de caranguejo-uçá liofilizada e embalada a vácuo ainda se apresenta própria para o consumo, com as médias dos parâmetros analisados dentro do estipulado pela legislação brasileira. É importante salientar que o produto liofilizado necessita ser hidratado e posteriormente cozido para ser consumido, o que auxilia ainda mais na redução de microrganismos presentes no produto.

5 REFERÊNCIAS

- ABEROUMAND, A.; BAESI, F. Effects of vacuum packaging in freezer on oxidative spoilage indexes of fish *Lethrinus atkinsoni*. **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 8, p. 4145-4150, 2020.
- ALONGI, D. TROTT, L. WATTAYAKORN, G. CLOUGH, B. Below-ground nitrogen cycling in relation to net canopy production in mangrove forests of southern Thailand. **Marine Biology**, 140 (2002), pp. 855-864.
- ALVES, A. **Os Argonautas do Manguê**. Editora Unicamp. Campinas. 1ª edição. 2004
- ANDREETTA, A. FUSI, M. CAMELDI, I. CIMÓ, F. CARNICELLI, S. CANNICCI, S. Mangrove carbon sink. Do burrowing crabs contribute to sediment carbon storage? Evidence from a Kenyan mangrove system. **Journal of Sea Research.**, 85 (2014), p. 524-533.
- AVERY, J. C. HOFFMANN, P. R. Selenium, selenoproteins, and immunity. **Nutrients**, v. 10, n. 9, p. 1203, 2018.
- AYKIN, E. ERBAS, M. Quality properties and adsorption behavior of freeze-dried beef meat from the Biceps femoris and Semimembranosus muscles, **Meat Science**, Volume 121, 2016, Pages 272-277, ISSN 0309-1740.
- BARUFFALDI, R., OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. **São Paulo: Atheneu**. P. 317.1998
- BHANDARI, U. ARULKUMAR, A. GANESHKUMAR, A. PARAMASIVAM, S. RAJARAM, R. MIRANDA, J. M. Metal accumulation and biomineralisation of coastal and mangrove-associated molluscs of Palk Bay, Southeastern India. **Marine Pollution Bulletin**, Volume 167, 2021, 112259, ISSN 0025 326X.
- BOERI, C. N. **Secagem convectiva de produtos alimentares: otimização e controle**. 2012. 358 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) –Universidade de Aveiro, Aveiro-Portugal, 2012.
- BRASIL (2022a). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada nº 724, de 1º de julho de 2022. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União** – República Federativa do Brasil.

BRASIL (2022b). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União** – República Federativa do Brasil.

BRASIL AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa n. 60, de 23 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**, 2019.

BRASIL, 2020. Portaria SAP/MAPA Nº 325, de 30 de dezembro de 2020. Proíbe a captura, o transporte, o beneficiamento, a industrialização, a comercialização de qualquer indivíduo da espécie *Ucides cordatus*, conhecido popularmente como caranguejo-uçá, nos Estados do Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, durante o período de andada de 2021 a 2024. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 de dezembro de 2020b

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA. **Decreto nº 10.468**. Dos Padrões de Identidade e Qualidade de Pescados e seus Derivados, Título.6, capítulo 3. Brasília. 2020.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. 2011**.

CAMARGO, B.; ESCOBAR VIANA, C.; TRINDADE DO AMARAL, M.; LUCAS AZEVEDO, M.; ROSSINI AUGUSTI, P. Etapa das Reações de Oxidação Lipídica na Qualidade de Pescado. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 5, n. 2, 14 fev. 2020.

CAMARGO, C. M. **Avaliação da qualidade de carnes no CEPETEC-UFRGS, Porto Alegre, RS**. 2013.

CANDIDO, A. C. **Efeito combinado de óleo essencial e embalagem a vácuo no crescimento de *Salmonella Typhimurium* durante a vida útil de hambúrguer de carne mecanicamente separada de Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) sob abuso moderado de temperatura: uma abordagem de microbiologia preditiva**. 2020, 67 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes, 2020.

CANTALEJO, M. J. ZOUAGHI, F. PÉREZ-ARNEDO, I. Combined effects of ozone and freeze-drying on the shelf-life of Broiler chicken meat, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 68, 2016, Pages 400-407, ISSN 0023-6438.

CATORZE, C. TAVARES, A.P. CARDÃO, P. CASTRO, A. SILVA, M.E. FERREIRA, D.W. LOPES, S. BRÁS, I. Study of a solar energy drying system—Energy savings and effect in dried food quality. *Energy Reports*, Volume 8, Supplement 3, 2022, Pages 392-398, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022>.

