



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GENILSON BATISTA DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO *Litopenaeus*
vannamei (Boone, 1931) ARMAZENADO SOB EFEITO DO
CONGELAMENTO ASSOCIADO AO USO DO SORBATO DE
POTÁSSIO

JOÃO PESSOA

2016

GENILSON BATISTA DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO *Litopenaeus*
vannamei (Boone, 1931) ARMAZENADO SOB EFEITO DO
CONGELAMENTO ASSOCIADO AO USO DO SORBATO DE
POTÁSSIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia pela Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Dr. JOSÉ MARCELINO OLIVEIRA CAVALHEIRO

JOÃO PESSOA

2016

O48a Oliveira, Genilson Batista.

Avaliação da qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) armazenado sob o efeito do congelamento associado ao uso do sorbato de potássio/ Genilson Batista de Oliveira – João Pessoa, 2016.

67 f.: il.

Orientador: José Marcelino Oliveira Cavaleiro

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT

1.Tecnologia de Alimentos. 2. Camarão. 3. Qualidade.
4. Congelamento. 5.Aditivos.

UFPB/BC

DU: 664(043)

GENILSON BATISTA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia pela Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre.

Dissertação _____ em: ____/____/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Marcelino Oliveira Cavaleiro – DTA/CTDR/UFPB
Coordenador da Banca Examinadora

Profa. Dra. Marta Maria da Conceição – DTA/CTDR/UFPB
Examinadora Interna

Prof. Dr. João Andrade da Silva – DTA/CTDR/UFPB
Examinador Externo

Prof. Dr. Vicente Queiroga Neto – CSTR/UFCG
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiro quero agradecer a DEUS, pela oportunidade dada à conclusão de uma progressão acadêmica. Por não ter me deixado ceder às dificuldades encontradas e ter o discernimento de sempre seguir em frente.

A minha mãe, Nair, que sempre esteve disposta a lutar por minhas vitórias e sempre lutando, para que eu fosse um vencedor nos meus estudos e na vida.

Aos meus irmãos, Genildo, Janeide por me incentivarem nesta caminhada e por fazerem parte da minha história.

A minha companheira e esposa, Joseane de Lima Fernandes, que sempre me dedicou todo o seu amor e carinho, além de ter me incentivado e me ajudado a lutar, durante os dias difíceis, desse processo acadêmico. EU TE AMO!

Ao meu Orientador, Professor Dr. José Marcelino Oliveira Cavaleiro. Agradeço pelas orientações e aprendizados compartilhados, nesse processo acadêmico. À professora Dra. Marta Maria da Conceição, por gentilmente aceitar fazer parte dessa banca examinadora e participar de um momento tão importante em minha vida acadêmica. Ao Professor Dr. João Andrade da Silva, pelo grande apoio e por compartilhar tanta experiência.

Ao PPGCTA – Programa de Pós-Graduação de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade, nesse processo de amadurecimento acadêmico. Em especial à secretária Lindalva, que gentilmente ajudou no que foi preciso. Estendendo à professora Dra. Marta Suely e ao atual Coordenador, professor Dr. Flávio Honorato, que foi bastante importante nos esclarecimentos de algumas dúvidas.

Aos meus familiares! Vocês sempre torceram e compartilharam das minhas vitórias nos estudos a na vida.

Aos companheiros de mestrado. Aprendi muito e conquistei várias amizades que foram de suma importância nesse processo e que levarei pelo resto da vida. Aos professores do programa

em pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que foram sempre atenciosos e pacientes com nossas constantes dúvidas.

Aos técnicos dos Laboratórios do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional pelo apoio e amizade.

As amigas Msc. Polyana Barbosa e Msc. Lenietti Galiza pela presença, pela amizade forte desde o princípio, pela ajuda direta no trabalho.

Ao IFBAIANO campus Itapetinga, por ter me conceder o reajuste de horários, de forma a não prejudicar minha função no trabalho. Estendendo aos meus amigos e colegas de trabalho Deisiane, Jorge e Wagner, que gentilmente entenderam todo o processo pelo qual passei e estiveram dispostos a me fornecer ajuda diante das minhas dificuldades.

RESUMO

OLIVEIRA, G. B. 2016 Avaliação da qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) armazenado sob o efeito do congelamento associado ao uso do sorbato de potássio. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

A procura por produtos que fornecem mais que saciedade as pessoas, vem fazendo com que o homem explore alimentos marinhos como fonte de alimentação alternativa e saudável. Dentre as várias espécies de pescado, o camarão vem ganhando ênfase, devido a sua composição nutricional e os efeitos benéficos à saúde. Mas por ser um alimento muito perecível, alguns métodos de conservação vem sendo pesquisados com o objetivo de prolongar sua vida de prateleira, neste trabalho, averiguou-se o emprego de aditivos associado a o uso de baixas temperaturas. As amostras foram obtidas de uma empresa local, acondicionadas e transportadas ao Centro de Tecnologia e de Desenvolvimento Regional - UFPB. Os produtos foram elaborados a partir de camarões inteiros e posteriormente, submetidos a 10 diferentes tratamentos: T1 e T6 - sem aditivo (controle), T2 e T7- solução de sorbato de potássio a 0,1%, T3 e T8 - solução de sorbato de potássio a 0,3%, T4 e T9 - mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio) a 0,1% e T5 e T10 - mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,3%). As amostras de T1, T2, T3, T4 e T5 foram submetidas ao congelamento lento (freezer) temperatura de -18°C e as amostras T6, T7, T8, T9 T10 foram submetidas a congelamento rápido (túnel de congelamento) temperatura de -34°C e em seguida foram armazenadas (-18 °C) por um período de 60 dias de avaliação. Efetuaram-se análises físicas e químicas tais como pH, atividade de água, rendimento na cocção, capacidade de retenção de água, textura, cor, bases voláteis totais e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e análises microbiológicas nos tempos 0 e 60 dias. Pode-se concluir que o efeito do sorbato de potássio associado a baixas temperaturas manteve a qualidade do camarão cultivado, mantendo-se valores dentro dos padrões exigidos pela legislação, quando equiparados aos da literatura.

Palavras – chave: Tecnologia de Alimentos, Camarão, Qualidade, Congelamento, Aditivos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, G. B. 2016. **Evaluation of the quality of the shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) stored under the effect of freezing associated to the use of the sorbate of potassium.** 67f. Dissertation (M.Sc. Food Science and Technology), Federal University of Paraíba, João Pessoa.

The search for products that supply more which satiety the persons, it is doing so that the man explores sea foods as fountain of alternative and healthy food. Among several fish sorts, the shrimp is gaining emphasis, due to his composition nutricional and the beneficial effects to the health. But because of being a very perishable food, he are some methods of conservation investigated with the objective to extend his life of shelf, in this work, there was checked the job of additive ones associated to the use of low temperatures. The samples were obtained of a local enterprise, UFPB conditioned and transported to the Center of Technology and of Regional Development-. The products were prepared from whole shrimps and subsequently, subjected to 10 different treatments: T1 and T6 - without additive (control), T2 and T7 - solution of sorbato of potassium to 0,1 %, T3 and T8 - solution of sorbato of potassium to 0,3 %, T4 and T9 - mixes (sorbato of potassium, eritorbato of sodium and chloride of sodium) to 0,1 % and T5 and T10 - it mixes (sorbato of potassium, eritorbato of sodium and chloride of sodium to 0,3 %). The samples of T1, T2, T3, T4 and T5 were subjected to the slow freezing (freezer) temperature of -18°C and the samples T6, T7, T8, T9 T10 were subjected to quick freezing (tunnel of freezing) temperature of -34°C and next they were stored (-18 °C) by a period of 60 days of evaluation. Physical and chemical analyses such as took place pH, water activity, profit in the cooking, capacity of water retention, texture, color, total volatile bases and reactive substances to the acid tiobarbitúrico and microbiological analyses in the times 0 and 60 days. it is possible to end that the effect of the sorbato of potassium associated to low temperatures maintained the quality of the cultivated shrimp, when values are maintained inside the standards demanded by the legislation, when equated to that of the literature..

Key words: Technology of Foods, Shrimp, Quality, Freezing, Additive.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Curvas de congelamento típicas da água, solução e alimento.	25
Figura 2 - Curvas de congelamento em função da temperatura e tempo	26
Figura 3 - Esquema para avaliação do fresco e qualidade do pescado.....	29
Figura 4 - Fluxograma detalhando as etapas experimentais.....	32
Figura 5 - Delineamento Experimental	33

ARTIGO CIENTÍFICO

Figura 1 - Comportamento dos valores médios de TBA do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> congelados e armazenados por um período 60 dias	56
Figura 2 - Comportamento dos valores médios de BVT do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> congelados e armazenados por um período 60 dias	57
Figura 3 - Valores médios de pH em função do tempo de cada tratamento do camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> congelado.....	58

TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal (%) de diversas espécies de camarão.....	19
---	----

ARTIGO CIENTÍFICO

Tabela 1. Resultados das análises de cor, capacidade de retenção de água, Rendimento na cocção, avaliação de TBARS e bases voláteis totais (BVT) realizadas em função do tempo em cada tratamento analisado no camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> congelado.....	55
--	----

Tabela 2. Resultados das análises de pH, textura, atividade de água, umidade, proteína, lipídeos e cinzas realizadas em função do tempo em cada tratamento analisado no camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> congelado.....	60
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	15
2.1. CARCINICULTURA	15
2.2. O CAMARÃO <i>Litopenaeus vannamei</i>	16
2.3. QUALIDADE DO CAMARÃO.....	17
2.4. CONSERVAÇÃO DO CAMARÃO	21
2.5. USO DO FRIO NA CONSERVAÇÃO DO CAMARÃO.....	22
2.6. ADITIVOS EM PESCADOS	26
2.7. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. ARTIGO CIENTÍFICO	47
6. APÊNDICE	66

1 – INTRODUÇÃO

Carcinicultura é a técnica de criação de camarão em viveiros que vem se destacando como uma alternativa compatível com a crescente demanda, gerando emprego e renda para uma população de uma região. Com a introdução do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, a carcinicultura vem se desenvolvendo substancialmente no Brasil, especialmente com o aumento da produção de pescado (RIBEIRO, 2012).

Informações sobre o agronegócio do camarão cultivado vêm ganhando uma crescente importância social no país, em especial, na Região Nordeste que demanda 99% da produção nacional. Esta região conta com 2.400 produtores, envolvendo uma área de 23.000 hectares de viveiros, gerando 70.000 empregos, diretos e indiretos. Nesse período sua produção foi de 90.000 toneladas da sua cadeia produtiva em 2014, contribuindo com uma receita de R\$ 1.860.000.000,00 (Um bilhão, oitocentos e sessenta milhões de reais). (ROCHA, 2015).

Um termo que vem sendo considerado de grande importância para vários produtores de pescado e a determinação da qualidade de pescado, uma vez que, esta havendo uma crescente demanda de produtos de pescado para outros países. Por se tratar de transporte de uma grande quantidade de pescado para longas distâncias, a avaliação do frescor vem sendo requerida pelos órgãos de fiscalização, como controle para permitir a sua aceitação e a qualidade do produto final (ARAÚJO, 2007).

Segundo Campanhone *et al.* (2002) vem sendo uma das principais preocupações aplicadas as indústrias de alimentos, em destaque a de pescado, a melhoria no uso de tecnologias para a conservação de alimentos perecíveis, até a obtenção do produto final com ótima qualidade. Dentre os métodos utilizados, destaca-se a utilização de baixas temperaturas.

Desde a pré-história o homem preocupa-se com a conservação de alimentos, sendo citados pela literatura vários métodos de conservação, dentre eles podemos destacar o uso de baixas temperaturas como a refrigeração e o congelamento, que são utilizadas com o objetivo de reduzir a velocidade das reações químicas e a ação enzimática no alimento, além de minimizar ou paralisar suas atividades. Segundo Ordóñez (2005), o uso do frio conserva o alimento pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações: atividade microbológica, enzimática e metabólica dos tecidos animais e vegetais após sacrifício e colheita. A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado. Freire *et al.* (2016), considera que através do emprego de baixas temperaturas associado a outros métodos de conservação gera uma maior preservação da qualidade dos alimentos, pelo aumento dos obstáculos afetando a capacidade de

crescimento e multiplicação de microrganismos. Como a estocagem sob congelamento não interrompe todas as possíveis alterações na qualidade do camarão, utiliza-se substâncias com o propósito de manter suas características originais.

Aditivos vêm sendo utilizados em alimentos com o propósito de manter ou modificar o seu sabor ou melhorar a sua aparência. De acordo com Freire *et al.* (2016), a influência da aplicação de certos ácidos orgânicos e sais sobre os alimentos precisam ser estudados, pois este processo pode acidifica-los e comprometer suas propriedades funcionais, afetando seus parâmetros físico-químicos como a capacidade de retenção de água, a perda de peso por cocção e a cor.

Desta forma, a indústria pesqueira vem utilizando diversos tipos de aditivos alimentares (anti-melanóticos, antioxidantes, anti-microbianos) que apresentem ação de conservação e também efeito anti-melanótico, visando manter e/ou melhorar a qualidade do produto final, bem como prolongar sua vida-de- prateleira (OKPALA, CHOO e DYKES, 2014). Alguns aditivos vêm ganhado importância como o sorbato de potássio, um sal de potássio do ácido sórbico, que além de seu efeito capitalizador de água, serve como conservante fungicida e bactericida, inibindo o crescimento de bolores e leveduras e o eritorbato de sódio que funciona de modo similar aos antioxidantes controlando a cor e sabor dos alimentos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* utilizando agentes prolongadores como o sorbato de potássio e a mistura do mesmo com o Eritorbato de sódio e cloreto de sódio associado ao do efeito sinérgico do congelamento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do uso do sorbato de potássio associado ao congelamento do camarão cultivado, por análises físicas, químicas e microbiológicas.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar as características do camarão submetido ao congelamento em função do tempo (0, 20, 40 e 60 dias);

Avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do camarão (após o descongelamento);

Comparar o efeito do congelamento rápido e o lento sobre o camarão;

Comparar a eficácia do aditivo sorbato de potássio e da mistura ternária (sorbato de potássio, cloreto de sódio e eritorbato de sódio).

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. CARCINICULTURA

A carcinicultura é uma atividade socioeconômica que garante a sustentabilidade técnica e socioambiental e movimenta a economia de um lugar ou região reduzindo os impactos negativos, por meio da criação de camarão em viveiros. No Brasil, o desenvolvimento desta técnica vem apresentando alternativas econômicas na produção de alimentos, especificamente, pela pesquisa do desenvolvimento tecnológico do cultivo de camarão marinho e a sustentabilidade (ELER; MILLANI, 2007).

Embora esteja utilizando 3,3% da sua capacidade potencial, a carcinicultura é considerada uma atividade consolidada nas regiões do Brasil, tendo como ênfase a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental demonstradas, participando na mitigação dos problemas de pobreza de forma ativa, por meio da geração de negócios, renda, divisas e empregos para trabalhadores com baixo nível de escolaridade e sem qualificação profissional (ROCHA; ROCHA, 2011).

A carcinicultura, técnica que utiliza os recursos naturais como ecossistemas estuarinos e costeiros, vem chamando a atenção de vários setores da sociedade preocupados com os impactos ambientais e sociais advindos desta atividade, devido sua expansão. Pesquisas feitas por Reis (2008) demonstram que esses impactos não só comprometem o meio ambiente, mas também, tem uma ação direta sobre ele, como a própria sustentabilidade do empreendimento. Alguns problemas como desmatamento de áreas de mangues e os lançamentos de efluentes, têm como consequência a epidemias de viroses, que são comumente relatadas em consulta de pesquisas recentes.

De uma maneira geral, as regiões que utilizam esta técnica vêm sendo favorecidas, assim, destacando-se como importante segmento socioeconômico e se apresentando como uma alternativa viável para o incremento de oferta a nível mundial na produção de camarão. O cultivo do camarão marinho, praticado desde a década de 60, vem alcançado um bom nível tecnológico, sendo considerado um dos ramos da maricultura que mais se desenvolve no mundo. Entre os principais produtores de camarão destacam-se a China, Tailândia, Equador, Indonésia e Índia (FAÇANHA, 2001).

Em virtude da carcinicultura esta apoiada na criação de apenas duas espécies, o camarão branco do Pacífico ou camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) e o camarão tigre (*Penaeus Monodon*), representando cerca de 80% de todo o camarão cultivado, o setor

produtor torna-se vulnerável ao surgimento de doenças, aumentando consequentemente, os problemas sanitários e ecológicos, os surtos de doenças com altos índices de mortalidade, gerando críticas de vários ambientalistas (SEBRAE, 2015).

2.2. O CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

O cultivo de camarão em cativeiro é uma atividade de maior representatividade do agronegócio brasileiro na Região Nordeste. O setor cresceu de forma acelerada, desde o início da década de 90, tomando-se como destaque o estado do Ceará, considerado um dos maiores produtores nacionais. Mundialmente, o *Litopenaeus vannamei* destaca-se entre as principais espécies de camarões marinhos mais cultivados, e graças à sua típica coloração, tem apresentado ampla aceitação nos mercados internacionais (SANTOS *et al.*, 2009).

Segundo Rocha (2015), a produção de camarão cultivado no Brasil em 2014 foi de 90 mil toneladas, desse percentual 99,7% foram destinadas para o mercado interno, e foram exportadas 277 toneladas, o que elevou a participação do camarão cultivado no mercado brasileiro de 22,0% (20.000 t), em 2003, para 99,7% (89.723 t) em 2014. Esse desempenho favorável do mercado interno contribuiu para a viabilidade e recuperação econômica da carcinicultura brasileira e retomada do crescimento deste setor.

