

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ALIMENTARES SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICAS DO CAMARÃO *Xiphopenaeus kroyeri***

ANA AMÉLIA NUNES FOSSATI

PORTO ALEGRE

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ALIMENTARES SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICAS DO CAMARÃO *Xyphopenaeus kroyeri***

Autora: Ana Amélia Nunes Fossati

**Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciências
Veterinárias na Especialidade de Inspeção de
Produtos de Origem Animal e Tecnologia.**

Orientador: Profa. Dra. Liris Kindlein

PORTO ALEGRE

2014

CIP - Catalogação na Publicação

Fossati, Ana Amélia Nunes

Influência de aditivos alimentares sobre as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* / Ana Amélia Nunes Fossati. -- 2014.

88 f.

Orientadora: Liris Kindlein.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. aditivos alimentares. 2. conservantes. 3. melanose. 4. metabissulfito de sódio. 5. vida-de-prateleira. I. Kindlein, Liris, orient. II. Título.

ANA AMÉLIA NUNES FOSSATI

**INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ALIMENTARES SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICAS DO CAMARÃO *Xyphopenaeus kroyeri***

Aprovado em: 28 de abril de 2014

APROVADO POR:

Profª. Dra. Liris Kindlein

Orientadora e Presidente da comissão

Prof. Dr. César Augusto Marchionatti Avancini

Membro da Comissão

Prof. Dr. Guiomar Pedro Bergmann

Membro da Comissão

Profª. Dra. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

Membro da Comissão

*Dedico aos meus pais,
Débora e Mario, por todo
amor e atenção dedicado a
mim até hoje. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha orientadora Liris Kindlein pela oportunidade, atenção durante estes anos e pela paciência dedicada a mim principalmente nesta reta final, meus sinceros agradecimentos!

Aos meus amigos: Maurício Fischmann (que devia estar em sétimo lugar), Tamara Ferreira e Victória Rosa por todo auxílio do começo ao fim deste projeto e por me mostrarem que amizade verdadeira pode surgir no ambiente de trabalho. Á este seleto grupo acrescento também a amiga Cássia Vilarinho, por todo carinho durante esses anos. Espero que nossa amizade perdure para sempre, adoro vocês!

Ao colega Tiago Schneider pela ajuda desde o projeto piloto até o projeto final.

Agradeço também a todos os colegas do CEPETEC com quem tive a oportunidade de trabalhar ou que simplesmente com o convívio tornaram meus dias mais alegres: Adriano Bruzza, Ana Hamerski, Ana Paula Merlo, Bárbara Behs, Bruna Santos, Brunna Emery, Camila Monteiro, Carla Giacomazzi, Daniele Bonfada, Érico Pires, Guilherme Asmus, Henrique Machado, Humberto Gonçalves, Jéssica Magero, Joana Kliemann, Jonas Coruja, Laís Poersch, Laura Lorscheitter, Mariele Fenalte, Patrícia Faneze, Rafael Duarte, Renata Sesterhenn e Ugo Araújo.

Ao professor Guiomar Pedro Bergmann por todos os ensinamentos microbiológicos e culinários e ao Batista pelas instruções em laboratório.

Agradeço as duas pessoas que mais amo nessa vida: minha mãe e meu pai, pelo apoio e aconselhamento de sempre, acredito que tudo que me ensinaram, e ainda ensinam, me torna uma pessoa melhor a cada dia. Não esquecendo de mencionar a Bombom e a Luna, minhas irmãs caninas amadas.

Aos meus companheiros diários: Luis Felipe e Olívia. Ao meu noivo pelo cuidado que tem comigo e por sempre se esforçar para tornar meus dias os mais felizes possíveis, desde as pequenas coisas, como um café no meio da tarde. E a minha filha canina Olívia por me lembrar todo dia ao acordar a felicidade que um cachorro pode trazer para vida de uma pessoa, sei que ela não vai ler, mas sinto necessidade de agradecê-la. Obrigada por serem a minha “família”, amo vocês!

Á Aline Baraldi e Samille Machado por termos essa amizade “masculina” por mais de dez anos, e que se depender de mim será para a vida inteira. Adoro vocês!

Enfim, não posso citar todos, mas estendo meus agradecimentos a todos que me acompanharam e torceram por mim durante essa etapa da minha vida. Obrigada!