CÉSAR, K. L. V. **Análise higiênico-sanitária da carne do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) beneficiada em dois municípios litorâneos do Estado do Pará.** 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Medicina Tropical, Belém, 2002. Programa de Pós-Graduação em Doenças Tropicais.

CORNEJO, F., NOGUEIRA, R., WIBERG, Secagem e desidratação-**Ageitec**, 2015.

COSTA, J. P. **Carne de Raia (*Gymnura altavela*) liofilizada: obtenção, caracterização e aplicação em biscoito tipo salgado.** 88 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CROPOTOVA, J. et al. Assessment of lipid oxidation in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) subjected to different antioxidant and sous-vide cooking treatments by conventional and fluorescence microscopy methods. *Food Control*, v. 104, p. 1-8, 2019.

DE ARAUJO, A. G. J. et al. Qualidade microbiológica do caranguejo-uçá exposto á venda em três pontos na orla da Praia do Futuro, Fortaleza-CE-Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 4, p. 409-416, 2011.

DE ARAUJO, A. J. G. et al. Qualidade microbiológica do caranguejo-uçá exposto íÁ venda em três pontos na orla da Praia do Futuro, Fortaleza-CE-Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 4, p. 409-416, 2011.

DE OLIVEIRA CÔRTEZ, L. H. ZAPPES, C. A. DI BENEDITTO, A. P. M. Extração e cadeia produtiva do caranguejo-uçá no Norte do Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 4, p. 639-656, 2018.

DE OLIVEIRA CÔRTEZ, L. H; DI BENEDITTO, A. P. M; ZAPPES, C. A. Captura do caranguejo-uçá a partir do conhecimento tradicional: perfil socioeconômico e inovação da

extração no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 13, n. 1, p. 45-55, 2018.

DINIZ, U. M. TARCILA DE LIMA, N. MELLO, M. A. R. MACHADO, I. C. Few plants and one dominant fly shape a unique pollination network in a Neotropical mangrove. **Aquatic Botany**, Volume 180, 2022.

DOMÍNGUEZ-ÁLVAREZ, E. RÁ CZ, B. MARC, M. A. NASIM, M. J. SZEMERÉDI, N. VIKTOROVÁ, J. JACOB, C. SPENGLER, G. Selenium and tellurium in the development of novel small molecules and nanoparticles as cancer multidrug resistance reversal agents. **Drug Resistance Updates**, Volume 63, 2022.

DOWNES, F. P., ITO K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 4 th ed. Washington – DC: **APHA**, p-676, 2001.

EGAWA, R. SHARMA, S. NADAOKA, K. MACKENZIE, R. A. Burrow dynamics of crabs in subtropical estuarine mangrove forest. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Volume 252, 2021.

ESUA, O. J. SUN, D. W. CHENG, J. H. LI, J. L. Evaluation of storage quality of vacuum-packaged silver Pomfret (*Pampus argenteus*) treated with combined ultrasound and plasma functionalized liquids hurdle technology. **Food Chemistry**, Volume 391, 2022.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. 2022.

FIGUEIREDO. Determinação de cinzas e conteúdo animal – cinzas. 30p. 2007

GALVÃO, S. H. H.; MARINHO, R. A.; CONCEIÇÃO R. N. L. EL CONSUMO DE CANGREJO *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) EN FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL. **Boletim técnico-científico. Cepenor**, v. 10, n. 1, p:9-19, 2010.

GIAMPIETRO, A.; REZENDE-LAGO, N. C. M. Qualidade do gelo utilizado na conservação de pescado fresco. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 505-508, 2021.

GOKOGLU, N. GUMUS, B. CEYLAN, A. GOKOGLU, M. Storage in ice incorporated antimelanotic agent and its effects on melanosis and quality of giant red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*). **Food Bioscience**, Volume 46, 2022.

GONÇALES, L. L. RAIMUNDO, D. C. SETIM, F. E. Da Segurança dos Alimentos ao Alimento (In) Seguro: O impacto da temperatura de estocagem sobre a qualidade da carne bovina embalada a vácuo—Relato de Caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 74218-74238, 2021.

GONÇALVES, A. A. editor. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. **São Paulo: Atheneu**; 608 p, 2011.

GONÇALVES, A. A. editor. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. **São Paulo: Atheneu**; 2ª Edição, 692p, 2021.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Portaria nº 52/03, de 30 de setembro de 2003**. Dispõe sobre o período de defeso do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) e dá outras providências.

ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil** / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p

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

KONIG, D. L. **Liofilização Aplicada a Produtos Cárneos Avícolas**. 2016. Projeto de Pesquisa (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. Orientador (a): Prof. Dr. Ilton José Barald.2016

KRABCH, H. et al. Indirect solar dryer with a single compartment for food drying. Application to the drying of the pear. **Solar Energy**, v. 240, p. 131-139, 2022.

LAHRECHE, T. DURMUS, M. KOSKER, A. R. UÇAR, Y. BOGA, E. K. HAMDI, T. M. ÖZOGUL, F. Effects of different plant (Marjoram and Olive leaf) extracts on quality characteristics of red and ordinary muscles of vacuum–packaged tuna–like fillets, **Applied Food Research**, Volume 2, Issue 1,100034,ISSN 2772-5022.2022

LIMA, L. K. **Processamento e avaliação da qualidade de produtos liofilizados de Caranguejo-Uçá (Ucides cordatus)**. 2015. 88 f. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2015.

LIMA, M. C. J. P. **Investigação do efeito da secagem (convencional e liofilização) sobre o teor de co e a proteína isolada no resíduo de soja (okara)** / Maiara da Orientador a :
Monografia 1. Maria Lúcia da (Graduação) Conceição UFPB/CCS. 2016, 42f.

MACIEL, K. S. I. **Comparação entre os métodos de captura de caranguejo-uçá (ucides cordatus): subsídio a termo de compromisso na pesc da guanabara**. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio Relatório final (2019-2020).

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). **Manual da Garantia da Qualidade Analítica**. 1ª edição, Brasília, 2011.

MARQUES, D. F. **Diagnóstico da mortalidade no transporte, distribuição e comercialização do caranguejo-uçá (Ucides Cordatus), no município de Fortaleza, CE**. 42 f. TCC (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MARTINAZZO, J. et al. Embalagens ativas: uma tecnologia promissora na conservação de alimentos. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 11, n. 2, p. 171-194, 2020.

MEDEIROS, J. M. CARDOSO, I. E. S. DA SILVA, A. Estudo teórico e experimental da desidratação da tainha em secador alternativo e estufa comercial. 2016.

MELO, G. A. Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro. **São Paulo: Editora Plêiade**, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). 604 p.1996

MITSCH, W. J. et al. Wetlands, carbon, and climate change. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 4, p. 583-597, 2013.

MNERIE, DUMITRU - Lyophilization. Czech Republic: **Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích** Czech Republic, April - May 2008.

- MOTA, R. I. Método primitivo de transporte do caranguejo-uçá compromete sustentabilidade do estoque. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 2, n. 1, p. 76-79, 2007.
- OBARA, T. R. A. JORGE, P. S. MENDONÇA, C. C. T (2011). Benefícios do uso da embalagem a vácuo em carnes e produtos cárneos (revisão). **Revista Nacional da Carne**. 52.
- OGAWA, M. et al. Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 78-82, 2008.
- OLATUNDE, O. O. BENJAKUL, S. Sous-vide cooking as a systematic approach for quality maintenance and shelf-life extension of crab lump meat. **LWT**, v. 142, p. 111004, 2021.
- OLIVEIRA, L. M. *et al.* Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados. **Polímeros, São Carlos**, v.16, n.3, 2006.
- OLIVEIRA, N. J. C. **Liofilização como método de conservação aplicada à produtos de origem vegetal : uma revisão bibliográfica**. 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos: Componentes dos alimentos e processos. **Porto Alegre: Artmed**, v. 1, 2005. 294p.
- PANTAZI, D. et al. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions:: Microbiological, biochemical and sensory attributes. **Food microbiology**, v. 25, n. 1, p. 136-143, 2008.
- PEARSON, D. General methods – basic constituintes. In: Laboratory techniques in food analysis. **New York: John Wiley & Sons**, cap. 2, p. 27-77, 1973.
- PEREIRA, G. M. **Utilização do processo de liofilização na polpa de jaca e aplicação em sorvete**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.
- PEREIRA, O et al. Caracterização do manguezal do rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo. **In XV Simpósio de ecossistemas Brasileiros**, 1998.
- PINHEIRO, M. F. N. et al. Características microbiológicas da carne de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) comercializada na cidade de São Luís-MA. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 1, p. 44-51, 2017.

PRENTICE, C.; SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração.

Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.25, n.1, p.127-131 2005.