Devido ao seu rápido crescimento, rusticidade e a sua habilidade de se desenvolver em salinidades na faixa de 5 a 55 ‰, e unindo estas características a um volume de utilização a base de dieta em níveis de proteínas variadas de 20 a 40%, em diferentes condições, faz com que se torne a terceira espécie mais cultivada no mundo (MENDES, 1999). A produção paraibana de camarão concentra sua produção ao longo das margens do Rio Paraíba que consisti em uma solução para problemas ambientais, aumentado às expectativas de renda da população local e dando origem a uma promissora atividade econômica agroindustrial. Esta espécie vem adaptando-se muito bem ao estuário paraibano.

O camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, é a espécie mais escolhida pela indústria de criação de camarão no hemisfério ocidental. Esta espécie é encontrada em águas com uma ampla de salinidade. A alta tolerância de *Litopenaeus vannamei* a baixa salinidade e a disponibilidade durante todo o ano de pós-larvas saudáveis (PL), fazem desta espécie um excelente candidato para a agricultura no interior (SANTOS *et al.*, 2009).

2.3. QUALIDADE DO CAMARÃO

2.3.1. Características do camarão

O camarão é uma matriz alimentar perecível, mas até o seu processamento nas indústrias pesqueiras, ocorrem varias perdas significativas decorrente da inadequada capacidade de estocagem, técnicas incorretas de captura, manuseio e temperaturas improprias, levando desde as alterações na qualidade visual, até a elevada deterioração do produto (OGAWA; MAIA, 1999).

Amaral e Freitas (2013) afirmar que no pescado ocorrem alterações físicas, químicas e microbiológicas rapidamente quando posto em temperatura ambiente ou sob refrigeração, depois de capturados no transporte para os centros de consumo, por isso, o congelamento se torna uma técnica de grande importância comercial.

Segundo Araújo (2007), o pescado deve esta integro e sem nenhuma anormália, ou seja, cheiro e sabor normal, sem lesões ou doenças microbianas. O camarão é considerado fresco quando apresenta as seguintes características: corpo curvo, carapaça transparente e aderente ao corpo, que não deixe escapar facilmente os pereópodos, pleópodos e o cefalotórax da cauda. Não deve apresentar nenhuma pigmentação rósea, ter músculos consistentes e olhos negros bem destacados.

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), artigo 442, para o crustáceo ser considerado próprio para consumo deverá apresentar as seguintes características organolépticas: aspecto geral brilhante, úmido; corpo em curvatura natural, rígida, artículos - firmes e resistentes; carapaça bem aderente ao corpo, coloração própria á espécie, sem qualquer pigmentação estranha; olhos vivos, destacados; cheiro próprio e suave (BRASIL, 1997).

A busca pela qualidade é considerada um requisito essencial para que um determinado produto permaneça no mercado. A segurança e a qualidade dos produtos alimentares são evidenciadas pelo crescente número de leis que exigem a qualidade dos alimentos nas várias etapas da cadeia de produção, sendo exigida dentro de especificações previamente estabelecidas pelos órgãos de controle sanitário de autoridades brasileiras ou dos países para os quais o camarão é exportado.

Segundo Soares e Gonçalves (2012), para as análises físicas e químicas o limite aceitável para bases voláteis totais (BVT) é de 30mg/100g de pescado; como este valor aumenta com a deterioração do pescado, caracteriza-se como produto impróprio para o

consumo aquele que extrapolar esse limite. A prova de cocção do pescado fresco deve apresentar resultado normal, isto é com características do caldo da carne próprias de cada espécie. O pH é outro fator importante na avaliação da qualidade do pescado para consumo, porém não deve ser utilizado como único índice de frescor.

Aliados os testes físicos e químicos devem ser feitos os testes sensoriais e as análises microbiológicas. Por sua rapidez e praticidade, os testes sensoriais são mais aplicados nas indústrias de pescado do que os microbiológicos, físicos e químicos (OGAWA; MAIA, 1999). Desta forma, podemos aliar os saberes adquiridos aos conhecimentos técnicos e científicos por meio da incorporação de novas tecnologias para o desenvolvimento de alimentos a base de pescado possibilitando melhorias na qualidade de vida dos pescadores, agregando valor comercial ao pescado e desenvolvendo a atividade pesqueira.

2.3.2 Valor nutritivo do camarão

A preocupação do consumidor com a qualidade dos alimentos cresceu consideravelmente nas últimas décadas, porém, devido à correria do dia-a-dia, atualmente a sociedade dispõe de pouco tempo destinado ao preparo de suas refeições, muitas vezes recorrendo a bares, lanchonetes entre outros ambientes comerciais, muitas vezes fazendo uso de uma alimentação inadequada. Do ponto de vista nutricional, o camarão é um alimento com uma composição semelhante ao da carne, mas com diferenças acentuadas. Sua composição nutricional e valor energético diferem entre si outras espécies, variando de acordo com os seguintes fatores: estação do ano e a época em que ocorre a captura, a idade, as condições do meio em que vivem e o tipo de alimentação. Em pesquisa realizada por Martins e Oetterer (2010), foi confirmado que o valor nutricional do camarão nem sempre é diretamente proporcional ao seu valor de mercado, sendo assim, por muitas vezes o preço está relacionado a questões mercadológicas e sensoriais do que a sua qualidade.

Dentre os constituintes da composição química do camarão a água, proteínas e lipídeos são os nutrientes mais abundantes e os que determinam os aspectos mais importantes do seu valor calórico natural e propriedades organolépticas (que são apreciados pelos sentidos: cheiro, cor, sabor), sua textura e capacidade de conservação. O camarão representar uma das principais fontes de proteína de alto valor biológico do pescado de importância no item alimentar, caracterizado por ser de fácil digestibilidade, além de um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, sendo um alimento mais saudável do ponto de vista nutritivo,

e tudo isso acompanhado de um baixo valor calórico (SIKORSKI; KOLAKOWSKA; BURT, 1994).

A tabela 1 mostra a composição centesimal de diferentes espécies de camarão cultivados no Brasil.

Tabela 1: Composição centesimal (%) de diversas espécies de camarão.

Espécies	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Umidade
⁽¹⁾ Camarão-branco-do-pacífico (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	22,39	1,65	1,51	75,64
⁽²⁾ Camarão rosa (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	19,20	1,40	2,50	81,30
⁽³⁾ Camarão de água doce (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	16,80	0,30	0,89	78,22
⁽⁴⁾ Camarão (<i>Acetes chinensis</i>)	71,00	5,40	9,80	87,10
⁽⁵⁾ Camarão rosa (<i>Penaeus brasiliensis</i>)	19,58	2,52	1,30	76,60
⁽⁶⁾ Camarão (<i>Xyphopenaeus kroyeri</i>)	13,98	1,05	3,40	78,18

Fonte: dados da literatura.

(1) Gama (2015)

(2) Cadun, Cakli e Kislá (2008)

(3) Silva et al. (2010)

(4) Assunção (2007)

(5) Andrade, Bispo e Druzian (2009)

(6) Yokoyama (2007)

Segundo Ogawa e Maia (1999), a composição do pescado varia de 60 a 85% de umidade, teor de proteína de aproximadamente 20%, teor de lipídeos de 0,6 a 36 %, teor de carboidratos de 0,3 a 1% e teor de resíduo mineral fixo de 1 a 2%. Em relação ao valor nutritivo estes componentes e outros como: características de textura, qualidades organolépticas e capacidade de amaciamento da carne são considerados importantes para a escolha desta matriz alimentícia. Estão presentes outros constituintes, em menores quantidades, como as vitaminas e minerais, estes também desempenham um papel significativo nas transformações bioquímicas dos processos de pós-morte. A proporção desses componentes depende da espécie, do sexo e do ciclo biológico do animal analisado, assim como devem ser também considerados fatores ecológicos, tais como: estação do ano, local, abundância de nutrientes, temperatura e salinidade da água.

Embora existam informações na literatura sobre a qualidade nutricional de várias espécies de camarão, a composição da carne de camarão branco do pacífico, cultivado no Brasil, tem sido pouco explorada. Dessa forma, neste trabalho foi realizada a análise da composição centesimal na carne do camarão para fins de consulta posterior.

2.3.3 Alterações físicas e químicas do camarão

Após a captura e a morte do camarão uma serie de alterações microbiológicas, físicas e químicas ocorrem, cujo estágio final é a sua completa deterioração. De acordo com Hamada-Sato *et al.* (2005), as alterações *post mortem* podem ser simplificadas da seguinte forma:

Captura → *Rigor mortis* → Resolução do rigor → Autólises → Deterioração

2.3.3.1 Captura

É o processo pelo qual vai da despesca e transporte de camarões vivos até o abatedouro.

2.3.3.2 *Rigor mortis*

O “*rigor mortis*” é considerado um estágio de rigidez cadavérica do músculo, onde todas as proteínas constituintes, miosina e actina, se complexam formando o composto actomiosina; esta reação é provocada pela enzima adenosina trifosfatase - ATPase na presença de adenosina trifosfato – ATP (YOKOYAMA, 2007).

Nesse processo ocorrem três fases: o período de pré-rigor, onde ocorre antes do estabelecimento do *rigor mortis* propriamente dito, período esse em que está ocorrendo o enrijecimento muscular; o rigor pleno, período no qual está realmente estabelecido o *rigor mortis* e o pós-rigor, caracterizado pela perda da rigidez muscular.

2.3.3.3 Resolução do rigor

Esta é a fase em que se caracteriza a perda da rigidez do musculo, situa-se na terceira fase do *rigor mortis* o “pós-rigor”.

2.3.3.4 Autólise

A autólise do pescado é causada em virtude da ação de enzimas dos sucos digestivos (com sua acidez e suas enzimas proteolíticas) e as enzimas dos tecidos que rompe a parede do intestino e também atacam e atravessam as vísceras, provocando decomposição nos tecidos

musculares, tornando-se assim, fácil à disseminação de microrganismos do trato intestinal, causando uma aceleração de sua deterioração.

2.3.3.5 Deterioração

De acordo com Soares e Gonçalves (2012), dentre os produtos de origem animal, o mais susceptível a processo de deterioração é o pescado, devido à associação de fatores intrínsecos e extrínsecos como: elevada atividade de água, sua composição química, teor de gorduras, pH próximo da neutralidade e a temperatura. A deterioração em pescado pode ser conceituada como uma série de mudanças *post mortem* não aceitáveis, presente na musculatura do pescado.

2.4 CONSERVAÇÃO DO CAMARÃO

Devido ao seu alto grau de perecibilidade, logo após a captura ocorrem reações bioquímicas e químicas de origem autolítica em diversas espécies de pescados degradando seus componentes musculares (OGAWA; MAIA, 1999).

A conservação de alimentos é fundamentada em métodos combinados, utilizados para melhorar a qualidade dos produtos convencionais ou para desenvolver novos produtos. Eles garantem estabilidade e segurança, resultando em produtos que apresentam propriedades sensoriais, químicas e nutricionais adequadas (SOCCOL; OETTERER, 2003).

Cardoso *et al.* (2003) afirmam que procedimentos tecnológicos empregados imediatamente após a captura como manuseio adequado, lavagem e evisceração interferem na conservação e melhoram a capacidade de manutenção da estabilidade do pescado. A Conservação destes tipos de animais requer rigoroso controle de qualidade desde as condições de captura até a sua comercialização.

Segundo Agnese *et al.* (2001), utiliza-se o gelo de boa qualidade em relação ao seu aspecto bacteriológico na conservação do pescado e a bordo de barcos não dotados de câmaras frigoríficas, pois a qualidade deste afetará diretamente a qualidade do pescado. Quando empregado de maneira correta e na proporção adequada, o mesmo contribui para a conservação reduzindo a temperatura do pescado até alcançar a faixa de temperatura de 0 a 2°C, atrasando as alterações enzimáticas e bacterianas.

2.4.1 Microbiota natural do camarão

Logo após sua morte, o camarão está sujeito a variados processos de deterioração, envolvendo atividade enzimática, rancificação de gorduras e atividade de microrganismos presentes em sua superfície. Segundo Franco e Landgraf (2005), os microrganismos podem ser divididos em deteriorantes, patógenos e benéficos. Os deteriorantes são os que por meio de atividades metabólicas provocam a deterioração do pescado pela sua capacidade proteolítica, pectinolítica, lipolítica e outras. Alguns destes microrganismos crescem à temperatura ambiente, outros, podem se desenvolver sob-refrigeração. Os patógenos são geralmente associados às más condições de higiene deficientes podendo representar um risco à saúde, estando representados basicamente pela *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* e *Staphylococcus aureus*. Estes microrganismos geralmente não se desenvolvem em temperatura de refrigeração.

Entre as várias espécies bacterianas existentes na microbiota natural do pescado e que são patogênicas ao homem, destacam-se *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* patogênica, *Staphylococcus coagulase (+)*, *Vibrio spp.* e *Clostridium botulinum*. Considerando o camarão como alimento perecível, devido à presença de quantidades maiores de aminoácidos livres do que os peixes (FRANCO e LANDGRAF, 1995), são imprescindíveis à aplicação de métodos de conservação com objetivo de reduzir a proliferação rápida de microrganismos indesejáveis e preservar suas características sensoriais e nutricionais.

2.5 USO DO FRIO NA CONSERVAÇÃO DO CAMARÃO

O uso de baixas temperaturas para conservar alimentos é praticado desde a antiguidade, sendo a produção de frio para a indústria de alimentos considerada um grande avanço, possibilitando o armazenamento e transporte de produtos perecíveis. O frio atua inibindo total ou parcialmente os principais agentes causadores de alterações (atividade microbiológica, enzimática e metabólica) dos pescados, mantendo suas qualidades nutritivas. A utilização da conservação pelo frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado (ORDÓÑEZ, 2005). Porém a qualidade da matéria-prima é essencial para a obtenção de um produto de boa qualidade.

Segundo Jay (2005), o emprego de baixas temperaturas para conservar alimentos baseia-se no fato de que o crescimento microbiano pode ser retardado por temperaturas acima da de congelamento, e geralmente inibidas por temperatura abaixo do congelamento. Este fato

ocorre, devido todas as reações metabólicas dos microrganismos serem catalizadas por enzimas e a taxa de reação catalisada enzimaticamente ser dependente da temperatura.

A refrigeração é uma técnica eficaz empregada na conservação como forma de manter a qualidade do produto, que se baseia no abaixamento da temperatura, objetivando evitar ou retardar as reações bioquímicas e a ação enzimática que provoque autólise, porque as baixas temperaturas retardam as reações bioquímicas e atividade microbiana, quanto menor for a temperatura, menor será a velocidade das reações bioquímicas ou da atividade microbiana (ALVES *et al.*, 2002). O congelamento é o método mais eficiente para conservar este tipo de alimento por um tempo mais prolongado (OGAWA; MAIA, 1999).

Ogawa e Maia (1999) relatam que retardar o crescimento microbiano e as atividades *post mortem* dos tecidos animais, controlar as reações químicas deteriorativas, inclusive escurecimento enzimático, oxidação de lipídeos e alterações químicas de degradação da cor e controlar a autólise do pescado, durante a estocagem pouco prolongada corresponde as funções da refrigeração.

2.5.1 Refrigeração

O Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997) define que pescado resfriado sob o artigo 439 e parágrafo 2º da seguinte forma: “Entende-se por "resfriado" o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre -0,5 a -2°C.

Para Fellows (2006), refrigeração é a operação unitária que consiste em reduzir a temperatura do alimento estabelecendo-o entre -1 ° e 8 °C, ou seja, um pouco acima da temperatura de congelamento. Esta técnica de conservação causa poucas mudanças nas características sensoriais e nas propriedades nutricionais dos alimentos resultando em produtos de ótima conveniência, fáceis de preparar e de melhor qualidade.

2.5.2 Congelamento

O congelamento é um método de conservação amplamente utilizado pela indústria de pescado, por ser bastante efetivo contra o crescimento de microrganismos e no retardamento de reações químicas minimizando as perdas nutritivas e sensoriais do produto. No entanto, segundo Gonçalves e Gindri Junior (2008), durante o processo de congelamento prolongado, ainda ocorrem lentamente reações físicas, químicas e biológicas, causando alterações de

textura, sabor e cor, perda de peso e de suculência, perda por gotejamento, desnaturação proteica, reações de hidrólise e a processos oxidativo. Estas perdas podem ser ocasionadas pela taxa de congelamento e descongelamento, temperatura de armazenamento, flutuações de temperatura, uso excessivo de congelamento e descongelamento durante o armazenamento, transporte, exposição de varejo e consumo.

O congelamento é uma técnica que serve para conservar uma variedade de espécies de pescado, esta serve para preservar a qualidade sanitária, nutricional e manter as características de textura, sabor, aroma e coloração. O Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997) define pescado congelado sob o artigo 439 e paragrafo 3º, da seguinte forma: “Entende-se por "congelado" o pescado tratado por processos adequados de congelação, em temperatura não superior a -25°C.” O artigo 440 estabelece que depois de submetido à congelação o pescado deve ser mantido em câmara frigorífica a -15°C. Parágrafo único - O pescado uma vez descongelado não pode ser novamente recolhido a câmaras frigoríficas.