RESUMO

Dada a importância do camarão para a economia do Brasil e as exigências cada vez mais acentuadas dos países importadores quanto à qualidade do produto final, bem como sua conservação para garantir a oferta de um produto de qualidade aos consumidores, a indústria pesqueira vem utilizando diversas classes de aditivos alimentares: anti-melanóticos, antioxidantes e anti-microbianos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito dos aditivos alimentares: cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico sobre a vida-de-prateleira do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* resfriado, além de avaliar a ação anti-melanótica destes aditivos por 12 dias pós-captura através de escala de graus de melanose. Os camarões dos tratamentos controle (sem aditivo), com metabissulfito de sódio e com nitrito de sódio mantiveram seus valores de pH constantes até o 12º dia de armazenamento e os valores de pH demonstraram correlações positivas com a contagem de mesófilos ($r=0,6633$; $p=0,0070$), e com valores de BNVT ($r=0,7173$; $p=0,0026$). Durante o período avaliado, os camarões que apresentaram menor produção de bases nitrogenadas voláteis totais foram os imersos em nitrito de sódio (1%), com valores crescentes de $48,20 \pm 25,03$ no dia 1; $128,00 \pm 25,45$ no dia 7; $161,50 \pm 19,09$ no dia 10 e $230,50 \pm 33,23$ no dia 12. Os valores de força de cisalhamento não exibiram diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos e entre os dias de armazenamento. As bactérias mesófilas e psicotróficas apresentaram as menores contagens nos camarões imersos em cloreto de sódio a 2% e nitrito de sódio a 1%. Não houve crescimento de coliformes termotolerantes, estando todos os tratamentos de acordo com a legislação vigente. O tratamento com metabissulfito de sódio foi o que apresentou menores graus de melanose. Na análise sensorial, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, demonstrando que o uso de aditivos pode auxiliar na preservação da qualidade do camarão sem alterar as características sensoriais do mesmo.

Palavras-chave: aditivos alimentares, conservantes, vida-de-prateleira, melanose, metabissulfito de sódio.

ABSTRACT

*Given the importance of shrimp to the economy of Brazil and progressively greater demands of importing countries as to the quality of the final product as well as its conservation to ensure the provision of a quality product to consumers, the fishing industry has been using various classes' food additives: non-melanotics, antioxidants and antimicrobials. Thus, this study aimed to evaluate the effect of food additives: sodium chloride, sodium metabisulfite, sodium nitrite and citric acid on the shelf- life of shrimp *Xyphopenaeus kroyeri* cold, and to evaluate the anti-melanosis action of these additives by 12 days post-capture through melanosis scale degrees. The shrimps of the control treatment (no additive), with sodium metabisulfite and sodium nitrite maintained their pH constant until the 12th day of storage, add the pH values showed positive correlations with counts of mesophilic ($r^2 = 0.6633$, $p = 0.0070$) and with BNVT values ($r^2 = 0.7173$, $p = 0.0026$). During the study period, the shrimp that showed low production of volatile nitrogenous bases were immersed in sodium nitrite (1 %) , with increasing values of 48.20 ± 25.03 on day 1; 128.00 ± 25.45 on day 7; 161.50 ± 19.09 on day 10 and 230.50 ± 33.23 on day 12. Values of shear force showed no difference ($p > 0.05$) between treatments and between days of storage. The mesophilic and psicotrophic showed the lowest counts shrimps immersed in sodium chloride 2% and sodium nitrite 1%. There was no presence of coliforms growth, with all treatments in accordance with current legislation. Treatment with sodium metabisulfite showed the lowest degree of melanosis. In sensory analysis, no significant differences between treatments were found, demonstrating that the use of additives can assist in preserving the quality of the shrimp without altering the sensory characteristics.*

Key-words: food additives, preservatives, shelf-life, melanosis, sodium metabisulfite

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estágios de melanose em camarões <i>Xyphopenaeus kroyeri</i>	20
Figura 2 - Imersão dos camarões em solução conservante.....	37
Figura 3 - Análise quantitativa de pH do camarão <i>Xyphopenaeus kroyeri</i> submetido a diferentes conservantes.....	38
Figura 4 - Teste colorimétrico qualitativo para análise de sulfitos em alimentos.....	39
Figura 5 - Graus de melanose para análise visual de cor.....	42