PRESTON, K. B. WONG, T. A. S. TO, A. TASHIRO, T. E. LIEBERMAN, M. M. GRANADOS, A. FELICIANO, K. HARRISON, J. YALLEY-OGUNRO, J. ELYARD, H. A. DONINI, O. LEHRER, A. T. RANDOLPH, T. W. Single-vial filovirus glycoprotein vaccines: Biophysical characteristics and immunogenicity after co-lyophilization with adjuvante. **Vaccine**, Volume 39, Issue 39,2021, Pages 5650-5657,ISSN 0264-410X.

RIBEIRO, P. F. F. A. et al. Processo de liofilização de produtos alimentares perecíveis. 2012. Tese de Doutorado.

ROCHA, M. M. R. M. **Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho *litopenaeus vannamei***. 2010. 185 f. Tese (Doutorado em Química e Bioquímica de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

RODRIGUES, B. K. M. **Liofilização de polpa de manga (*mangifera indica* L.) c.v tommy atkins: condições de secagem e estabilidade**. 2017. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

RUFF, N. et al. Distribution of α -tocopherol in fillets of turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), following dietary α -tocopheryl acetate supplementation. **Aquaculture Nutrition**, v.10, p.75-81, 2004.

SANTOS, T. C. L. **A tecnologia do ozônio associada à embalagem em atmosfera modificada como alternativa ao uso do cloro no aumento da vida de prateleira do camarão branco (*litopenaeus vannamei*) inteiro resfriado**. 2017.

SILVA NEVES, D. et al. Inativação microbiana de alimentos embalados a vácuo. **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, UFRPE**, 2013.

SILVA, FERNANDO ELIAS RODRIGUES et al. Parâmetros de qualidade da carne de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*-Linnaeus, 1763) obtida pelos métodos experimental e artesanal. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 31, n. 2, 2013.

SILVA, I. G. S. Carne PSE (pale, soft, exudative) e DFD (dark, firm, dry) em abate industrial de bovinos. 2017.

SIRENO, M.; MÁRSICO, E. T.; FERREIRA, M. S.; MONTEIRO, GUERRA, M. L.; VITAL, H. C. JUNIOR, C. A. C.; MANO, S. B. Propriedades físico-químicas, sensoriais e bacteriológicas de camarões (*Litopenaeus brasiliensis*) irradiados e armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 17, n. 2, p. 91-95, maio/ago., 2010.

SOARES, K. M. P. GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 1-10, 2012.

SOUZA, L. O. **Efeito do tipo de embalagem sobre a qualidade do pescado de peixes do rio Uruguai**. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Aquicultura) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2022.

SWANSON, K. M. J.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. H. Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In Compendium of methods for Microbiological Examination of foods. 4th ed. **APHA**: Washington-DC, cap. 6. p. 53 – 67, 2001.

TBCA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1. São Paulo, 2020.

TEIXEIRA, L. C. GARCIA, P. P. C.. Qualidade do pescado: captura, conservação e contaminação. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2016.

UNIÃO EUROPEIA. **Reglamento (CE) no 2073/2005** de la comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, 2005.

VALE, D. A. VIEIRA, C. B. DE OLIVEIRA, J. M. VIDAL, M. F. DE OLIVEIRA DE ALCÂNTARA, L. MARTINS DA SILVA, A. I. SILVA, J. M. L. ANDRADE, F. K. SOUSA, J. R. SOUZA FILHO, M. S. M. COELHO DA SILVA, A. L. SILVA DE SOUZA, B. W. Determining the wetting capacity of the chitosan coatings from *Ucides cordatus* and evaluating the shelf-life quality of *Scomberomorus brasiliensis* filets. **Food Control**, Volume 116, 2020, 107329, ISSN 0956-7135.

VIEIRA, C. B. **Filmes e revestimentos comestíveis do polissacarídeo sulfatado da alga Marinha Vermelha *Gracilaria birdiae* na qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei***

congelado. 2019. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p.1084-1087, 1970.

WINARNI, N. L. PRADANA, D. H. AYUJAWI, S. A. ZACKEISHA, N. ANUGRA, B. G. WULANDARI, Y. SYACHRUNDIN, D. Problems in paradise: Mangrove bird communities impacted by litter in Jakarta Bay, Indonesia. **Ocean & Coastal Management**, Volume 225,2022,106223,ISSN 0964-5691,<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106223>.

XU, S. CHEN, H. Vacuum packaging improved inactivation efficacy of moderate dry heat for decontamination of Salmonella on almond kernels. **International Journal of Food Microbiology**, Volume 379,2022,109849,ISSN 0168 1605,<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109849>.