De acordo com Ogawa e Maia (1999), os métodos de congelamento se classificam em congelamento por ar parado (freezer doméstico), por ar forçado (túnel de congelamento), congelamento em placa, congelamento por imersão em salmoura, capsule packed freezing e congelamento criogênico. No congelamento por ar parado a dissipação de calor é lenta (-25 °C), podendo causar danos às células do músculo e as suas proteínas, esse efeito é causado pela formação de grandes cristais de gelo, os quais se apresentam em menor quantidade e prevalecem na parte extracelular. O congelamento com ar forçado (-35 °C) permite a transferência rápida de calor, cristalizando a água intramuscular de maneira muito eficiente. Por fim o congelamento criogênico, que utiliza gases condensados como nitrogênio líquido (-195 °C), dióxido de carbono sólido ou gelo seco (-98 °C) é um método ultrarrápido de congelamento, o qual têm se mostrado vantajoso em relação ao método mecânico, pois a rápida redução da temperatura permite uma melhor manutenção da qualidade do produto.

De acordo com Jay (2005), os dois métodos básicos para atingir o congelamento de alimentos são o congelamento rápido e o lento. No congelamento rápido a temperatura do alimento é reduzida para aproximadamente -20°C em 30 minutos, podendo ser pela imersão direta ou pelo contato com um líquido refrigerante e por meio de rajadas de ar frio. No congelamento lento a temperatura desejada e alcançada de 3 a 72 horas, sendo utilizado nesse processo de congelamento o uso de freezer doméstico.

2.5.2.1 Curva de congelamento

As curvas de congelamento são utilizadas para verificar o comportamento da água presente no alimento durante a remoção do calor. São curvas em função da temperatura e do tempo e podem ser obtidas experimentalmente pelo monitoramento da temperatura no ponto central de um alimento onde a velocidade de congelamento é mais baixa (FELLOWS, 2006), utilizando termopares e um sistema de aquisição de dados.

Na figura 1, observamos que as curvas de congelamento de uma solução aquosa e de alimentos são diferentes da água pura. Igualmente ocorre com o comportamento da água pura, no início a temperatura reduzida abaixo da T_f . Logo após formar os primeiros cristais de gelo, o calor latente de cristalização é liberado e a temperatura começa a aumentar até atinge a T_f . Neste momento começa o início da mudança de fase da água do estado líquido para gelo com eliminação do calor sensível, e com isso a temperatura permanece praticamente constante. Conforme observado por Fellows (2006), nesta fase a temperatura de congelamento diminui continuamente devido à concentração de solutos na fase líquida da água e como pode ser constatado nas curvas de solução e alimento na figura 1. Nesta etapa também ocorre a maior formação de gelo.

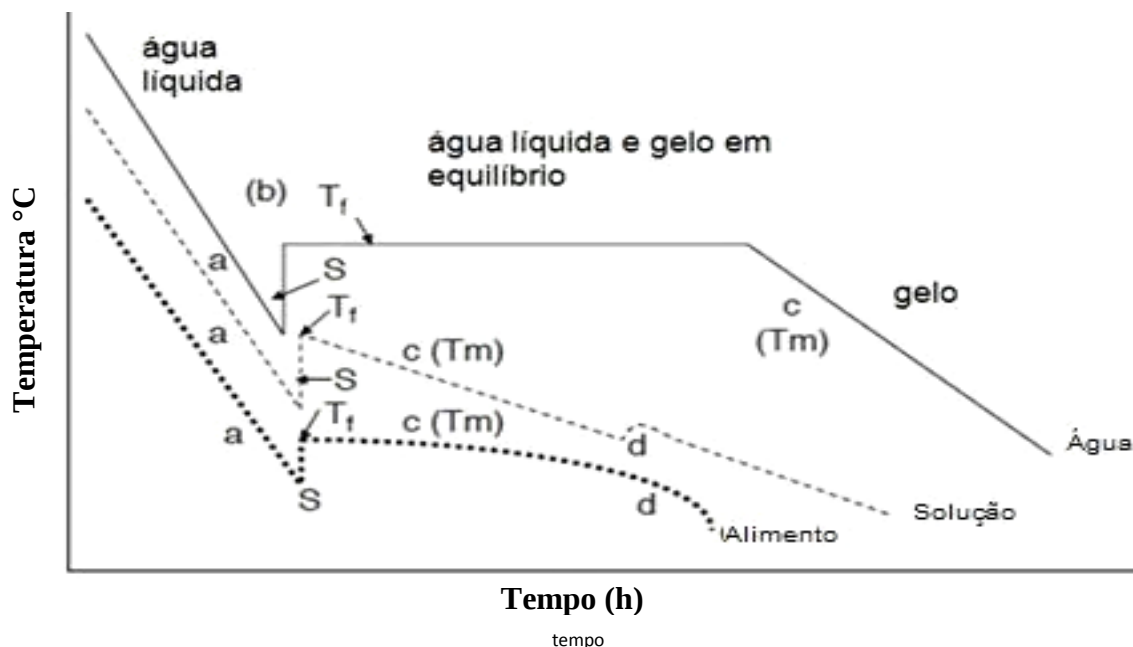


Figura 1 – Curvas de congelamento típicas da água, solução e alimento. S: super-resfriamento. a: temperatura de cristalização do gelo, b: temperatura inicial de congelamento, c: ponto final de congelamento, d: formação do primeiro cristal de soluto.

FONTE: Rahman *et al.* (2009).

As curvas de congelamento também podem ser utilizadas para caracterizar o congelamento como rápido ou lento dependendo do perfil da curva obtida. As curvas apresentam perfis distintos entre os dois tipos de congelamento como é retratado na figura 2. A figura 2, ilustra a diferença entre a curva de congelamento lento a qual passa pelas etapas descritas anteriormente e permanece mais tempo dentro de uma faixa chamada de zona crítica (0 a -5 °C) e a curva de congelamento rápido com um ponto próximo da zona crítica com subsequente declínio brusco da temperatura sem as etapas adicionais observadas no congelamento lento. De acordo com Fellows (2006), o tempo que transcorre para um alimento seja congelado, passa pela sua zona crítica, onde pode-se determinar o número e o tamanho dos cristais e consequentemente o tipo de congelamento.

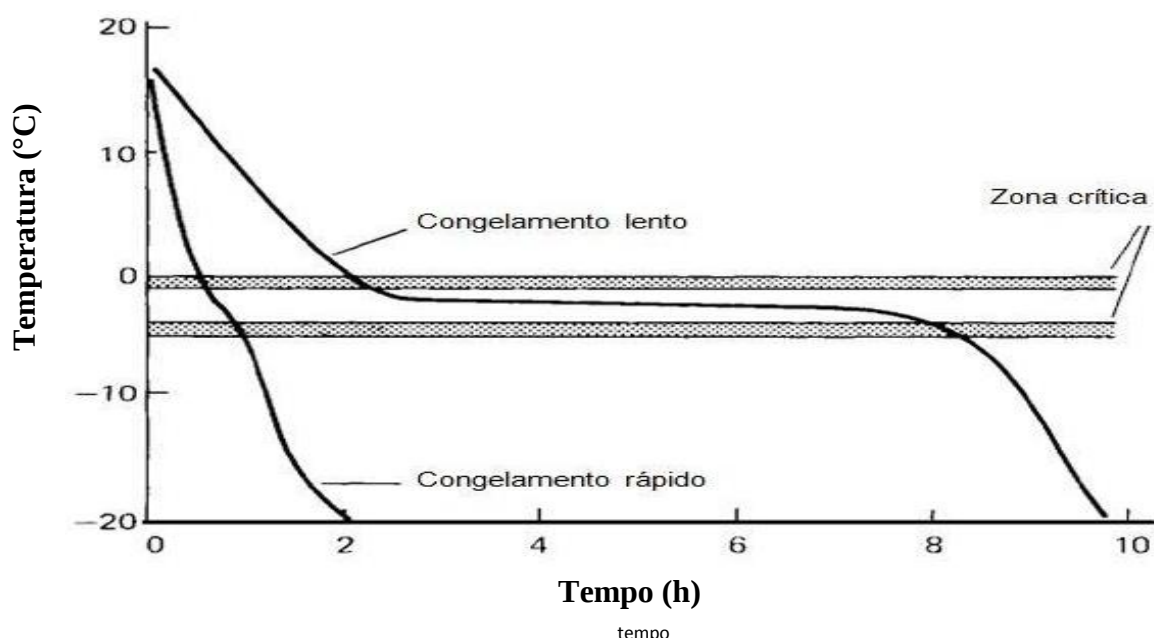


Figura 2 – Curvas de congelamento em função da temperatura e tempo.
FONTE: Fellows (2006)

2.6 ADITIVOS EM PESCADO

A atuação diante da aplicação de ácidos orgânicos e seus sais sobre as propriedades físico-químicas e microbiológicas dos alimentos precisam ser avaliadas, pois as propriedades funcionais podem ser comprometidas, afetando os parâmetros físico-químicos como a capacidade de retenção de água, a perda de peso por cocção e a cor pelo processo de acidificação desta matriz alimentar. Segundo Crist *et al.* (2014), a acidificação ocasionada pela aplicação destes ácidos orgânicos pode atuar retardando o crescimento microbiano,

garantindo uma melhor qualidade microbiológica do alimento e, por consequência, trazer benefícios como o aumento na validade comercial.

Os órgãos fiscalizadores mostram que, para aprovar qualquer tipo de aditivo e a sua quantidade limite a ser usada, é feita com base no consumo da população brasileira e nos limites estabelecidos pela legislação. Isso, levando-se em conta outros tipos de produtos que já utilizam o aditivo solicitado, atentando sempre para o risco sanitário para que possa ser liberado ou não; tendo sempre a justificativa tecnológica para o seu uso.

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS), por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é a responsável pela regulamentação dos aditivos alimentares, através da Portaria n. 540, de 27 de outubro de 1997, que define que aditivo alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 1997).

Na carcinicultura, é comum o uso do metabissulfito de sódio com a finalidade de evitar o aparecimento de pontos pretos, conhecido também como “black spot” ou melanose. Mas é necessário respeitar limites preconizado pela FDA para as amostras cujo teor não deve ultrapassar os 100 ppm, podendo nesse caso ocasionar crises de asma, reações cutâneas (urticárias), diarreias, choque anafilático, dores de cabeça, dores abdominais, náuseas e tonturas em indivíduos sensíveis (GÓEZ et al., 2006). É preciso esclarecer que existe dois tipos de alergia relacionada ao camarão: alergia à proteína do crustáceo (esta sim é a verdadeira alergia ao camarão) e alergia ao “metabissulfito de sódio”.

Vários aditivos conservantes vêm sendo pesquisados em trabalhos científicos em substituição ao metabissulfito de sódio, com a finalidade de se comprovar a eficiência de misturas ou menores quantidades deste aditivo para manutenção da qualidade, como: Cloreto de sódio, benzoato de sódio, sorbato de potássio, 4-hexylresorcinol, nitrito de sódio, fosfato de sódio bibásico, ácido ascórbico, ácido cítrico, eritorbato e/ou EDTA, entre outros (ROCCO et al., 1997; YOKOYAMA, 2007).

Gonçalves (2005) demonstrou que quando congelado o camarão com a aplicação do fosfato, o mesmo torna-se eficaz causando a retenção de água no descongelamento e após a cocção do camarão. Ele observou que havia uma menor perda de peso no descongelamento do camarão tratado com maior percentual de fosfato quando comparado com o Tripolifosfato de sódio e o controle (imersão em água). O mesmo foi verificado após a cocção, onde os mesmos rendimentos foram comprovados com a diminuição da perda de exsudado (*drip loss*) no

descongelamento e após a cocção, o aumento do teor de umidade após a imersão em fosfato e a sua retenção após o descongelamento e cocção.

Um dos conservantes que vem sendo utilizado desde a antiguidade é o cloreto de sódio, sua ação se baseia na desidratação que é ocasionada tanto no alimento como nos microrganismos, e como consequência influencia na alteração da osmolaridade do meio. Segundo Jay (2005), uma solução de sal em água em torno de 0,85 a 0,90% produz condição isotônica para microrganismos não marinhos, enquanto concentrações de 5% levam a diferença de concentração, acarretando em plasmólise, e consequentemente, morte celular.

2.6.1 Uso de sorbato de potássio

Um aditivo que vem ganhando evidência na conservação de alimentos é o sorbato de potássio, sendo visto como um conservante com baixa toxicidade para mamíferos por ocasionar uma menor sensação de sabor residual e ser mais eficiente como inibidor do crescimento de leveduras do que o benzoato de sódio (PRAPHAILONG; FLEET, 1997). Além disso, inibe o crescimento de bolores e levedura e também de várias bactérias. O sorbato de potássio incorpora-se aos produtos diretamente ou utilizados nas superfícies, por pulverização ou submersão, usando-se geralmente um grama de sorbato de potássio por quilo de produto. A dosagem padrão é de 0,05% a 0,2% (FIB, 2011).

Jiang e Lee (1988), constataram a eficácia do uso de uma mistura contendo gelo picado, cloreto de sódio, sorbato de potássio e eritorbato de sódio teve sucesso no controle da melanose.

A União Européia através do decreto-lei nº 363/98 de 19 de Novembro, relativo aos aditivos alimentares com exceção dos corantes e dos edulcorantes adotados pelo Comitê Científico da Alimentação Humana da União Europeia, estabeleceu um limite máximo de 200 mg/kg de sorbato de potássio para pescado salgado e congelado (UNIÃO EUROPÉIA, 1998).

2.6.2 Uso do eritorbato de sódio

COUNSELL; HORNIG, (1981 apud TRINDADE *et al.*, 2008), diz que o isômero do ácido ascórbico é o eritorbato de sódio, um sal sódico do ácido eritórbito ou ácido isoascórbico. O eritorbato é utilizado em produtos cárneos com as funções principais de acelerar a formação da cor e estabilizar a cor característica de carnes curadas com nitrito em função de seu alto poder redutor, este funciona como antioxidante.

Pesquisa realizada por Kirschnik e Viegas (2009) demonstrou que a aplicação de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio a carne da tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) por um período de 6 meses e armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ teve boa influência não ultrapassando os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira.

O regulamento da União Européia nº 1129/2011 da comissão do parlamento europeu de 11 de Novembro de 2011, prevê o estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares aprovados para utilização nos géneros alimentícios bem como as respectivas condições de utilização, indica o limite máximo de 1.500 mg/kg de eritorbato de sódio para pescado congelado (UNIÃO EUROPÉIA, 2011).

2.7. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO

A avaliação da qualidade do camarão é determinada, em grande parte, pelo grau de frescor, cuja apreciação é feita utilizando receptores sensoriais com base em critérios subjetivos mediante exame organoléptico, que é o método utilizado pelos consumidores e o mais usado pelos Inspectores Sanitários (BAIXAS-NOGUERAS *et al.*, 2001). Há, no entanto, a possibilidade de recorrer a metodologias objetivas (físicas, químicas e microbiológicas) e subjetivas (análise sensorial) para avaliar o frescor do pescado conforme observado na figura 3. Para Nielsen (1997), a análise sensorial ainda continua sendo essencial na avaliação da qualidade, mesmo que se desenvolvam métodos instrumentais de fácil aplicação, pois fornece informação mais completa sobre o estado do pescado.

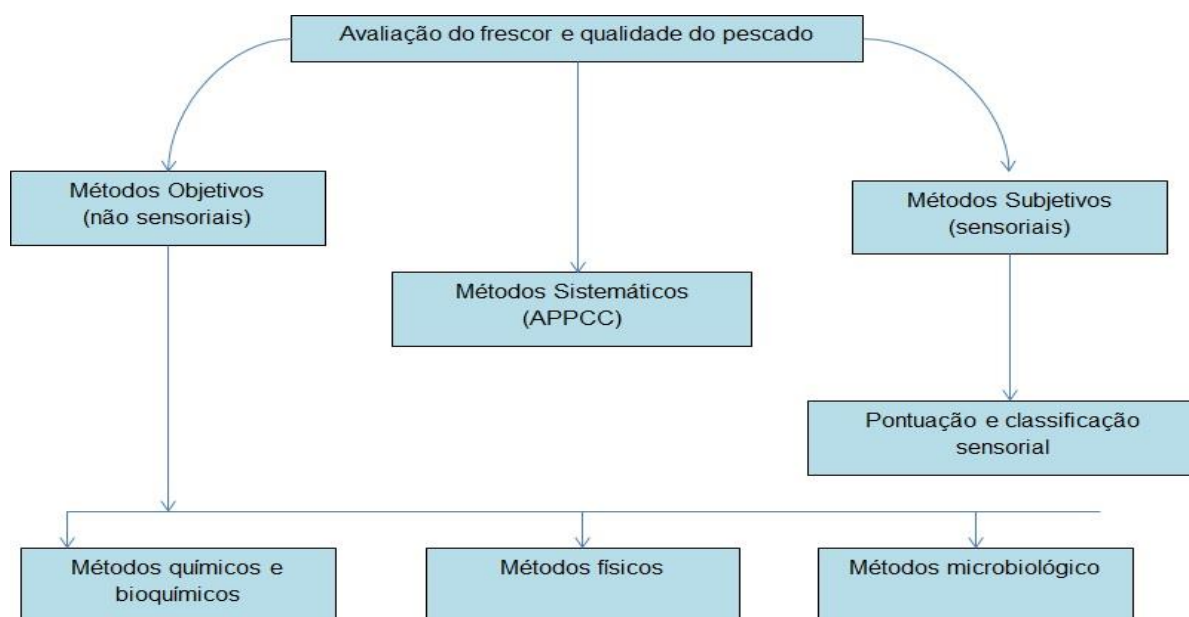


Figura 3: Esquema para avaliação do frescor e qualidade do pescado.
Fonte: dados da pesquisa.

2.7.1 Métodos físicos e químicos

Os métodos físicos e químicos são utilizados para quantificar a formação de compostos de degradação no pescado. Várias são as determinações que podem avaliar o grau de conservação do camarão, sendo as mais comuns a medição do pH, a de bases voláteis totais (BVT) e a de histamina por espectrofluorimetria, além da reação de Éber para gás sulfídrico.