LISTA DE ILUSTRAÇÕES ARTIGO

- Figura 1 - Comportamento dos valores de BNVT ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 12 dias..... 57
- Figura 2 - Fotografias durante a armazenagem dos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* em refrigeração doméstica ($7-10^{\circ}\text{C}$) tratados com (T1) tratamento controle – água, (T2) cloreto de sódio 2%, (T3) metabissulfito de sódio a 2,5%, (T4) nitrito de sódio a 1% e (T5) ácido cítrico a 2%. (Dia/Tratamento)..... 63
- Figura 3 - Comportamento da variável Graus de melanose de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 11 dias..... 65
- Figura 4 - Valores de L^* (luminosidade) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com: T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias..... 66
- Figura 5 - Valores de a^* (teor de vermelho) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com: T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias..... 66
- Figura 6 - Valores de b^* (teor de amarelo) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com: T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias..... 67
- Figura 7 - Perfil sensorial do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com: T1: água, T2: cloreto de sódio (2%), T3: metabissulfito de sódio (2,5%), T4: nitrito de sódio (1%) e T5: ácido cítrico (2%) aos 3 dias de armazenagem..... 71
- Figura 8 - Concentração de sulfito residual nos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com metabissulfito de sódio a 2,5% (T3) durante o armazenamento sob refrigeração..... 72

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1 - Valores de pH, Textura [(kgf.cm ²) ⁻¹] e BNVT (mg.100g ⁻¹) de camarões <i>Xyphopenaus kroyeri</i> tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 12 dias.....	52
Tabela 2 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as características físico-químicas e microbiológicas do camarão <i>Xyphopenaeus kroyeri</i>	54
Tabela 3 - Contagem de mesófilos e psicrotróficos em camarões <i>Xyphopenaeus kroyeri</i> tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) conservados em refrigeração convencional por 12 anos.....	60
Tabela 4 - Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros L*, a* e b* e graus de melanose do camarão <i>Xyphopenaeus kroyeri</i>	69
Tabela 5 - Análise sensorial de camarões <i>Xyphopenaeus kroyeri</i> tratados com T1 – água, T2 – cloreto de sódio a 2%, T3 – metabissulfito de sódio a 2,5%, T4 – nitrito de sódio a 1% e T5 – ácido cítrico a 2% armazenados sob refrigeração por 3 dias.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADQ: Análise Descritiva Quantitativa

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ATP: Trifosfato de adenosina

BNVT: Bases Nitrogenadas Voláteis Totais

BOD: Demanda bioquímica de oxigênio

CEPETEC: Centro de Pesquisa, Ensino e Tecnologia de Carnes

EDTA: Ácido etilendiamino tetra-acético

ICMSF: *International Commission on the Microbiological Specification for Foods*

MAPA: Ministério da Agricultura e Pecuária

MPA: Ministério da Pesca e Aquicultura

MS: Ministério da Saúde

NMP: Número mais provável

OMS: Organização Mundial da Saúde

PCA: *plate count agar*

PFO: Polifenoloxidasas

RIISPOA: Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal

RTIQ: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade

SAS: *Statistical Analyses System*

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

TCA: Ácido tricloroacético

TMA: trimetilamina

UFC: Unidade Formadora de Colônia

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ΔL^* : diferença de luminosidade

cm: centímetro

g: grama

kg: quilograma

MgO: Óxido de magnésio

mg: miligrama

N: newton

NaCl: Cloreto de sódio

Na_2HSO_3 : Bissulfito de sódio

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$: Metabissulfito de sódio

NaNO_2 : Nitrito de sódio

pH: potencial hidrogeniônico

SO_2 : Dióxido de enxofre

t: tonelada

$^\circ\text{C}$: graus Celsius

L: luminosidade

a*: índice de vermelho

b*: índice de amarelo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
	2.1 Objetivos Gerais.....	15
	2.2 Objetivos Específicos.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
	3.1 Produção Pesqueira.....	16
	3.2 Qualidade de pescados.....	17
	3.2.1 “Mushiness”.....	18
	3.2.2 Melanose.....	19
	3.3 Avaliação da qualidade do pescado.....	22
	3.4 Microbiologia do camarão.....	28
	3.5 Aditivos Alimentares.....	30
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
5	ARTIGO CIENTÍFICO: Uso de conservantes na perda de qualidade do camarão <i>Xyphopeneaus kroyeri</i> refrigerado.....	44
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
	REFERÊNCIAS.....	82
	ANEXO A – Perfil de atributos do camarão cozido.....	88

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro pesqueiro encontra-se em pleno desenvolvimento, tendo produzido através da pesca extrativa continental, em 2011, 249.600,2 t, conforme dados do MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2011). Um dos principais produtos responsáveis por este crescimento é o camarão, com um acréscimo de 4,49% no período de 2009 (5.519,7 t) a 2011 (5.779,5 t).