2.7.1.1 Acompanhamento do pH do camarão

De acordo com o RIISPOA (BRASIL, 1997), o pescado considerado fresco é aquele que tem pH da carne externa inferior a 6,8 e da carne interna inferior a 6,5. Ogawa e Maia (1999) não considera o pH como um índice seguro para avaliar o estado de frescor do pescado, e por isso seu uso geralmente é restrito por variar de amostra para amostra.

2.7.1.2 Base voláteis totais (BVT)

De acordo com Ogawa e Maia (1999) para o pescado em excelente estado de frescor, o teor de BVT atinge 5 a 10mg de N/100g de carne; peixes com frescor razoável podem atingir até 15 a 25mg de N/100g de carne. No início da putrefação, este teor pode ir até 30 a 40mg de N/100g e, quando deteriorado, tal conteúdo deve encontrar-se acima de 50mg de N/100g.

Segundo a Portaria nº 185, de 13 de maio 1997 diz que o pescado é considerado deteriorado quando apresenta teor de N-BVT superior ou igual a 30 mg de N.100g⁻¹. Pelo RIISPOA, o limite preconizado para o pescado ser considerado aceitável é de 30mg de nitrogênio/100g de carne (BRASIL, 1997).

2.7.2 Métodos microbiológicos

A avaliação microbiológica de alimentos é utilizada para avaliar a qualidade do produto em termos de “segurança alimentar”. Segundo Gama (2015), para se ter uma boa comercialização do camarão, devemos ter cuidados quanto à deterioração bacteriana, oriunda em sua maioria, pela má higienização dos manipuladores, sendo a principal fonte de contaminação nos crustáceos.

A RDC nº 12 de 2001 estabelece os limites microbiológicos para qualidade do camarão no Brasil. Para crustáceos refrigerados ou congelados o limite máximo para contagem de *Staphylococcus aureus* (5×10^2 UFC/g) e determina que não deve ser detectada a presença de *Samonella spp.* em 25 g de amostra, assim como o limite máximo para determinação de coliformes a 45 °C (10^2 NMP/g) (BRASIL, 2001).

Em virtude do camarão *Litopenaeus vannamei* ser cultivado com a finalidade de consumo humano, devem ser verificados alguns dos perigos potenciais como a transmissão de *Víbrios* para o consumidor, para que se previna possíveis riscos à saúde pública inerentes a carcinicultura. Segundo Lima (2007) e Qadri *et al.* 2014, quando ocorrem alterações na salinidade que afetam o sistema imunológico do camarão *Litopenaeus vannamei*, a vibriose pode ocorrer veiculada pelo *Vibrio alginolyticus*, *V. harveyi* e *V. parahaemolyticus* que habitam ambientes marinhos e estuarinos, podendo provocar desde gastroenterite a quadro de septicemia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Para as análises de laboratório foram utilizados camarões *Litopenaeus vannamei*, provenientes de um criadouro localizado no Litoral Norte da Paraíba, coletados e armazenados em caixa isotérmica com gelo na proporção 2:1, em seguida foram encaminhados ao Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba (CTDR-UFPB). Os camarões foram lavados em água corrente, drenados e distribuídos aleatoriamente em sacos plásticos (100 – 250 peças/kg). Logo após, filetou-se para serem submetidos ao emprego de frio em túnel de congelamento e acondicionados em embalagens *zip lock* com fecho hermético fabricadas de polietileno de baixa densidade no freezer a $-18 \pm 1^\circ\text{C}$.

Na figura 4, é apresentada a sequência como foram executadas as etapas do experimento.

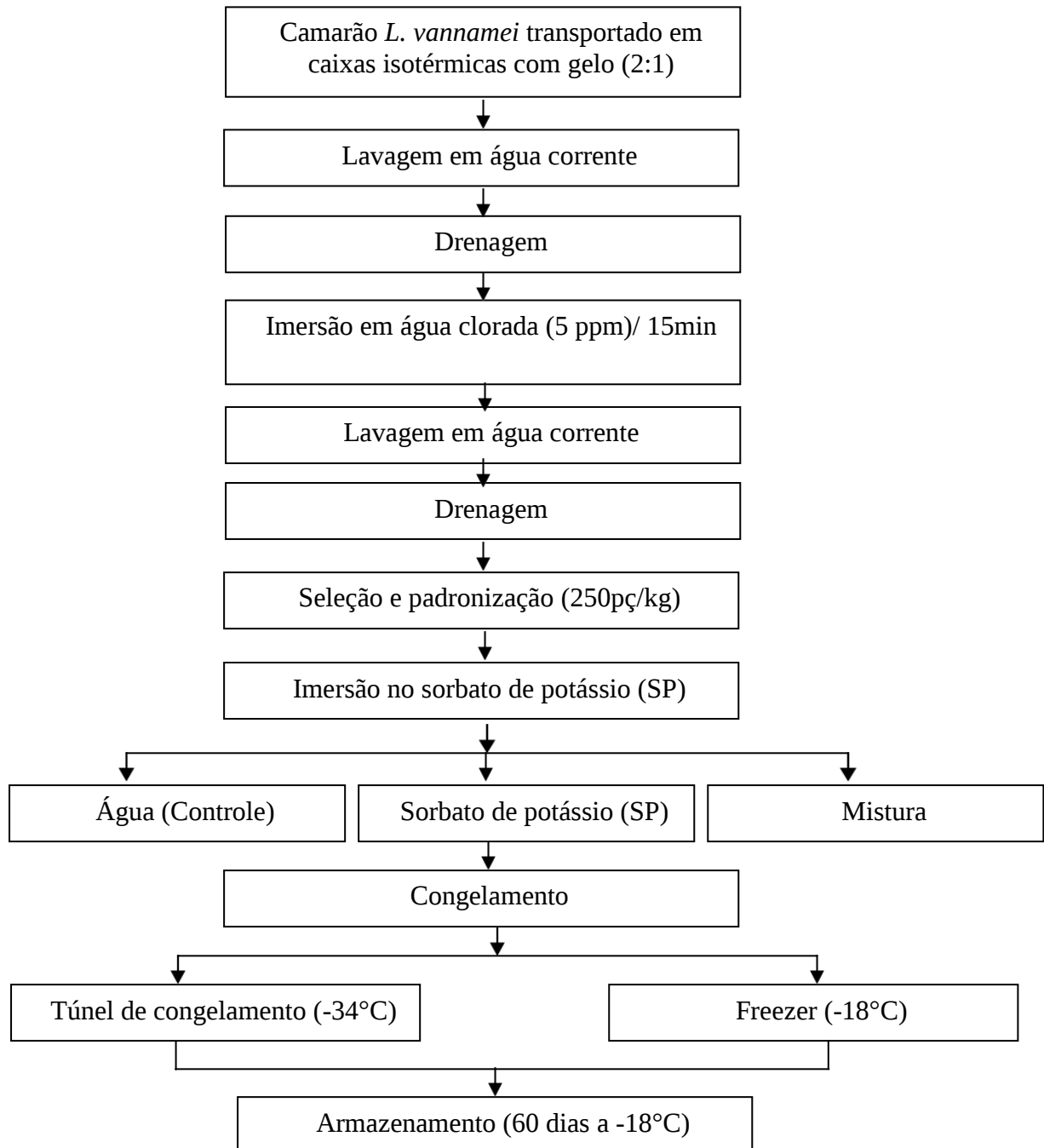


FIGURA 4: Fluxograma detalhando as etapas experimentais.
Fonte: dados da pesquisa

3.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 10 x 2 x 4 (tratamentos x processamento x tempo), tratamentos com três repetições para cada variável, totalizando 80 parcelas experimentais. As análises foram realizadas por um período de 60 dias em intervalos regulares de 20 dias de armazenamento. Os dados foram submetidos a análises de variância e ajustaram-se equações de regressão linear para as médias dos tratamentos no tempo, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). Os dez tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 e T10) tiveram 3 repetições para cada fator das parcelas experimentais, tanto para o congelamento lento (freezer doméstico) como congelamento rápido (túnel de congelamento) conforme descrito na figura 1 abaixo:

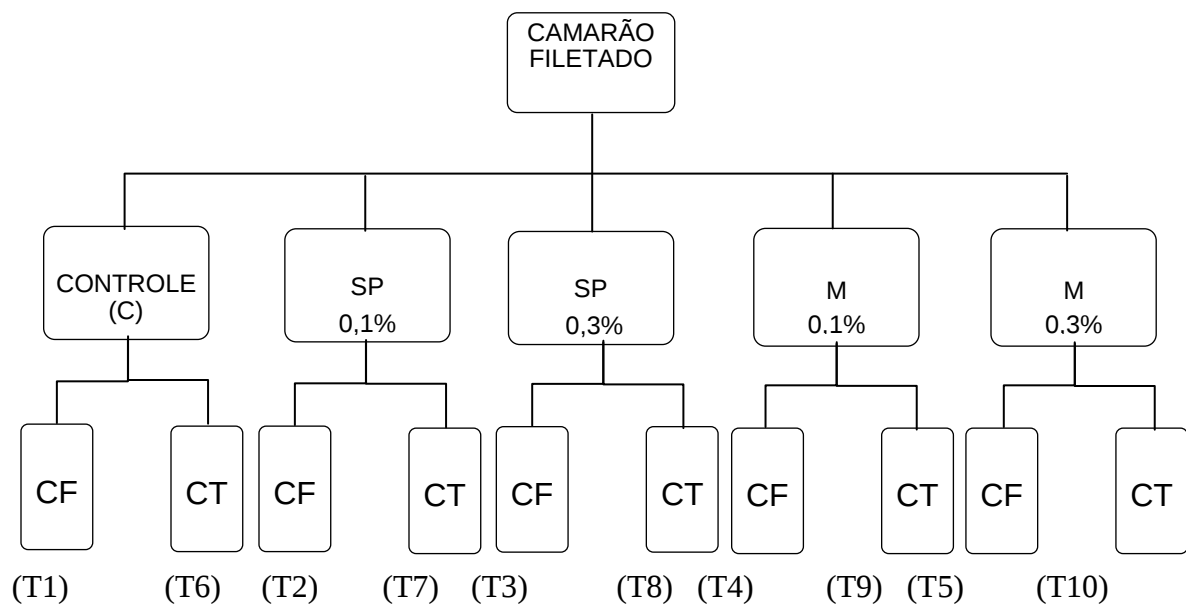


Figura 5: Delineamento Experimental

Fonte: dados da pesquisa.

Abreviaturas:

C = Controle, sem adição de aditivo

SP = Camarão adicionado de sorbato de potássio

M = Camarão adicionado da mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio.

CF = Camarão congelado em freezer a -18°C.

CT = Camarão congelado em túnel de congelamento a -34°C .

3.3. TRATAMENTO

3.3.1. Aplicação de aditivos

Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes aditivos alimentícios: sorbato de potássio com grau de pureza mínimo de 98,0%, eritorbato de sódio com grau de pureza mínimo de 99,0% e o cloreto de sódio com grau de pureza mínimo de 99,5%.

Os camarões foram lavados em água corrente, drenados e distribuídos em 2 grupos de congelamentos, submetidos a dez tratamentos, cujas imersões foram:

- a) Freezer: T1: controle (sem conservante), T2: Solução de sorbato de potássio a 0,1% (100 mg.kg^{-1}), T3: Solução de sorbato de potássio a 0,3% (300 mg.kg^{-1}), T4: Mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,1% (100 mg.kg^{-1}) e T5: Mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,3% (300 mg.kg^{-1}).
- b) Túnel de congelamento: T6: controle (sem conservante), T7: Solução de sorbato de potássio a 0,1% (100 mg.kg^{-1}), T8: Solução de sorbato de potássio a 0,3% (300 mg.kg^{-1}), T9: Mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,1% (100 mg.kg^{-1}) e T10: Mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,3% (300 mg.kg^{-1}).

3.3.2. Congelamento das amostras

Os camarões foram colocados em sacos plásticos com fecho e submetidos aos seguintes congelamentos: congelamento lento em freezer doméstico à (-18°C) – FREEZER e congelamento rápido em túnel de congelamento a (-34°C) – TÚNEL DE CONGELAMENTO. As amostras congeladas foram armazenadas à -18°C durante o período de 60 dias e analisadas em intervalos de 20 dias sendo descongeladas sob refrigeração (4°C) por 24 horas para realização das análises.

3.4. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Foram realizadas análises das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) e avaliação de bases voláteis totais (BVT), potencial hidrogeniônico (pH), cor, textura, capacidade de retenção de água (CRA), Atividade de água (Aa), composição centesimal e rendimento na cocção. As análises foram todas realizadas em triplicata para maior confiabilidade dos resultados.

3.4.1 Quantificação das bases voláteis totais (BVT)

O método tomou como base a extração de materiais solúveis presentes no músculo, com o TCA (ácido tricloroacético), o qual precipita as proteínas e deixa os compostos nitrogenados em solução. As análises foram determinadas conforme equação 1, em triplicatas, de acordo com o método Contreras-Gúzman (1988). Utilizou-se 20g da amostra homogeneizada, que após a precipitação do nitrogênio protéico com 120 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 5%, foi filtrada em filtro qualitativo, resultando em um extrato contendo o nitrogênio volátil. Então, 20 mL do extrato filtrado foi alcalinizado com hidróxido de sódio (NaOH) 2M e destilado a vapor, utilizando-se um destilador micro-Kjeldahl (Tecnal, Brasil). O destilado foi recebido em solução de ácido bórico, até um volume aproximado de 50 mL e, sequencialmente, titulado com solução de ácido padronizado (HCl 0,01N), em presença do indicador misto (vermelho de metila + verde de bromocresol), até a viragem da cor amarela para a cor rosa. Resultando no teor de nitrogênio proveniente de substâncias básicas voláteis totais (BVT), como amônia e aminas de cadeia curta, que se acumulam no músculo do pescado após a morte. Os resultados dos vários compostos foram expressos em mg.

$$BVT = \frac{V \times N \times 14 \times 100 \times 134}{20 \times 20} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

V = mL de solução de HCl 0,01N gastos na titulação;

N = normalidade da solução de ácido clorídrico 0,01N;

14 = equivalente grama do nitrogênio;

134 = Fração Líquida Total;

20 = 20 g de pescado extraído com 120 mL de TCA;

20 = 20 g contribuiriam com 14g de água.

Fonte: Contreras-Gúzman (1988).

3.4.2 Avaliação de TBARS

O número de TBARS foi determinado para as amostras cruas e quantificado de acordo com o método proposto por Vyncke (1970), no qual 10g da amostra triturada foi pesada em balança analítica e adicionada 50 mL de TCA 7,5 % e homogeneizado por 5 minutos. Logo após, o filtrado em papel de filtro qualitativo, foi recolhido em balão volumétrico de 50 mL e completando até altura do menisco com TCA 7,5%. A mistura foi centrifugada e 5 mL do sobrenadante adicionado a um tubo de ensaio contendo 5 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02 M. Foi feito um branco com 5 mL de TBA e 5 mL de TCA para calibrar o espectro. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 10 minutos, logo após deixo-os esfriar em gelo, em seguida foram lido os valores em espectrofotômetro a 532 nm. Procedeu-se com as mesmas etapas descritas para a construção da curva padrão. A concentração em mg malonaldeído por kg de amostra foi determinada pela equação obtida com a curva padrão de 1,1,3,3-tetrametoxipropano. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra.

Para o calculo do numero de TBA, tomou-se o dado de recuperação do malonaldeído equação 3, substituindo na formula da equação 2.

$$N^{\circ} \text{ de TBA} = \text{absorbância (538nm)} \times k \quad \text{Equação 2}$$

$$k = \frac{S}{A} \times MW \times \frac{10^6}{E} \times \frac{100}{P} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

P = Percentual de recuperação do malonaldeído (%);

S = Concentração padrão = 3×10^{-9} ;

A = Absorbância em 532 nm;

MW = Peso Molecular = $72,063(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$;

E = Amostra equivalente = 1g;

Fonte: Vyncke (1970).

3.4.3 Determinação do pH

O pH foi medido utilizando-se um potenciômetro, devidamente calibrado, pela imersão do eletrodo em solução tampão pH 4,01 até a estabilização do mesmo, posteriormente, esse procedimento foi adotado para solução tampão de pH 7,00 (AOAC, 2000).

3.4.4 Avaliação da cor

As análises foram realizadas em triplicata, sendo a análise de cor realizada utilizando-se um colorímetro digital Color Quest XE (Modelo CQX3725), utilizando-se o sistema CIELAB. Neste sistema, o espaço colorimétrico é definido por L^* , a^* e b^* , sendo L^* a coordenada que corresponde à luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* , cromaticidade verde (-)/vermelho (+) e b^* , cromaticidade azul (-)/amarelo (+) respectivamente. Estes atributos caracterizam a escala de componentes da cor, onde os pontos seguem um mesmo espaço tridimensional, de tal forma que, conjuntamente, representam às cores observadas pelo olho humano.

3.4.5 Textura

As análises de textura foram determinadas em amostras cruas utilizando o texturômetro universal CT3 Texture Analyzer (Modelo CT3-1000). O teste foi realizado com velocidades de 5 mm.s⁻¹, 2 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹ para pré-teste, do teste e pós-teste, respectivamente, usando a distância de 22 mm. Empregou-se a probe Warner-Bratzler (TA7), utilizando célula de carga de 25 Kg. A força máxima de cisalhamento, em Kg, foi automaticamente determinada pelo software Texture Pro. O resultado da textura foi expresso em Quilograma-força (Kgf).

3.4.6 Capacidade de retenção de água (CRA)

Foi determinada segundo a metodologia proposta por Berry (1997), onde cerca de 1 g da amostra em análise foi colocada entre duas folhas de papel-filtro, as mesmas foram previamente secas até peso constante em estufa a 105°C. O conjunto foi colocado sob um peso de 10 kg por

cerca de 10 minutos. Logo após, a amostra foi retirada e novamente pesada para calcular a diferença entre o peso inicial (Pi) e peso final (Pf). O percentual para a capacidade de retenção de água foi determinada conforme Hofmann *et al.* (1982).

3.4.7 Atividade de água (Aa)

Foi realizada de acordo com o método 978.18, descrito pelo AOAC (2000), utilizando-se um aparelho AQUALAB serie 4TE.

3.4.8 Composição centesimal

As análises de umidade, cinza, lipídios e proteínas foram realizadas de acordo com AOAC (2000).

3.4.8.1 Umidade

A Umidade foi determinada por perda de peso da amostra em estufa a 105°C, até peso constante, de acordo com a AOAC (2000).

3.4.8.2 Cinza

O teor de cinzas foi determinado pela calcinação da matéria orgânica, em forno mufla a 550°C.

3.4.8.3 Lipídios

Os lipídeos foram extraídos com clorofórmio/metanol (2:1), segundo Folch, Less e Stanley (1957).

3.4.8.4 Proteína

A quantidade de proteína foi determinada mediante a determinação de nitrogênio total, pelo método de micro kjeldahl, e convertido em proteína multiplicando-se o valor obtido pelo fator 6,25.

3.4.9 Rendimento na cocção

As amostras foram aquecidas até que a temperatura do seu centro geométrico atinja 71°C. O calculo do percentual foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e a cozida (SEABRA *et al.*, 2002).

3.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas realizadas foram a contagem de coliformes totais e fecais, pesquisa de *Salmonella spp*, contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo, de acordo com os critérios estabelecidos pela Legislação Brasileira, Resolução - RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) e Silva *et al.* (2001). Todas as análises seguiram o método preconizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conforme descrito a seguir:

3.5.1 Preparo das amostras

Após as amostras terem sido descongeladas em temperatura ambiente, foram pesadas 25 g de cada amostra e transferidas assepticamente para frascos contendo 225 mL de água peptonada estéril (diluição 10^{-1}). A partir dessa diluição, foram feitas as diluições seriadas até 10^{-3} com o mesmo diluente.

3.5.2 Pesquisa de coliformes totais e fecais

Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram inoculadas em séries de três tubos contendo 9 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubo de Duhran invertido (teste presuntivo). Os tubos foram incubados a 35 °C por 24-48 horas. A partir dos tubos com leitura positiva (turbvação e formação de gás), foram realizados os testes confirmativos para coliformes totais em caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) a 35 °C por 24-48 horas e coliformes termotolerantes em caldo *Escherichia coli* (EC) a 45,5 °C por 24 horas. Os valores de NMP.g⁻¹ foram calculados de acordo com Silva *et al.* (2001).

Para confirmação da presença de *Escherichia coli*, uma alçada de tubos contendo caldo EC que apresentavam turbidez, com ou sem produção de gás no interior do tubo de Durhan, foi semeada em placas de Petri contendo Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB). As placas foram incubadas a 35 °C por 24-48 horas.

3.5.3 Pesquisa de *Salmonella spp.*

Para a pesquisa de *Salmonella spp.* foi realizado o processo de pré-enriquecimento da amostra, adicionando-se 25g desta em 225 mL de água peptonada. A amostra foi homogeneizada e incubada a 37°C por 24 horas. A partir do pré-enriquecimento, foram inoculados 1 mL de cada diluição para tubos contendo 10 mL de caldo Tetrationato (TT) e caldo Selenito Cistina (SC) seguida de incubação dos tubos a 35°C por 24h. A partir dos caldos seletivos de enriquecimento, foram inoculadas uma alçada de cada tubo em placas de ágar Xilose Lisina-Desoxicolato (ágar XLD) e Bismuto Sulfito. As placas foram incubadas invertidas a 37°C por 48h. Colônias típicas foram inoculadas em tubos contendo ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e ágar Lisina Ferro (LIA). Os tubos foram incubados a 37°C por 24h. O resultado é qualitativo, baseando-se na presença ou ausência do microrganismo em 25g da amostra.

3.5.4 Contagem de *Staphylococcus aureus*

Utilizaram-se alíquotas de 25g de cada amostra de camarão, às quais foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada 0,1%. Fez-se a homogeneização e prepararam-se as

diluições decimais. Foi semeado sobre superfície de ágar Baird-Parker, em duplicata, 0,1 mL da diluição 10^{-1} e da diluição 10^{-2} . Com auxílio de alça de drigalski, o inóculo foi cuidadosamente espalhado por toda a superfície do meio até a total absorção. Posteriormente, as placas foram incubadas a 37°C por 24-48 horas. Após a incubação, colônias típicas pequenas, pretas, brilhantes, lisas, convexas e com halo transparente foram contadas e submetidas às provas de produção das enzimas catalase e coagulase.

4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística dos resultados das análises físicas, químicas de frescor e sensoriais foram conduzidas utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC), por meio de análise de variância (ANOVA), os dados foram analisados em função do tempo de armazenamento e para comparação das médias, as mesmas foram submetidas ao Teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o Software SISVAR (FERREIRA, 2014).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. V. *et al.* Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. **Química Nova na Escola**, Vol. 34, N° 2, p. 51-57, MAIO 2012.
- ALVES, C. L; Carvalho, F. de L. N; Guerra, C. G; Araújo, W. M. C. Comercialização de Pescado no Distrito Federal: Avaliação das condições. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 102/103, p. 41- 49, dez. 2002.
- AGNESE, P. A. de; OLIVEIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. A.. Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas e Enumeração de Coliformes Fecais e Totais, em Peixe Fresco Comercializado no Município de Soropédica, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13 , n. 88, p. 67 – 70, set. 2001.
- AMARAL, G.V., FREITAS, D. G. C. Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.43, n.11, nov. 2013.
- ANDRADE, G. Q., BISPO, E. S., DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p. 721-726, 2009.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis. Washington D.C.: AOAC, 2000, p. 1018.

ARAÚJO, I. W. F. de, **Avaliação da qualidade do camarão *Litopenaeus vannamei* tratado com inibidores de melanose e estocado no gelo**. 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceara, fortaleza (CE), 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referência: elaboração. Rio de Janeiro, 2002, p. 24.

ASSUNÇÃO, A. S. A. **Composição Centesimal, Colesterol e Maturação Ovariana do *Acetes marinus* Omori, 1975 Coletado no Baixo Tocantins**. 2007. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2007.

BAIXAS-NOGUERAS, S. *et al.* Trimethylamine and total volatile basic nitrogen determination by flow injection/gas diffusion in mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 49, p. 1681-1686, 2001.

BERRY, B. W. Sodium Alginate Plus Modified Tapioca Starch Improves Properties of Low-Fat Beef Patties. **Sensory Evaluation**, v. 62, n. 6, p. 1245–1249, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Aprovado pelo Decreto nº 30.69, de 29-03-52, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, nº 1.812 de 08-02-96 e nº 2.244 de 04-06-97. Brasília/DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Brasília/DF, 28 out. 1997.

BRASIL. Portaria nº 185 de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova o **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (inteiro e eviscerado)**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 maio. 1997.

BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos**, Jan. 2001.

CADUN, A.; KIŞLA, D.; ÇAKLI, Ş. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. **Food Chemistry**, v. 109, n. 1, p. 81-87, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607012770>>. Acesso em: 17 de jun. 2016.

CAMPAÑONE, L. A.; ROCHE, L. A.; SALVADORI, V. O.; MASCHERONI, R. H. Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. **Food Science and Technology International**, 8(4): 229-238, 2002.

CARDOSO, C. L. N.; ANDRÉ, B. P. D. C. M. ; SERAFINI, B. A. Avaliação Microbiológica de Carne de Peixe Comercializada em Supermercados da Cidade de Goiânia, GO. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo. v.17, n. 109, v.17,p. 81-87, jun. 2003.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. Métodos químicos para análise do pescado. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 196-209.

COUNSELL; HORNIG, (1981 apud TRINDADE *et al.*, 2008) Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.28, n.º.1, Campinas Jan./Mar. 2008.

CRIST, A., WILLIAMS, J.B., SCHILLING, M.W., HOOD A.F., SMITH, B.S., CAMPANO, S.G. Impact of sodium lactate and vinegar derivatives on the quality of fresh Italiapork sausage links. **Meat science**, v. 98, n. 4, p. 1509-1516, 2014.

ELER, M. N., MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 33-44, 2007.

FAÇANHA, S. C.; PINHEIRO, S. M. X; ABREU, V. L. B. **Informações básicas sobre o cultivo de camarão (*Litopenaeus vannamei*)**. Fortaleza, 2001, p. 14.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre : Artmed, 2006, p. 602.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FIB - REVISTA FOODS INGREDIENTS BRASIL - n.º 18, 2011. **DOSSIÊ: CONSERVANTES**. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com>>. Acesso em: 05 de Jan. 2015.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimpre, v. 226, n. 1, p. 497-509, May 1957.

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

FREIRE, B. C. F. *et al.* Qualidade de camarão (*Litopenaeus vannamei*) minimamente processado. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.2, p.150-155, 2016.

GAMA, L.G. **Influência do Teor Residual de Sulfito Sobre a Qualidade do Camarão Marinho**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

GÓEZ, L. M. N. B. *et al.* Uso do metabissulfito de sódio metabissulfito de sódio metabissulfito de sódio no controle de micro no controle de micro no controle de microorganismos rganismos em camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 28, n. 2, p. 153-157, April/June, 2006.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato**. 2005. 170 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GONÇALVES, A. A.; GINDRI JUNIOR, C. S. G. Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) previously treated with phosphates, **International Journal of Refrigeration**, v. 31, n. 7, p. 1134-1144, 2008.

HAMADA-SATO, N. USUI, K.; KOBAYASHIA, T.; IMADA, C.; WATANABEA, E. Quality assurance of raw fish based on HACCP concept. **Food Control**, Guilford, v. 16, n. 4, p. 301-307, 2005.

HOFFMANN, K. *et al.* Neus übes die bestimmung der wasserbinding des nut hielf ilterpaperpremethods. **Fleishwirtsch**, v.62, p.87- 94, 1982.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

JIANG, S.; LEE, T. C. Effect of modified ice storage on the quality and prevention of darkening discoloration of shrimp *Solenocera prominentis*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 54, p. 1415-1422, 1988.

KIRSCHNIK, P. G., MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a -18 °C. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(1): 200-206, jan.-mar. 2009.

LIMA, A. S. **Vibrio em camarão e na água de três fazendas de carcinicultura do Ceará**. 2007. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas e Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MARTINS, W. S.; OETTERER, M. **Correlação entre o valor nutricional e o preço de oito espécies de pescado comercializadas no estado de São Paulo**. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 277-282, 2010.

MENDES, P. P. **Estatística aplicada à aquicultura**. Recife, 1999. p. 265.

NIELSEN, J. Sensory analysis of fish. In: the Final Meeting of the Concerted Action -Evaluation of Fish Freshness, 1997, Nantes. **Anais...** Nantes, 1997. p. 279-286.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed; 2005.

OGAWA, M; MAIA, E. L. **Manual da Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999.

OKPALA, C. O. R.; CHOO, W. S., DYKES, G. A. Quality and shelf life assessment of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvest and stored on ice. **LWT – Food Science and Technology**, v. 55, p. 110-116, Jan, 2014.

PRAPHAILONG, W.; FLEET, G. H. The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. **Food Microbiology**, v. 14, p. 459-468, 1997.

QADRI, F.; ALAM, M. S.; NISHIBUCHI, M.; RAHMAN, T. A.; HAQUE, N.; CHISTI, J.; KONDO, S.; SUGIYAMA, J.; BHUIYAN, N. A.; MATHAN, M. M.; SACK, D. A.; NAIR, G. B. Adaptive and Inflammatory Immune Responses in Patients Infected with Strains of *Vibrio parahaemolyticus*. **The Journal of Infectious Diseases**, v.2003, n.187, p.1085-1096, 2014.

RAHMAN, M. S. *et al.* Freezing Point: Measurement, Data and Prediction. In: RAHMAN, M. S. **Food Properties Handbook**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. p. 154-192.

REIS, J. N. P. Sustentabilidade na Produção de Camarão: O Caso da Comunidade de Requenguela, no Município de Icapuí – Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 39, nº 2, abr-jun 2008.

RIBEIRO, D. V. M. **Camarão cultivado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal da Paraíba.

ROCCO, S. C. *et al.* Ganho de peso e melhoria das características sensoriais do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (Crustácea, Decapoda) através da cura por imersão em Salmoura. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 24, p. 71-87, 1997.

ROCHA, I. P. Cultivo do Camarão Marinho: Atividade Socialmente Justa, Ambientalmente Responsável e, Economicamente Importante, de Forma Especial para o Meio Rural da Região Nordeste. **Revista ABCC**, v. 5, 2015. Disponível em: < <http://abccam.com.br/site/wpcontent/uploads/2015/05/Carcinicultura-Marinha-Brasileira-Artigo-Executivo.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

ROCHA, I. P.; ROCHA, D. M. **ANÁLISE DA PRODUÇÃO E DO MERCADO INTERNO E EXTERNO DO CAMARÃO CULTIVADO**. Disponível em: < http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2011/03/3_-_Analise_da_Producao_Mundial_do_Camarao_-_RevistaFINAL.pdf>. Acesso em: 09 maio 2016.

SANTOS, C. H. A.; LOURENÇO, J. A.; BAPTISTA, R. B.; IGARASHI, M.A. CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DO CAMARÃO-BRANCO DO PACÍFICO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) EM DIFERENTES SALINIDADES. **Revista: Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 783-789, jul./set. 2009.

SEABRA, L. M. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substituinte de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002.

SEBRAE – **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Aquicultura no Brasil**: Série estudos mercadológicos. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/\\$File/5403.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/$File/5403.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2016.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura. In: SIKORSKI, Z. E. **Tecnología de los productos del mar**: recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza: Acribia, 1994. cap. 4, p. 75- 101.

SILVA, A. F.; GODOY, L. C.; FRANCO, M. L.; ASSIS, M. F.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Avaliação Sensorial e Composição Proximal de Camarões de Água Doce *Macrobrachium rosenbergii* Defumados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 770-774, 2010.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), São Paulo, v. 71, n. 1, 2012. Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100001&lng=pt&nrm=iso> acesso em: 10 de outubro de 2016.

SOCOL, M. C. H.; OETTERER, M. Seafood as functional food. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Reading, v. 46, n. 3, p. 443-454, jun. 2003.

UNIÃO EUROPÉIA, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Decreto-Lei n° 363 19 de novembro de 1998. **Diário [da] República-I Série -A**. Disponível em <http://www.spcna.pt/download.php?path=pdfs&filename=SPCNA_20081212113453_Dec-Lei_n_363_98_de_19_11.pdf>. Acesso em: 03/08/2016.

UNIÃO EUROPÉIA. REGULAMENTO (UE) N. 1.129/2011 DA COMISSÃO de 11 de Novembro de 2011, que altera o anexo II do Regulamento (CE) n. 1.333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho mediante o estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares. **Jornal Oficial da União Europeia** Disponível em <http://www.consulai.com/newsletter/18/pdf/R_CE_1129_2011.pdf> acesso em: 03/08/2016.

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

YOKOYAMA, V. A. **Qualidade do camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* mediante a ação dos agentes antimelanóticos**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ARTIGO CIENTÍFICO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)
ARMAZENADO SOB EFEITO DO CONGELAMENTO ASSOCIADO AO USO DO
SORBATO DE POTÁSSIO

Elaborado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) ARMAZENADO SOB EFEITO DO CONGELAMENTO ASSOCIADO AO USO DO SORBATO DE POTÁSSIO

Genilson Batista de Oliveira¹, João Andrade da Silva², Marta Maria da Conceição² e José
Marcelino Oliveira Cavaleiro².

¹Discente de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Deptº de Engenharia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, UFBB, Campus I, João Pessoa, PB. E-mail: genb80@hotmail.com

²Profs. Associados do Deptº de Engenharia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, UFPB, João Pessoa, PB. E-mail: jmarcelin@uol.com.br, joaoctdr@gmail.com, martamaria8@yahoo.com

RESUMO

O cultivo de camarão é uma atividade socioeconômica em destaque no Brasil, mas devido aumento da demanda, técnicas vêm sendo aprimoradas para obtenção de um produto com qualidade. Neste aspecto, foram avaliadas amostras de camarão *Litopenaeus vannamei* congelado e imersos em alguns aditivos. As amostras foram filetadas e imersas nos seguintes tratamentos: solução de sorbato de potássio a 0,1% e 0,3% mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio) a 0,1% e 0,3% e comparadas com amostra sem aditivos (controle), em seguida, metade foi submetida a um abaixamento da temperatura por meio de um congelamento lento (freezer doméstico) a -18°C e a outra metade em congelamento rápido (túnel de congelamento) a -34°C, logo após, foram armazenadas em freezer doméstico a -18°C por um período de 60 dias. Durante o período de armazenamento, foram realizadas a cada período de 20 dias análises físicas e químicas. As amostras imersas em sorbato de potássio 0,1% apresentaram melhores resultados de pH, menor valor de BVT e manutenção da cor ($L^*/a^*/b^*$). Conclui-se que o tratamento com a solução de sorbato de potássio a 0,1% no filé de camarão influencia na qualidade do produto final.

Palavras chaves: camarão, qualidade, sorbato de potássio, congelamento.