Dentre as espécies de camarão produzidas no Brasil, destaca-se a *Xyphopenaeus kroyeri*, popularmente conhecida como “sete-barbas”. Encontrada no Oceano Atlântico ocidental (entre o estado da Carolina do Norte [EUA] até o estado do Rio Grande do Sul [Brasil]), esta espécie se mantém, desde 2009, em primeiro lugar dos crustáceos capturados na pesca marinha brasileira por ser uma espécie costeira, e acessível à pesca de pequena e média escala desembarcadas na extensão dos estados do Amapá ao Rio Grande do Sul (IBAMA, 2011).

Embora se perceba o aumento na produção de camarões ao longo dos anos, a evolução, do ponto de vista qualitativo, ainda é incipiente, sendo que a principal dificuldade encontrada na produção de crustáceos é a rápida perecibilidade do produto. O processo deteriorativo de camarões começa imediatamente após a sua morte, através de reações bioquímicas e físicas de origem autolítica e microbiológica que ocasionam a proteólise, atingindo a degradação dos músculos e alterando as características qualitativas e de vida útil do camarão (VIEIRA, 2004).

Entre os principais problemas que levam a perda de qualidade e diminuição da vida-de-prateleira do camarão destaca-se a melanose. Também chamada de *Black Spot*, a melanose caracteriza-se pelo aparecimento de zonas escuras na carapaça e na parte superior do abdômen do camarão. Este processo é acionado por um mecanismo bioquímico natural do camarão no período *post-mortem*, que consiste na oxidação de substratos fenólicos para quinonas, catalisada pelo complexo enzimático polifenoloxidasas (PFO). A polimerização não-enzimática das quinonas incolores originam pigmentos escuros, insolúveis e de alto peso molecular, conhecidas por melaninas (MONTERO, MARTÍNEZ-ÁLVAREZ e GÓMEZ-GUILLÉN, 2004; GIMENEZ *et al.*, 2010) ocasionando alterações organolépticas e redução no valor comercial, o que por sua vez, suscita rejeição pelo consumidor e consequentes prejuízos para o setor.

Dada a importância do camarão para a economia do Brasil e as exigências cada vez mais acentuadas dos países importadores quanto à qualidade do produto final, faz-se necessário o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de processamento pós-colheita de camarões cultivados, bem como sua conservação para garantir a oferta de um produto de qualidade aos consumidores. Desta forma, a indústria pesqueira vem utilizando diversas classes de aditivos alimentares (anti-melanóticos, antioxidantes, anti-microbianos) que apresentem ação de conservação e 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).

Dentre os aditivos relatados encontram-se: ácido ascórbico, ácido benzóico, ácido sórbico, ácido cítrico, ácido acético, 4-hexylresorcinol, metabissulfito de sódio, cloreto de sódio, nitrito de sódio, fosfato de sódio bifásico, cloreto de cálcio, tripolifosfato de sódio, citrato de sódio, suco de limão, ácido etilenodiamino tetraacético, sorbato de potássio, extrato de chá verde, entre outros. Aditivos a base de sulfito também podem ser utilizados para conservação de pescados e crustáceos, pois dados literários evidenciam que altas concentrações deste conservante inibem o aparecimento de melanose (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2005). Entretanto, o uso desenfreado de sulfito está associado a reações adversas em grupos de pessoas asmáticas, sendo legalmente contralada a sua concentração residual em alimentos.

O ácido cítrico, por sua vez, tem como benefício prevenir a oxidação dos crustáceos, assim como diminuir a desidratação, já o metabissulfito de sódio é muito utilizado por manter as características organolépticas ou potencializá-las (MOL e TURKMEN, 2010). Outro conservante muito utilizado em camarões secos é o cloreto de sódio cuja ação é intensificar os atributos sabor, dureza e resistência de crustáceos, além de retardar o crescimento de micro-organismos (NIAMNUY, DEVAHASTIN e SOPONRONNARIT, 2007). O nitrito de sódio também é utilizado no processo de produtos cárneos curados devido sua ação anti-microbiana, além de tornar o produto mais atraente e com vida-de-prateleira prolongada (SILVA *et al.*, 2012).

Desta maneira, ainda são necessárias pesquisas que forneçam subsídios sobre a melhor forma de conservar a qualidade do camarão *Xyphopenaeus kroyeri*, de modo a tornar sua aparência melhor e aumentar sua vida-de-prateleira. Estes subsídios serão fundamentais para o setor pesqueiro e conseqüentemente permitirão aumentar os lucros desta atividade que está em constante crescimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Avaliar o efeito do uso de aditivos alimentares sobre a vida-de-prateleira e qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* resfriado.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a ação anti-melanótica dos aditivos cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico utilizados no camarão *Xyphopenaeus kroyeri* mantido sob refrigeração por 12 dias pós-captura através de escala de graus de melanose.
- Verificar a influência dos aditivos cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico sobre as características físico-químicas (pH, textura, BNVT [Bases Nitrogenadas Voltáveis Totais], cor) e microbiológicas (mesófilos, psicrótrófos e coliformes) do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* resfriado.
- Avaliar o efeito dos aditivos cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico sobre os atributos organolépticos (aparência geral, cor, sabor, odor e textura) de camarões mantidos sob refrigeração (3 dias), através de análise sensorial.
- Avaliar o nível residual de sulfito em camarão *Xyphopenaeus kroyeri* tratado com metabissulfito de sódio durante 12 dias sob refrigeração.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produção pesqueira

A produção mundial de pescado, incluindo a pesca extrativa e aquicultura, atingiu cerca de 168 milhões de toneladas em 2010, representando um incremento de 3% em relação a 2009, sendo os maiores produtores a China, a Indonésia e a Índia (63,5; 11,7 e 9,3 milhões de toneladas, respectivamente). Neste cenário, o Brasil contribuiu com apenas 0,75% (1.264.765 t) da produção de pescados em 2010, ocupando o 19º lugar do ranking mundial (BRASIL, 2011).

Da produção de pescado nacional, a principal fonte é a pesca extrativa, sendo responsável por 553.670,0 t (38,7% do total pescado), seguida pela aquicultura continental (544.490,0 t; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600,2 t; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3; 6%). A região sul representou 23,5% (336.451,5 t) da produção nacional, sendo o estado do Rio Grande do Sul classificado no oitavo lugar do ranking de produção de pescados no Brasil, contribuindo com 31.218,9 t e 37.516,1 t da pesca extrativa nos anos de 2010 e 2011, respectivamente (BRASIL, 2011).

Na produção pesqueira marinha por espécie, os peixes representam 87% da produção total, seguida pelos crustáceos (10%) e moluscos (3%). Em 2011, a produção pesqueira marinha nacional de crustáceos foi igual a 57.344,8 t, caracterizando um incremento de 1% em relação a 2010 (BRASIL, 2011).

Nos últimos anos o camarão tem se mostrado como o mais importante produto pesqueiro comercializado internacionalmente, sendo ainda a pesca extrativa a principal responsável pela oferta global do produto, perfazendo 64,8% da produção (FURLAN, 2011).

O camarão sete-barbas e o camarão-rosa são as espécies mais capturadas, representando 45% (15.417,8 t e 10.331,2) do total da produção de crustáceos marinhos pela pesca extrativa do Brasil no ano de 2011 (BRASIL, 2011). Já a pesca extrativa continental participou com a produção de 5.779,5 t de camarões. Entretanto, apesar do acentuado crescimento do cultivo de camarões, sua procedência pelo sistema extrativista continua a ter a maior representatividade em relação à oferta global do produto.

O gênero *Xiphopenaeus* é representado por uma única espécie no Brasil, o *Xiphopenaeus kroyeri*, comercializado sob o nome de camarão sete-barbas, este se

caracteriza por ser de pequeno porte, com o 4° e 5° pereiópodos alongados, rostro longo, fino e encurvado para cima e tólico fechado. No Brasil, tem sua presença registrada em todos os estados litorâneos, do Amapá ao Rio Grande do Sul (IBAMA, 2011).