ABSTRACT

The shrimp cultivation is an activity socioeconômica in distinction in Brazil, but proper increase of the demand, techniques are perfected for getting a product with quality. In this aspect, there were valued samples of shrimp *Litopenaeus vannamei* frozen and immersed in additive someone. The samples were filetadas and immersed in the next treatments: solution of sorbato of potassium to 0,1 % and 0,3 % mixes (sorbato of potassium, eritorbato of sodium and sodium chloride) to 0,1 % and 0,3 % and when (control) was compared with sample without additive, next, half was subjected to a lowering of the temperature through a slow freezing (domestic freezer) her-18°C and another half in quick freezing (tunnel of freezing) her-34°C, soon after, they were stored it in domestic freezer-18°C by a period of 60 days. During the storage period, physical and chemical analyses were carried out to each period of 20 days. The samples when 0,1 % was immersed in

sorbato of potassium presented better results of pH, less value of BVT and maintenance of the color ($L^*/a^*/b^*$). It is ended what the treatment with the solution of sorbato of potassium to 0,1 % influences the shrimp steak in the capacity of the final product.

Keywords: shrimp, quality, sorbato of potassium, freezing.

1. Introdução

A carcinicultura brasileira, ramo específico da aquicultura, é considerada uma atividade nova na produção de camarão marinho em laboratórios, fazenda ou viveiros afetando de forma direta ou indireta a renda e o nível de vida da população promovendo o desenvolvimento local e sustentável. No senso realizado em 2014 pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC, o Estado da Paraíba foi considerado o quinto maior produtor de camarão marinho, nesta circunstância a produtividade local foi atestada como fator de desenvolvimento regional (ROCHA, 2015).

O camarão é uma fonte alimentar de grande importância econômica, com alto valor comercial apresentando uma tendência no aumento de seu consumo. Entretanto, o consumidor precisa ficar informado que além dos benefícios nutricionais, é necessário que haja uma segurança no processamento do produto a fim de sanar doenças transmitidas por alimentos em má estado de conservação, certo que uma vez contaminado pode causar danos à saúde ou até morte. Vem sendo mencionado em algumas pesquisas sobre as dificuldades encontradas para se manter a qualidade do camarão a ser consumido, entre elas: o excesso no uso de aditivos, em evidência sulfitos na prevenção da melanose em camarões, a deficiente qualidade do camarão desembarcado e comercializado no Brasil, bem como, o manuseio inadequado dos camarões ocasionando contaminação do produto (FURLAN, 2011).

Segundo Soares e Gonçalves (2012), a avaliação da qualidade de pescados é determinada por meio de seu grau de frescor, em virtude de suas características intrínsecas, bem como também seu ambiente de vivência. Para essa avaliação, alguns parâmetros são analisados, entre eles podemos citar os testes físicos, químicos, microbiológicos e a análise sensorial. De acordo com Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997), Consideraram-se os limites de pH de 6,8 para a carne externa e de

6,5 para carne interna, valores inferiores a 30 mg N-BVT/100g de carne para base voláteis totais (BVT).

A técnica de conservação pelo frio vem sendo utilizada para conservar o alimento, pela inibição total ou parcial dos principais agentes causadores de alterações: atividade microbológica, enzimática e metabólica dos tecidos animais e vegetais após sacrifício e colheita. Este método pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado (ORDÓÑEZ, 2005). Segundo Provesi e Amante (2015), no processo de congelamento há formação de cristais de gelo que reduzem o crescimento dos microrganismos, sendo a sua destruição do tipo mecânica (destruição de organelas e membranas celulares). Para o mesmo autor, o congelamento é classificado em rápido ou lento dependendo do tamanho dos cristais de gelo e do mecânico de ação.

Outra técnica utilizada para retardar às alterações causadas por microrganismos em pescado e o uso de aditivos conservantes que reduzem, ou até mesmo eliminam, a atividade microbiana e enzimática impedindo reações químicas causadoras de alterações prejudiciais. Utiliza-se, com muita frequência, o metabissulfito de sódio para o controle da melanose em camarão e também para exercer um efeito inibidor contra a proliferação de microrganismos, porém o uso excessivo pode ocasionar alterações indesejáveis nas características sensoriais do mesmo, como o branqueamento e o enrijecimento excessivo, ou ainda a não certificação do produto para a exportação, por ultrapassar os teores máximos permitidos (IRIANTO et al., 2013). Aditivos como o ácido sorbico, eritorbato de sódio, polifosfatos, ácido cítrico e sorbitol, entre outros, vêm ganhando destaque no controle da oxidação lipídica, permitindo aumentar a estabilidade protéica de pescados durante o congelamento, funcionando como agente conservante fungicida e bactericida e ajuda na manutenção das características organolépticas dos alimentos (Kirschnik, Macedo-Viegas, 2009).

Desta forma, faz-se necessário o uso de métodos de congelamento e de aplicação de aditivos que forneçam subsídios para melhor conservar e manter a qualidade do camarão após a despesca. Estas técnicas são de grande importância para a conservação deste produto, cujo objetivo é aumentar a qualidade do setor produtivo e consequentemente permitir um aumento da receita desta atividade em desenvolvimento.

2. Materiais e métodos

2.1 Matéria-prima

Para a realização do experimento foram utilizadas amostras de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, provenientes de uma empresa produtora, localizada no Litoral Norte da Paraíba, em seguida transportado em caixas isotérmicas, contendo gelo na proporção de 2:1 (gelo: camarão), até o Centro e Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR – UFPB, para processamento e posterior realização da pesquisa. . Do total das amostras 20% em solução de sorbato de potássio a 0,1% (T2 e T7), 20% em solução de sorbato de potássio a 0,3% (T3 e T8), 20% em uma mistura na proporção (1:3) de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,1% (T4 e T9), 20% em uma mistura na proporção (1:3) de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio a 0,3% (T5 e T10), e os 20% restante dos camarões sem aplicação de nenhum aditivo (T1 e T6), todas submergida por um período de 30 minutos, e logo após submetidas ao processo de congelamento. Todas as amostras foram acondicionadas em embalagens (Cryovac BB4L), translúcidas contendo 250g de camarão.

2.2 Análises físicas e químicas

As análises físicas foram pH, realizada pelo método 947.05 (AOAC, 2000); cor, determinada pelo colorímetro Color Quest XE (Modelo CQX3725) . A leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul), foi realizada conforme CIE (1986). A textura, foi medida em texturômetro utilizando célula de carga de 25kg e programa aplicativo fornecido com o equipamento (CT3 Texture Analyzer). A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada utilizando-se a metodologia desenvolvida por Berry (1997) e rendimento na cocção conforme o método proposto por Seabra *et al.*, (2002). A atividade de água foi determinada no aparelho AQUALAB serie 4TE, seguindo metodologia AOAC (2000).

A composição centesimal das amostras foi determinada segundo metodologia da AOAC (2000). Inicialmente as amostras armazenadas a -18 °C foram descongeladas a 5 °C, a umidade foi definida por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas (método 950.46); a proteína bruta pelo

método micro Kjeldahl ($N \times 6.25$) (método 928.08); e os lipídeos estabelecidos por extração com clorofórmio e metanol, segundo a metodologia de Folch , Less e Stanley (1957).

Para quantificação de bases voláteis totais utilizou-se da metodologia proposta por Contreras-Gúzman (1988). A oxidação lipídica foi mensurada pelo teor de ácido 2-tiobarbitúrico reativo com malonaldeído conforme o método proposto por Vyncke (1970). Para uma maior confiabilidade e segurança dos dados foram feitas todas as análises realizadas em triplicada.

2.3 Análises microbiológicas

As amostras de camarão *Litopenaeus vannamei* foram enviadas para o Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa, Paraíba, onde foram realizadas as análises microbiológicas. As amostras ficaram armazenadas sob temperatura ambiente de $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ até a realização das análises.

As análises microbiológicas para determinação do número mais provável de coliformes a 45°C , contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella spp.* foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2003).

2.4 Análise estatística

A avaliação estatística dos resultados das análises físicas e químicas foi realizada pela análise de variância (ANOVA), onde as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste Tukey, para confrontar as diferenças a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$), utilizando o Software Estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. Resultados e discussão

3.1 Análises físicas e químicas

No aspecto colorimétrico os valores das amostras com e sem aditivos (tabela 1), não diferiram significativamente ($p > 0,05$) para os tratamentos empregados no tempo, com relação à

luminosidade L^* , exceto os tratamentos T2 e T4, apresentando valores que variaram de 40,18 a 50,41. A luminosidade representa o valor de L^* , cujo grau de claridade que vai de 0 (preto) a 100 (branco). Mu *et al.* (2012) relatam que valores baixos de luminosidade (L^*) são fortes indícios de escurecimentos. Desta forma o camarão avaliado neste trabalho, pode ser considerado com elevada luminosidade, tendendo a cores mais claras com tempo de armazenamento, este fato decorre da presença da água distribuída no compartimento do músculo associado com sua estrutura, fazendo com que a luz passe através da amostra contribuindo assim para o aumento de sua transparência.

O parâmetro a^* (tabela 1) mostrou uniformidade nos resultados ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo de 40 dias, com valores variando de -0,94 a 1,61. A maior intensidade da cor vermelha (a^*) foi observada no camarão imerso na solução de sorbato de potássio a 0,3% (T8), este fato, ocorreu em virtude da mistura e o sorbato de potássio ter induzido a dissociação das proteínas do caroteno, resultando na liberação de astaxantinas, pigmento vermelho do camarão *in natura*. Os valores correspondentes ao congelamento pelo freezer em sua maioria foram menores aos obtidos pelo túnel de congelamento.

A variável b^* , cuja intensidade varia da cor azul (-) e amarela (+), dos dez tratamentos aumentou ao longo do tempo e com o aumento da concentração diferindo significativamente entre as amostras ($p < 0,05$). Valores semelhantes foram encontrados por Cadun *et al.* (2008), que pesquisou o camarão (*Parapenaeus longirostris*) armazenado sob refrigeração com valores variando de 6,50 a 10,00. Queiroga *et al.* (2014) realizaram análise do camarão cozido com vários tratamentos e não encontraram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação às cores a^* e b^* , na amostra tratada com metabissulfito a 1%, com variações nos parâmetros de atmosfera modificada por 9 dias sob refrigeração, no entanto, os autores encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à luminosidade, cor L^* para as mesmas amostras.

O aumento dos valores de a^* e b^* podem ser intermediados pela geração de cristais de gelo e o aumento da força iônica nos músculos causada pela ação do sorbato de potássio. Esse fenômeno induz a desnaturação e o rompimento do complexo actina-miosina, resultando na liberação pronunciada de pigmentos livres de cor vermelha.

Para a capacidade de retenção de água (Tabela 1) não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos em função do tempo, todos os valores foram altos, deste modo foi minimizada a ocorrência de perda de peso durante o armazenamento, mantendo-se a

palatabilidade e os constituintes nutricionais do produto. As amostras imersas em solução de sorbato de potássio foram as que obtiveram maiores valores de capacidade de retenção de água em relação às demais quando congeladas em freezer doméstico, este fato está relacionado ao efeito capitalizador do sorbato de potássio e a umidade. Fato semelhante ocorreu para as amostras imersas na mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio) quando congeladas no túnel de congelamento. A diminuição da capacidade de retenção de água em um dado período de tempo nos tratamentos está diretamente ligada ao grau de desnaturação das proteínas durante o armazenamento.

Como apresentado na tabela 1, os valores de rendimento na cocção ficaram compreendidos entre 70,05 a 85,45%. Pôde-se observar que os valores não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si no intervalo de tempo de 60 dias, porém os valores das amostras imersas na mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio) foram as que apresentaram os maiores percentuais em ambos os congelamentos. Este fato está relacionado ao processo de cocção que provoca alterações nos teores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca, ocasionado pela perda de nutrientes e água durante esse processo (Rosa *et al.*, 2006).

Os valores de TBA presente no músculo das amostras durante o armazenamento aumentaram significativamente ($p < 0,05$) como se pode observar na figura 1, cujos valores médios variaram de 0,03 a 1,06 mg de malonaldeído/kg. As amostras feitas pelo controle congeladas em freezer doméstico e no túnel de congelamento obtiveram maiores valores em relação às demais amostras. Graficamente, podemos observar que as amostras imersas em solução de sorbato de potássio congeladas em freezer doméstico foram superiores às congeladas em túnel de congelamento. Fato semelhante ocorreu com as amostras imersas na mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio).

Tabela 1: Resultados das análises de cor, capacidade de retenção de água, rendimento na cocção, avaliação de TBARS e bases voláteis totais (BVT) realizadas em função do tempo em cada tratamento analisado no *Litopenaeus vannamei* congelado.

TIPO DE CONGELAMENTO										
CONGELAMENTO LENTO (FREEZER DOMÉSTICO)						CONGELAMENTO RÁPIDO (TÚNEL DE CONGELAMENTO)				
Dias	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Cor a*										
D0	-0,26 ^{Aa}	-0,51 ^{Aa}	-0,07 ^{Aba}	-0,38 ^{Aa}	-0,45 ^{Ba}	0,25 ^{Aa}	0,61 ^{Aa}	-0,48 ^{Ba}	-0,05 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}
D20	0,36 ^{Aa}	0,55 ^{Aa}	0,46 ^{Aa}	0,24 ^{Aa}	0,21 ^{Aba}	0,29 ^{Aa}	0,25 ^{Aa}	-0,36 ^{Ba}	-0,13 ^{Aa}	1,01 ^{Aa}
D40	0,29 ^{Aa}	0,01 ^{Aa}	0,02 ^{Aba}	-0,36 ^{Aa}	0,62 ^{Aa}	-0,24 ^{Aa}	0,13 ^{Aa}	1,42 ^{Aa}	-0,28 ^{Aa}	0,86 ^{Aa}
D60	-0,81 ^{Ac}	0,36 ^{Aabc}	-0,94 ^{Bc}	-0,37 ^{Abc}	-0,59 ^{Bc}	0,13 ^{Abc}	0,04 ^{Abc}	1,61 ^{Aa}	1,05 ^{Aab}	0,05 ^{Abc}
Cor b*										
D0	5,90 ^{Cbcd}	5,66 ^{Ccd}	7,34 ^{Babc}	8,15 ^{Aba}	6,77 ^{Cabcd}	6,17 ^{Bbcd}	5,36 ^{Bd}	7,20 ^{Aabc}	7,63 ^{Bab}	7,10 ^{Cabcd}
D20	6,37 ^{BCab}	6,39 ^{BCab}	7,03 ^{Ba}	7,01 ^{Ba}	6,36 ^{Cab}	7,20 ^{ABA}	5,74 ^{Bb}	6,82 ^{Aab}	7,41 ^{Ba}	6,67 ^{Cab}
D40	7,34 ^{Aba}	7,57 ^{Aba}	7,51 ^{Ba}	7,87 ^{Aba}	8,29 ^{Ba}	8,18 ^{Aa}	7,45 ^{Aa}	7,60 ^{Aa}	8,10 ^{ABA}	8,08 ^{Ba}
D60	8,33 ^{ABbc}	7,76 ^{Ac}	9,22 ^{Aab}	9,02 ^{Aabc}	9,89 ^{Aa}	8,43 ^{Abc}	7,92 ^{Abc}	7,85 ^{Ac}	9,26 ^{Aab}	9,86 ^{Aa}
Cor L*										
D0	41,13 ^{Ab}	44,57 ^{Aab}	44,61 ^{Aab}	48,12 ^{Aa}	47,46 ^{Aab}	45,35 ^{Aab}	45,51 ^{Aab}	44,53 ^{Aab}	45,17 ^{Aab}	48,64 ^{Aa}
D20	40,77 ^{Abc}	40,27 ^{Bc}	42,51 ^{Abc}	42,95 ^{ABbc}	42,44 ^{Abc}	46,02 ^{Aab}	44,90 ^{Abc}	44,33 ^{Abc}	42,47 ^{Abc}	50,41 ^{Aa}
D40	41,37 ^{Aa}	42,12 ^{Aba}	43,50 ^{Aa}	41,36 ^{Ba}	43,75 ^{Aa}	44,75 ^{Aab}	42,01 ^{Aa}	46,28 ^{Aa}	43,73 ^{Aa}	43,62 ^{Aa}
D60	43,18 ^{Aa}	40,18 ^{Ba}	41,52 ^{Aa}	43,65 ^{Aba}	42,53 ^{Aa}	40,22 ^{Ba}	43,51 ^{Aa}	44,55 ^{Aa}	42,96 ^{Aa}	45,87 ^{Aa}
CRA										
D0	97,49 ^{Aa}	97,86 ^{Aa}	98,08 ^{Aa}	97,33 ^{Aa}	97,59 ^{Aa}	97,58 ^{Aa}	97,51 ^{Aa}	98,73 ^{Aa}	96,87 ^{Ba}	98,01 ^{Aa}
D20	97,17 ^{Aa}	97,91 ^{Aa}	98,24 ^{Aa}	96,55 ^{Aa}	95,05 ^{Aa}	96,85 ^{Aa}	96,26 ^{Aa}	97,08 ^{Aa}	97,28 ^{ABA}	98,35 ^{Aa}
D40	95,16 ^{Aa}	97,44 ^{Aa}	97,21 ^{Aa}	97,23 ^{Aa}	97,14 ^{Aa}	96,72 ^{Aa}	97,36 ^{Aa}	97,65 ^{Aa}	97,17 ^{Ba}	96,96 ^{Aa}
D60	96,97 ^{Aab}	96,99 ^{Aab}	98,00 ^{Aab}	97,69 ^{Aab}	97,42 ^{Aab}	96,35 ^{Ab}	97,41 ^{Aab}	96,96 ^{Aab}	98,63 ^{Aa}	97,46 ^{Aab}
RC										
D0	70,05 ^{Aa}	73,81 ^{Aa}	75,48 ^{Ba}	74,18 ^{Ca}	75,04 ^{Ca}	70,65 ^{Aa}	74,74 ^{Aa}	76,63 ^{Aa}	76,07 ^{Aa}	76,32 ^{Aa}
D20	72,85 ^{Ab}	75,49 ^{ABab}	77,32 ^{Aba}	77,44 ^{BCa}	76,65 ^{Cab}	73,20 ^{Ab}	75,11 ^{ABab}	77,67 ^{Aa}	77,62 ^{Aa}	78,53 ^{Aa}
D40	74,52 ^{Abc}	78,28 ^{Aabc}	81,00 ^{ABab}	80,42 ^{ABabc}	82,54 ^{Ba}	74,15 ^{Ac}	77,25 ^{Aabc}	81,09 ^{Aab}	82,95 ^{Aa}	81,09 ^{Aab}
D60	77,15 ^{Aab}	82,02 ^{Aab}	84,00 ^{Aa}	83,82 ^{Aab}	85,45 ^{Aa}	74,93 ^{Ab}	78,53 ^{Aab}	80,78 ^{Aab}	82,56 ^{Aab}	83,93 ^{Aab}
TBA										
D0	0,07 ^{Da}	0,04 ^{Cbc}	0,05 ^{Cabc}	0,04 ^{Bbc}	0,05 ^{Cabc}	0,06 ^{Dabc}	0,07 ^{ABab}	0,05 ^{Babc}	0,03 ^{Bc}	0,05 ^{Babc}
D20	0,21 ^{Ca}	0,07 ^{BCbc}	0,06 ^{CBcd}	0,06 ^{Bbcd}	0,09 ^{Cb}	0,20 ^{Ca}	0,07 ^{ABbc}	0,09 ^{Bbc}	0,04 ^{Bcd}	0,02 ^{Bd}
D40	0,72 ^{Ba}	0,15 ^{Bc}	0,13 ^{Bcd}	0,16 ^{Ac}	0,15 ^{Bc}	0,52 ^{Bb}	0,05 ^{Bd}	0,22 ^{Ac}	0,18 ^{Ac}	0,16 ^{Ac}
D60	1,06 ^{Aa}	0,28 ^{Ab}	0,32 ^{Ab}	0,19 ^{Abc}	0,24 ^{Abc}	0,95 ^{Aa}	0,13 ^{Ac}	0,30 ^{Ab}	0,13 ^{Ac}	0,11 ^{Ac}
BVT										
D0	6,41 ^{Da}	7,04 ^{Ca}	7,82 ^{Ca}	7,50 ^{Ca}	5,94 ^{Ba}	6,41 ^{Ca}	7,04 ^{Ba}	6,57 ^{Ca}	5,63 ^{Ca}	6,41 ^{Ca}
D20	9,85 ^{Ca}	7,66 ^{Ca}	8,60 ^{BCa}	7,82 ^{BCa}	7,50 ^{Ba}	9,22 ^{Ba}	8,44 ^{Ba}	8,13 ^{BCa}	7,97 ^{Ba}	7,50 ^{BCa}
D40	14,07 ^{Ba}	10,01 ^{Bbc}	9,38 ^{Bc}	9,69 ^{Abc}	9,85 ^{Abc}	11,41 ^{Bb}	8,60 ^{Bc}	8,44 ^{Bc}	8,75 ^{Bc}	9,38 ^{Abc}
D60	19,23 ^{Aa}	11,73 ^{Abc}	10,79 ^{Abc}	10,32 ^{Ac}	10,94 ^{Abc}	15,95 ^{Aa}	11,26 ^{Abc}	10,94 ^{Abc}	12,19 ^{Ac}	11,26 ^{Abc}

Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5%, Letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferença entre tempos pelo teste de Tukey a 5%, T1 - camarão feito pela amostra controle congelado no freezer; T2 - camarão com sorbato de potássio 0,1% congelado no freezer; T3 - camarão com sorbato de potássio 0,3% congelado no freezer; T4 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,1% congelado no freezer; T5 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,3% congelado no freezer. T6- camarão feito pela amostra controle congelado no túnel de congelamento; T7 - camarão com sorbato de potássio 0,1% no túnel de congelamento; T8 - camarão com sorbato de potássio 0,3% no túnel de congelamento; T9 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,1% no túnel de congelamento; T10 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,3% no túnel de congelamento.

Fonte: Dados da pesquisa.

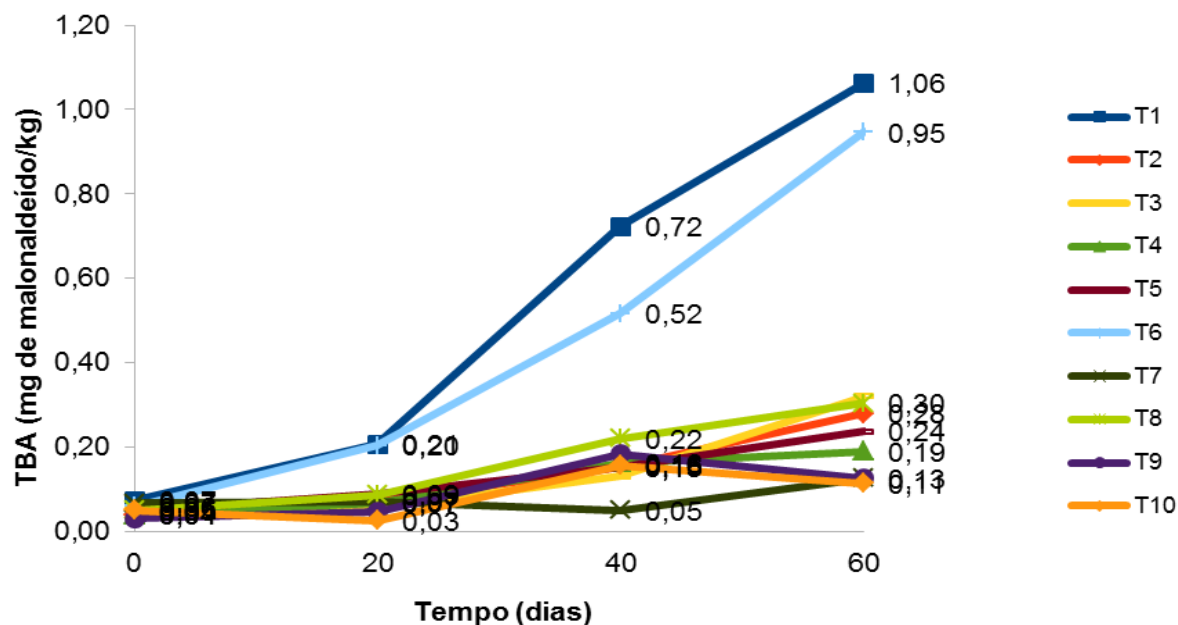


Figura 1. Comportamento dos valores médios de TBA do camarão *Litopenaeus vannamei* armazenado sob congelamento por 60 dias.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tsironi *et al.* (2009) encontraram valores de 0,22 e 0,25mg malonaldeído/kg em camarão congelado a -12°C e -15°C , respectivamente. Cadun *et al.* (2008) relata que uma matriz alimentar pode ser considerada em bom estado, apresentando valores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg de amostra, sendo os limites de oxidação lipídica para o consumo de 7-8 mg de malonaldeído/kg no alimento.

Os valores de BVT das amostras demonstrados na tabela 1 aumentaram significativamente ($p < 0,05$) ao longo do período de armazenamento. As amostras feita pelo controle atingiu 19,23 mg N/100g quando congeladas no freezer doméstico e 15,95 mg N/100g quando congeladas em túnel de congelamento no 60º dia. Para todas as amostras, os valores variaram de 5,63 a 19,23 mg N/100g, conforme apresentada na figura 2. Podemos observar que as amostras imersas na solução de sorbato de potássio e congeladas em túnel de congelamento, foram as que obtiveram menores índices de BVT, indicando melhor desempenho em termos de qualidade.

Queiroga *et al.* (2014), encontraram valores de até 16,02 mg N/100g do camarão *Litopenaeus vannamei* em três tipos de congelamentos, por período de 90 dias. Segundo Bono *et al.* (2012) os níveis de BVT estocados a -18°C chegaram até 86 mg N/100g após oito meses de estocagem. Por um período de oito meses, o camarão da mesma espécie, armazenado a -15°C ,

foi avaliado por Tsironi *et al.* (2009), encontrando valores de até 25 mg N/100g. Os valores de BVT encontrados no presente pesquisa, foram inferiores aos obtidos por Odoli (2009), que encontrou teores de BVT de 21,3 mg N/100g aos 20 dias de estocagem de filés de tilápia em armazenamento refrigerado.

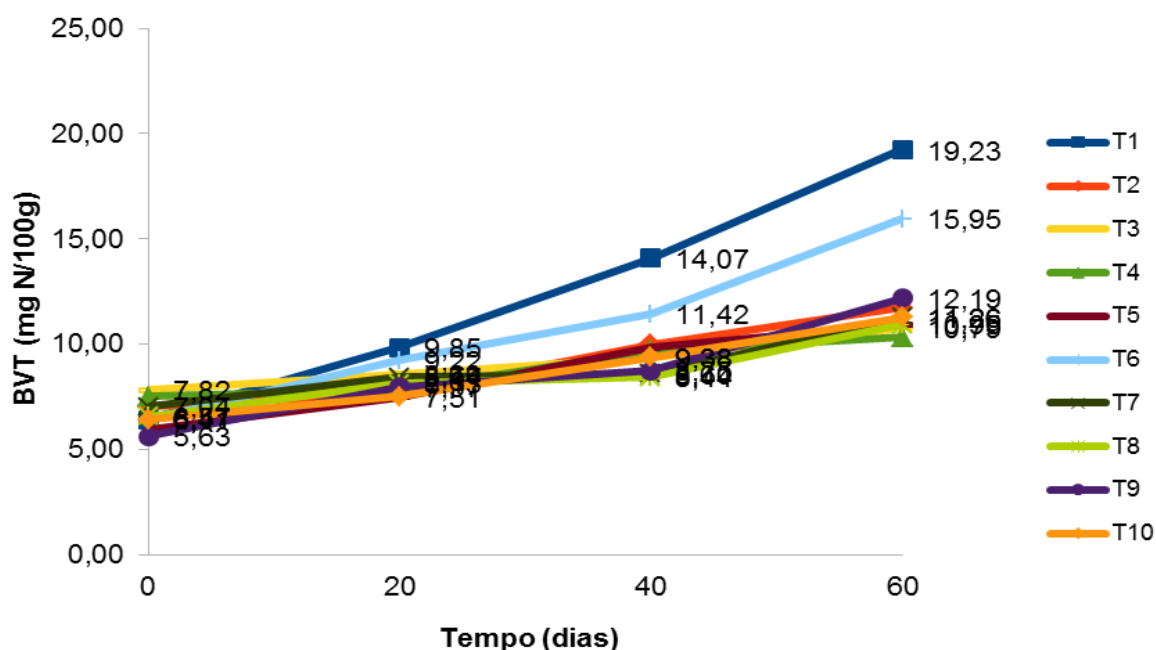


Figura 2. Comportamento dos valores médios de BVT do camarão *Litopenaeus vannamei* congelados e armazenados por um período de 60 dias.

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Sikorski *et al.* (1994), utiliza-se frequentemente índices químicos para determinar o frescor de pescados, esses são indiretamente relacionados com atividade microbiana, entre eles destacam-se BVT, TMA (trimetilamina), ácidos voláteis e NNP. Segundo Sikorski (1994) e Brasil (1997), o limite de aceitação de BVT para pescado é 30mg N/100g. Neste contexto, verificou-se que a ação de aditivos conservante e o emprego do frio permitem um maior prolongamento de sua vida útil.

Houveram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos para os valores médios de pH que variaram de 6,55 a 7,20, respectivamente, como mostrado na figura 3. Entre os tratamentos, as amostras contendo sorbato de potássio foram as que obtiveram melhores êxito no controle de pH, demonstrando que o efeito do sorbato de potássio é imediato, quando aumentamos a sua concentração e diminuimos a temperatura do meio. Os valores de pH aumentaram com o tempo, possivelmente devido às reações bioquímicas, uma vez que ocorreram aumentos

gradativos nos teóres de BVT, presente no músculo do camarão pesquisado, o que provavelmente deveria ter elevado os valores de pH. Segundo Jay (2005), o aumento do pH causado pelos compostos aminados pode favorecer ainda mais o desenvolvimento microbiano no pescado pela aproximação do valor de pH 7,0, considerado ótimo para o crescimento de microrganismos.

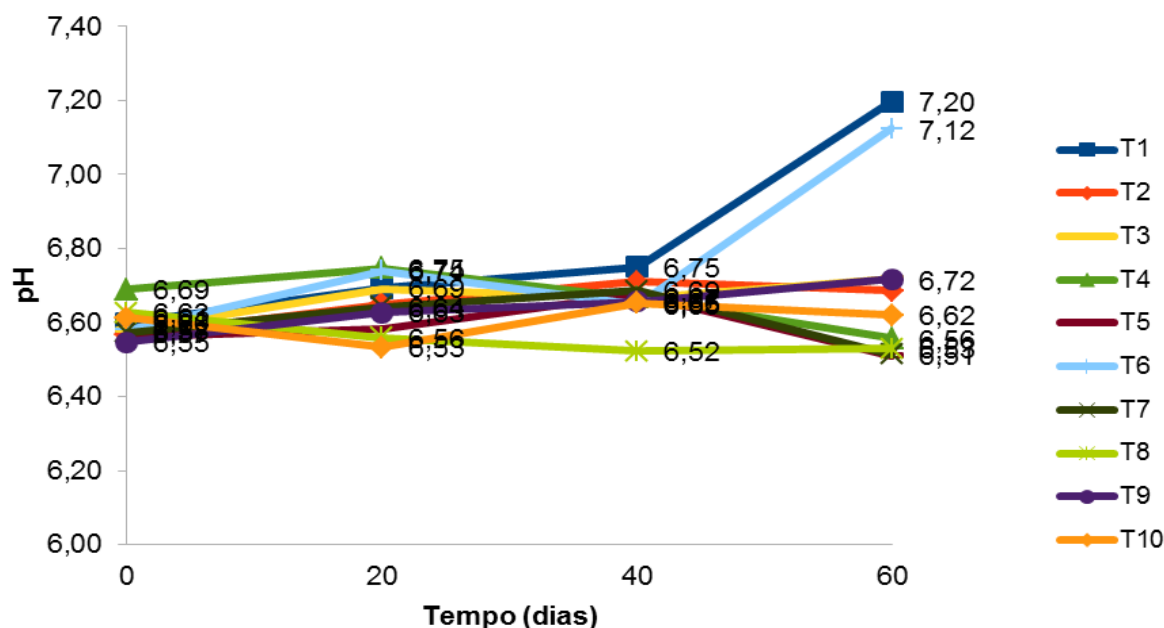


Figura 3. Valores médios de pH em função do tempo de cada tratamento do camarão *Litopenaeus vannamei* congelado.

Fonte: Dados da pesquisa.

Estes valores foram semelhantes ao encontrado por Queiroga *et al.* (2014) em camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, apresentando pH variando de 6,69 a 7,25. Tsironi *et al.* (2009) ao avaliarem a vida de prateleira do camarão congelado em diferentes temperaturas, relataram pH inicial de 6,95 aumentando para 7,93 e 7,85 após 39 dias (-12 °C) e 74 dias (-15 °C).

Segundo Tavares *et al.* (1988) o limite do valor de pH da carne externa inferior a 6,8 e da carne interna, inferior a 6,5 nos peixes. Gryscek *et al.* (2003) consideram que o valor do pH de um pescado durante o armazenamento, sob congelamento, depende dos seguintes fatores: temperatura de estocagem, composição em sais, estado fisiológico, poder tampão das proteínas e ação enzimática.

Entre os valores analisados não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto à textura (Tabela 2) variando de 1,28 a 7,16 kgf, porém a partir do 20º dia,

ocorreram aumentos nos seus valores até o 60º dia, este fato advém de variações ocorridas no pH e BVT das amostras, causando modificações nas estruturas desses pescados provocando mudanças em sua solubilidade com a formação de agregados e proteínas que afetam as propriedades reológicas. Estes valores foram semelhantes ao encontrado por Queiroga *et al.* (2014) em camarão da espécie *Litopenaeus vannamei*, apresentando textura variando de 0,09 a 11,35 Kgf.

Não houveram diferenças significativas ($p>0,05$) entre as amostras analisadas para atividade de água ($p>0,05$) ao longo do tempo de armazenamento, entre os métodos de congelamento e quando imersos na soluções de sorbato de potássio e na solução da mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio) quando comparados com a amostra controle. Observou-se que o menor e o maior valor encontrado foram 0,97 a 0,99%, respectivamente. Silva *et al.* (1997) relata que o pescado fresco que possui atividade de água variando entre 0,98 e 0,99, esta em uma faixa excelente para a multiplicação da grande maioria das bactérias, sendo 0,60, o valor de Aa limitante para multiplicação de qualquer. Podemos perceber que a conservação do camarão pelo congelamento ocorre devido à combinação de baixas temperaturas e a redução de atividade de água. Quando feito por meio de técnicas adequadas, nos alimentos ocorrem apenas pequenas mudanças nas suas características sensoriais ou na qualidade nutricional.

A umidade representa um fator de grande importância no crescimento dos microrganismos podendo aumentar ou diminuir a quantidade de microrganismos na amostra, sendo que cada alimento possui um grau de saturação de umidade próprio, podendo ser determinado experimentalmente. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) no teor de umidade, os quais variaram de 73,44 a 78,92%, ao longo do período de armazenamento.