3.2 Qualidade de pescados

Por ser um produto de origem animal altamente perecível, a indústria pesqueira apresenta perdas significativas durante o processo de produção do pescado e dos crustáceos. Entre esses fatores destacam-se: a capacidade de estocagem deficiente, incorretas técnicas de captura, manuseio e temperaturas inadequadas, ocasionando, além de alterações na qualidade visual do pescado, uma elevada deterioração deste produto (OGAWA e MAIA, 1999; FURLAN e TORRES, 2010).

A deterioração do pescado inicia logo após sua falência tecidual através da ação de enzimas proteolíticas e colagenolíticas, provocando o amolecimento da carne, proliferação bacteriana e a produção de odores desagradáveis (MADRID, 1998).

Em situações que aumentem o estresse do pescado durante o abate, ocorre uma diminuição na quantidade de glicogênio e ATP, diminuindo assim o período de rigor. Esse processo resulta em um *rigor mortis* alcalino e tais pescados apresentarão problemas de textura e vida-de-prateleira.

Os tecidos dos pescados apresentam elevada atividade enzimática, por isso o período de *rigor mortis* é curto e a autólise se processa rapidamente. Normalmente, o conteúdo de glicogênio é baixo, sendo baixa a quantidade de ácido láctico formada, o que reflete em um insuficiente decréscimo do pH muscular, fato que propicia o desenvolvimento de um grande grupo de bactérias (OGAWA e MAIA, 1999). Dentre este grupo de bactérias responsáveis pelo desencadeamento deste processo destacam-se: *Pseudomonas*, *Moraxella* e *Acinetobacter* (VIEIRA, 2004).

O músculo de crustáceos contém mais de 300 mg de nitrogênio/100 g, apresentando alto conteúdo de metabólitos de baixo peso molecular como aminoácidos livres. Essa grande quantidade de aminoácidos e extratos nitrogenados faz com que esse alimento se torne mais susceptível a proliferação da microbiota deteriorante, gerando alterações das características sensoriais como odor, “flavor”, aparência e textura e maior produção de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) (KIRSCHNIK, 2003; JAY, 2005). Além disto, dois processos pós-captura do camarão também são responsáveis

pela sua diminuição da vida-de-prateleira - o “mushiness” e a melanose (KIRSCHNIK, 2003).

3.2.1 “Mushiness”

A liberação de enzimas proteolíticas e colagenolíticas decorrentes da autólise do hepato-pâncreas iniciam um processo de degradação chamado “mushiness” (MADRID, 1998). Esse fenômeno se caracteriza pela diminuição da integridade muscular, causando perda de qualidade do produto, em especial da textura. Dados literários indicam que este fenômeno tenha início no músculo da cauda, na parte posterior ao cefalotórax, e aumente progressivamente (LINDNER *et al.*, 1989). Angel *et al.* (1985) acrescentam que o *mushiness* não tem a participação das bactérias no seu desenvolvimento, sendo gerado apenas pela ação de enzimas endógenas.

De acordo com estudo desenvolvido por Kirschnik e Viegas (2004), a vida-útil do camarão *M. rosenbergii* armazenado sob refrigeração tem sido apontada como de 4 a 8 dias, após os quais ocorre o fenômeno denominado de “mushiness”.

Pornrat *et al.*, (2007), avaliando as alterações na estrutura do músculo do camarão durante o armazenamento, observaram que o sarcômero da musculatura do camarão fresco (dia da captura) apresentou filamentos grossos e finos bem definidos e linhas-Z, bandas I, bandas A e linhas M visíveis. Com um maior período de estocagem sob refrigeração (14 dias), os autores evidenciaram perda gradativa da densidade das linhas-Z, linhas-M e bandas-I, atingindo, aos 14 dias de armazenamento, total rompimento da estrutura miofibrilar.

Uma das características do crustáceo fresco é apresentar textura firme e quando realizado teste de compressão tátil (consistência elástica) retorna a sua forma original. Entretanto, ao apresentar o desenvolvimento do fenômeno de “mushiness”, o camarão apresenta perda da integridade, diminuição da força de cisalhamento e maior maciez do tecido muscular, indicativos de perda de qualidade do produto (FURLAN, 2013).

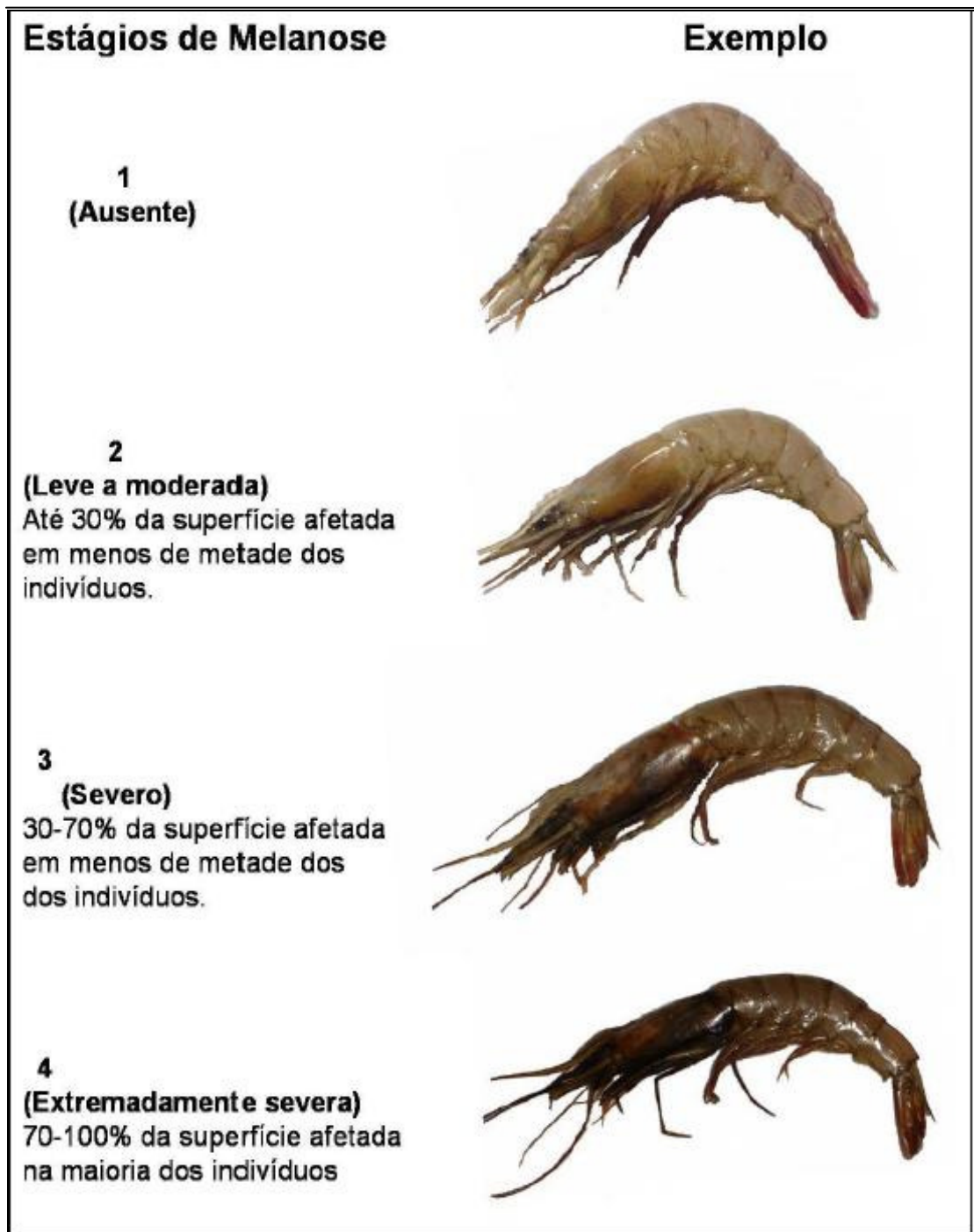
Nunak e Schleining (2011), avaliando as características organolépticas de camarões brancos resfriados, verificaram que até quatro (4) dias após a despesca os camarões não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) na textura, tanto no teste de compressão tátil quanto no valor de força de cisalhamento (N), concluindo que ambos testes são eficazes e que até esse período o fenômeno de “mushiness” não se estabelecia.

3.2.2 Melanose

Outro processo que se instala em crustáceos após a captura, em especial em lagostas e camarões, e influencia sua vida-de-prateleira é a melanose. Tal fenômeno ocasiona perda da qualidade visual do pescado pelo aparecimento de pontos pretos, escurecendo a carapaça do camarão e, em graus mais avançados, o músculo. No entanto, estudos afirmam que este fenômeno não acarreta alterações nutricionais no produto (FURLAN, 2011).