Tabela 2: Resultados das análises de pH, textura, atividade de água, umidade, proteína, lipídeos e cinzas realizadas em função do tempo em cada tratamento analisado no *Litopenaeus vannamei* congelado.

TIPO DE CONGELAMENTO										
CONGELAMENTO LENTO (FREEZER DOMÉSTICO)						CONGELAMENTO RÁPIDO (TÚNEL DE CONGELAMENTO)				
Dias	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
pH										
D0	6,60 ^{Ba}	6,57 ^{Ba}	6,58 ^{Ba}	6,69 ^{ABa}	6,56 ^{Ba}	6,58 ^{Ca}	6,57 ^{BCa}	6,63 ^{Aa}	6,55 ^{Ba}	6,61 ^{Aa}
D20	6,69 ^{Bab}	6,65 ^{ABabc}	6,69 ^{ABabC}	6,75 ^{Aa}	6,58 ^{ABbc}	6,74 ^{Ba}	6,64 ^{ABabc}	6,56 ^{ABbc}	6,63 ^{ABabc}	6,53 ^{Ac}
D40	6,75 ^{Ba}	6,71 ^{Aa}	6,67 ^{Aba}	6,67 ^{ABa}	6,68 ^{Aa}	6,65 ^{BCa}	6,69 ^{Aa}	6,52 ^{Bb}	6,66 ^{Aa}	6,65 ^{Aa}
D60	7,20 ^{Aa}	6,69 ^{Abc}	6,72 ^{Ab}	6,56 ^{Bbc}	6,51 ^{Bc}	7,12 ^{Aa}	6,51 ^{Cc}	6,53 ^{Abc}	6,72 ^{Ab}	6,62 ^{Abc}
Textura (Kgf)										
D0	1,59 ^{Ca}	1,69 ^{Ca}	2,08 ^{Ba}	1,39 ^{Ca}	1,28 ^{Ca}	1,43 ^{Da}	1,39 ^{Ca}	1,73 ^{Ba}	2,10 ^{Ba}	1,84 ^{Ca}
D20	2,32 ^{Ca}	1,73 ^{Ca}	2,28 ^{Ba}	1,57 ^{Ca}	1,59 ^{Ca}	1,98 ^{Ca}	2,22 ^{Ba}	1,79 ^{Ba}	1,65 ^{Ba}	1,96 ^{Ca}
D40	4,89 ^{Ba}	2,79 ^{Bcd}	2,39 ^{Bd}	3,24 ^{Bbc}	3,37 ^{Bbc}	4,22 ^{Bb}	3,49 ^{Ac}	3,30 ^{Abc}	3,16 ^{Abc}	3,14 ^{Bbc}
D60	6,83 ^{Aa}	4,22 ^{Abc}	4,24 ^{Abc}	4,26 ^{Abc}	4,57 ^{Ab}	7,16 ^{Aa}	3,92 ^{Abcd}	3,71 ^{Ac}	3,51 ^{Ac}	3,98 ^{Abcd}
Aa										
D0	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}
D20	0,98 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}
D40	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}
D60	0,97 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,97 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}
UMIDADE										
D0	74,28 ^{Aa}	74,83 ^{Aa}	75,24 ^{ABa}	74,51 ^{Ba}	74,27 ^{Ba}	74,45 ^{Aa}	73,44 ^{Ba}	73,70 ^{Ba}	73,91 ^{Ba}	74,85 ^{Ca}
D20	73,80 ^{Aa}	74,62 ^{Aa}	75,25 ^{ABa}	75,43 ^{Ba}	75,86 ^{ABa}	75,76 ^{Aa}	75,57 ^{ABa}	75,87 ^{ABa}	75,22 ^{BCa}	75,42 ^{BCa}
D40	75,32 ^{Aa}	75,97 ^{Aa}	74,45 ^{Ba}	75,56 ^{Ba}	75,38 ^{ABa}	76,53 ^{Aa}	77,42 ^{Aa}	76,04 ^{ABa}	76,73 ^{ABa}	77,46 ^{ABa}
D60	77,68 ^{Aa}	77,65 ^{Aa}	77,98 ^{Aa}	78,64 ^{Aa}	78,53 ^{Aa}	76,78 ^{Aa}	76,66 ^{ABa}	78,02 ^{Aa}	78,08 ^{Aa}	78,92 ^{Aa}
PROTEÍNA										
D0	21,28 ^{Aa}	21,14 ^{Aa}	20,19 ^{Aab}	20,74 ^{Aa}	21,15 ^{Aa}	21,36 ^{Aa}	18,47 ^{Ab}	18,42 ^{Ab}	19,55 ^{Aab}	20,06 ^{Aab}
D20	21,28 ^{Aa}	19,83 ^{Aa}	20,39 ^{Aa}	20,79 ^{Aa}	21,04 ^{Aa}	20,37 ^{Aa}	19,74 ^{Aa}	21,27 ^{Aa}	21,10 ^{Aa}	21,33 ^{Aa}
D40	21,28 ^{Aa}	21,30 ^{Aa}	20,70 ^{Aa}	22,31 ^{Aa}	21,35 ^{Aa}	22,04 ^{Aa}	21,25 ^{Aa}	21,33 ^{Aa}	20,77 ^{Aa}	20,31 ^{Aa}
D60	21,28 ^{Aa}	19,48 ^{Aa}	19,76 ^{Aa}	21,46 ^{Aa}	21,07 ^{Aa}	21,34 ^{Aa}	22,11 ^{Aa}	19,95 ^{Aa}	20,61 ^{Aa}	20,31 ^{Aa}
LIPÍDEOS										
D0	1,40 ^{Aab}	1,76 ^{Aab}	2,27 ^{Aab}	1,92 ^{Aab}	2,30 ^{Aab}	1,84 ^{Aa}	2,39 ^{Ab}	2,45 ^{Aa}	1,74 ^{Aab}	1,65 ^{Aab}
D20	2,03 ^{Aab}	1,67 ^{Ab}	1,84 ^{Aab}	1,96 ^{Aab}	1,95 ^{ABab}	1,77 ^{Aab}	2,10 ^{Aab}	2,13 ^{ABa}	2,27 ^{Aa}	2,18 ^{Aab}
D40	1,56 ^{Aa}	1,81 ^{Aa}	1,90 ^{Aa}	1,78 ^{Aa}	1,60 ^{Ba}	1,66 ^{Aa}	2,17 ^{Aa}	1,87 ^{Ba}	2,19 ^{Aa}	1,98 ^{Aa}
D60	1,87 ^{Aa}	2,02 ^{Aa}	1,82 ^{Aa}	1,84 ^{Aa}	1,94 ^{ABa}	2,11 ^{Aa}	1,90 ^{Aa}	1,91 ^{Ba}	1,86 ^{Aa}	2,12 ^{Aa}
CINZAS										
D0	1,26 ^{Abc}	1,51 ^{Aabc}	1,38 ^{Aabc}	1,25 ^{Abc}	1,78 ^{Aa}	1,46 ^{Aabc}	1,60 ^{Aabc}	1,21 ^{Ac}	1,51 ^{Aabc}	1,69 ^{Aab}
D20	1,17 ^{Aa}	1,32 ^{Aa}	1,45 ^{Aa}	1,39 ^{Aa}	1,35 ^{Ba}	1,32 ^{Aa}	1,13 ^{Aa}	1,21 ^{Aa}	1,17 ^{Ba}	1,21 ^{Ba}
D40	1,13 ^{Aa}	1,36 ^{Aa}	1,28 ^{Aa}	1,17 ^{Aa}	1,25 ^{Ba}	1,57 ^{Aa}	1,56 ^{Aa}	1,63 ^{Aa}	1,44 ^{Aa}	1,39 ^{ABa}
D60	1,19 ^{Aa}	1,24 ^{Aa}	1,25 ^{Aa}	1,22 ^{Aa}	1,30 ^{Ba}	1,46 ^{Aa}	1,36 ^{Aa}	1,30 ^{Aa}	1,51 ^{Aa}	1,25 ^{Ba}

Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5%, Letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferença entre tempos pelo teste de Tukey a 5%, T1- camarão feito pela amostra controle congelado no freezer; T2 - camarão com sorbato de potássio 0,1% congelado no freezer; T3 - camarão com sorbato de potássio 0,3% congelado no freezer; T4 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,1% congelado no freezer; T5 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,3% congelado no freezer. T6- camarão feito pela amostra controle congelado no túnel de congelamento; T7 - camarão com sorbato de potássio 0,1% no túnel de congelamento; T8 - camarão com sorbato de potássio 0,3% no túnel de congelamento; T9 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,1% no túnel de congelamento; T10 - camarão com mistura de sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio 0,3% no túnel de congelamento.

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos perceber, que o maior percentual de umidade ocorreu nas amostras imersas na mistura (sorbato de potássio, eritorbato de sódio e cloreto de sódio), em contra partida os valores das amostras imersas no sorbato de potássio ficaram próximas aos das amostras imersas na mistura. Teores de umidade semelhantes foram relatados por Santos et al. (2007), quando em camarão da Malásia, foram observados valores de umidade que variaram de 73,10 a 81,00 %.

Estatisticamente, verificou-se, na Tabela 2, não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos congelados no freezer doméstico e o túnel de congelamento, com relação à concentração de proteína bruta, apresentando valores variando de 18,42 a 22,11 g.100g⁻¹. Podemos observar, os maiores teores encontram-se nos tratamentos das amostras contendo sorbato de potássio, quando congelado no túnel de congelamento. Os valores médios de proteína bruta obtidos na porção muscular do camarão imersos nas soluções de sorbato de potássio e as misturas encontraram-se próximos ao relatado por Andrade *et al.* (2015) que avaliou a composição química do camarão *Litopenaeus vannamei*, e encontrou valores médio de proteína bruta de 19,22 g.100g⁻¹.

Estatisticamente, verifica-se, na Tabela 2, não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos empregados, com relação teor de lipídeos entre as amostras congeladas no freezer doméstico e o túnel de congelamento, apresentando valores que variaram de 1,40 a 2,45 g.100g⁻¹. Podemos verificar que as amostras imersas em solução de sorbato de potássio e congeladas no túnel de congelamento foram as que obtiveram maiores teores de lipídeos. Pesquisando a composição centesimal Andrade *et al.* (2015), obteve teores de 0,46 g.100g⁻¹ de lipídeos para o camarão *Litopenaeus vannamei*, enquanto que Bragagnolo e Rodrigues-Amaya (2001) avaliou quatro espécies de camarões: gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), rosa, legítimo e sete-barbas, o teor de lipídios para o gigante da Malásia foi de 1,10 g.100g⁻¹, enquanto as outras três espécies apresentaram valores médios de 1,0 g.100g⁻¹.

A determinação do teor de cinzas é um importante parâmetro para informar os teores dos minerais contidos no produto. Nesta pesquisa, verificou-se que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras congeladas no freezer doméstico e o túnel de congelamento ao longo do tempo de 60 dias de avaliação, apresentando valores que variaram de 1,13 a 1,69 g.100g⁻¹. As amostras imersas em sorbatos e congeladas no túnel de congelamento obtiveram maiores teores de cinzas. Esses valores correspondem aos relatados por Araujo *et al.* (2012), que pesquisou a composição centesimal e o teor de colesterol do camarão branco obtendo teor de cinzas de 1,5g.100g⁻¹.

3.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas, em todas as amostras, apresentaram contagens abaixo daquelas estabelecidas por lei (BRASIL, 2001), para Coliformes a 35° e a 45° C (<3,0 NMP/g) e, *Staphylococcus aureus* coagulase positiva (<10,0 NMP/g) e ausência na pesquisa de *Salmonella*.

4. Conclusão

Diante do exposto, percebeu-se que o método de congelamento rápido (túnel de congelamento) apresentou relevante eficácia na manutenção da qualidade em relação ao método de congelamento lento (freezer).

A adição de sorbato de potássio a 0,1% na porção muscular do camarão marinho branco do Pacífico tratado com sorbato de potássio e a mistura ternária exerceu influencia na apresentação da cor, capacidade de retenção de água, rendimento na cocção, textura, atividade de água e teores de umidade e cinzas.

A qualidade do camarão foi considerada satisfatória com base nos valores de pH e nos níveis de BVT encontrados estando de acordo com a regulamentação técnica da legislação brasileira, que estabelece os padrões de identidade e qualidade para o pescado.

A análise microbiológica das amostras de camarão contendo sorbato de potássio a 0,1% e a mistura ternária sob efeito do congelamento, indicou que as amostras estavam em conformidade com a legislação vigente, revelando ausência de *Salmonella* e índices de coliformes fecais (< 0,3 NMP g⁻¹) dentro dos padrões exigidos para pescado.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. T. ARAÚJO, N.G., VENTURA, A. P. M., LIRA, A. L., MAGNANI, M., CAVALHEIRO, J.M.O. Standardization of sodium metabisulfite solution concentrations and immersion time for farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 3, p. 499-504, mar. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000300499>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis. Washington D.C.: AOAC, 2000. p. 1018.
- ARAÚJO, D. F. et al. Composição centesimal e teor de colesterol do camarão branco do Pacífico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.6, p.1130-1133, jun, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n6/a17312cr5691.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referência: elaboração. Rio de Janeiro, 2002, p. 24.
- BERRY, B. W. Sodium Alginate Plus Modified Tapioca Starch Improves Properties of Low-Fat Beef Patties. **Sensory Evaluation**, v. 62, n. 6, p. 1245–1249, 1997.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n 62 de 26 de agosto de 2003**, SEÇÃO 1, P. 14, PUBLICADO NO DOU em Set. 2003.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** – RIISPOA. Aprovado pelo Decreto nº 30.69, de 29-03-52, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, nº1.812 de 08-02-96 e nº2.244 de 04-06-97. Brasília/DF, 1997.
- BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos**, Jan.2001.
- BONO, G. *et al* . Chemical and nutritional characterisation of the Central Mediterranean Giant red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*): Influence of trophic and geographical factors on flesh quality. **Food Chemistry**, v. 130, n. 1, p. 104-110, jan. 2012.
- CADUN, A.; KIŞLA, D.; ÇAKLI, Ş. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. **Food Chemistry**, v. 109, n. 1, p. 81-87, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607012770>>. Acesso em: 17 de jun. 2016.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. Métodos químicos para análise do pescado. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 196-209.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, mar./abr. 2014.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, May. 1957.

FURLAN, E. F. valoração da qualidade do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcado no litoral de são paulo, Brasil. **Bolelim Instituto de Pesca**, São Paulo, 37(3): 317 – 326, 2011

GRYSCHEK, S. F. B.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage stability of minced Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal os Aquatic Food Product Techology**, v. 12, n. 3, p. 57– 69, 2003.

IRIANTO, H. E.; GIYATMI. Post Harvest Technology of Shrimp: Review os Indonesian Experience. **Journal of Aquatic Food Post Harvest Technology of Shrimp**, v. 6, n 1, p. 37– 41, Jun. 2013.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KIRSCHNIK, P. G., MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a –18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campina. V. 29, p.200-206, jan./mar. 2009.

MU, H. *et al.* Effect of cinnamaldehyde on melanosis and spoilage of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during storage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 92, p. 2177-2182, 2012.

ODOLI, C. O. **Optimal storage conditions for fresh farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets**. 2009. Thesis (Masters in Science) – University of Iceland, Iceland.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed; 2005.

PROVESI, J. G; AMANTE, E. R. Revisão: Proteínas anticongelantes – uma tecnologia emergente para o congelamento de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 2-13, jan./mar. 2015.

QUEIROGA, I. M. B. N., SILVA, J.A., CAVALHEIRO, J.M.O., QUEIROGA, R.C.R.E., BATISTA, A.S.M., BARRETO. T.A. Qualidade sensorial do camarão *Litopenaeus vannamei* congelado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 1801-1812, jul./ ago. 2014.

ROCHA, I. P. **Carcinicultura Marinha – Um Caso de Sucesso no Brasil e na Tailândia**. Disponível em: <<http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2015/11/CARCINICULTURA-MARINHA-UM-CASO-DE-SUCESSO-NO-BRASIL-E-NA-TAILANDIA-CONFEA-CREA-SETEMBRO-2015.pdf>> Acesso em: 19 de set. 2016.

ROSA, F. C., BRESSAN, M.C., BERTECHINI, A.G., FASSINI, E.J., VIEIRA, J.O., FARIA, P.B., SAVIAN, T.V. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006.

SEABRA, L. M. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substituinte de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SIKORSKI, Z. E. **Tecnologia de los productos del mar**. Espanha: Acribia, 1994, p. 340.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), São Paulo, v. 71, n. 1, 2012. Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100001&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 10 out. 2016.

TAVARES, M.; AUED, S.; BACETTI, L. B.; ZAMBONI, C. Q. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado. In: **SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE PESCADO**. Santos: Loyola, 1988, p. 117-134.

TSIRONI, T.; DERMESONLOUOGLOUA, E.; GIANNAKOUROUA, M.; TAOUKIS, P. Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. **Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 2, p. 664-671, 2009.

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

APÊNDICE

APÊNDICE A: Resultados das análises microbiológicas no camarão marinho *Litopenaeus vannamei* congelado em freezer doméstico e túnel de congelamento.

	Coliformes a 35°C NMP/g	Coliformes a 45 °C NMP/g	<i>Staphylococcus aureus</i> coagulase positiva UFC/g	Pesquisa de <i>Salmonella</i>
T1	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T2	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T3	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T4	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T5	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T6	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T7	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T8	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T9	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência
T10	<0,3	<0,3	<10,0	Ausência

NMP – Número Mais Provável

UFC – Unidade Formadora de Colônia