O escurecimento ocasionado pela melanose é consequência da alta concentração de tirosina presente nos músculos dos camarões, que é formada pelo desdobramento das proteínas por ação bacteriana, sendo então oxidada por enzimas do grupo das polifenoloxidasas – PFO, transformando-se em melaninas (MORAIS e KAI, 1981).

O método usual para determinação do grau de melanose é a avaliação visual, através de um painel de julgadores treinados. Vários estudos determinam diferentes graus de melanose, os quais definem os estágios de desenvolvimento do fenômeno, desde sua ausência até sua generalização, aparentemente visualizado na cabeça, carapaça, cauda e junções (OTWEEL e MARSHALL, 1986; BARTOLO e BIRK, 1998; MARTINEZ-ALVARÉZ *et al.*, 2007; YOKOYAMA, 2007). A Figura 1 apresenta os quatro (4) estágios de melanose desenvolvido para camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri*, conforme proposto por Yokoyama (2007).

Figura 1. Estágios de melanose em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*.

Fonte: Yokoyama (2007).

Esse fenômeno, também denominado de “Black spot”, pode ser evitado através da aplicação de conservantes que atuam inibindo ou retardando o processo oxidativo iniciado por enzimas polifenoloxidasas. Estes conservantes são chamados anti-melanóticos, entre os quais se encontram os derivados de sulfito, derivados do resorcinol e ácidos orgânicos (YOKOYAMA, 2007).

O uso de aditivos inibidores da melanose é fundamental para a indústria pesqueira garantir a qualidade de crustáceos por uma maior vida-de-prateleira, pois somente baixas temperaturas não previnem o aparecimento destas manchas pretas. As enzimas responsáveis pelo desenvolvimento da melanose permanecem ativas durante a refrigeração, armazenagem em gelo ou após o processo de congelamento (PARDIO *et al.*, 2011).

Góes (2005) produziu camarões marinhos em cativeiro e, logo após a despesca, submeteu-os à um choque térmico. Em continuidade, o autor imergiu os camarões em uma solução de água, gelo e metabissulfido de sódio o que propiciou a eliminação do oxigênio livre, possibilitando a drástica redução do escurecimento do produto e a formação da melanose.

Em outro trabalho, visando o uso de conservante como efeito anti-melanótico, Gómez-Guillén *et al.* (2005), utilizando camarão rosa de águas profundas (*Parapenaeus longirostris*) submetidos a diferentes tratamentos com anti-melanóticos, observaram que após dois dias de refrigeração somente os camarões imersos em solução de sulfito ($12,5\text{g.kg}^{-1}$) por 2 horas não apresentaram melanose (grau 0). O grau de melanose em quatro (4) dias foi considerado moderado (grau 2) e iniciou a dissipar-se pela carapaça e músculo dos camarões após sete (7) dias de estocagem. Entretanto, os tratamentos com 0,5 h de imersão na mesma concentração ($12,5\text{ g.Kg}^{-1}$) de sulfito noticiaram melanose com dois (2) dias de estocagem. Assim, os autores verificaram que os resultados foram contraditórios as especificações sugeridas pelos fabricantes dos produtos comerciais, que indicavam um (1) ou dois (2) minutos de imersão.

Apesar da ampla utilização de sulfito na indústria de alimentos, alguns efeitos adversos à saúde são relacionados à ingestão deste, entre eles: náusea, irritação gástrica local, urticária e broncoespasmos em indivíduos asmáticos sensíveis, por isso a importância de se conhecer componentes alternativos aos derivados de sulfito (MACHADO, TOLEDO e VICENTE, 2006; MARTÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2007).

Gómez-Guillén *et al.* (2005) também observaram que após quatro (4) dias de refrigeração, os camarões rosas imersos em $6,3$ ou $12,5\text{ g.Kg}^{-1}$ de metabissulfido de

sódio mostraram melanose moderada severa (grau 3), enquanto os tratados com 25 ou 50g.Kg⁻¹ exibiram melanose dois (2) dias depois, indicando que mesmo maiores concentrações de sulfito não previnem a melanose por períodos maiores que 5-6 dias. No tratamento onde foram adicionados ácido cítrico (20 g.Kg⁻¹) associado a 50 g.Kg⁻¹ de metabissulfito de sódio foi observado o retardo no aparecimento da melanose por até nove (9) dias, embora apenas a imersão no ácido cítrico não previna a melanose (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2005).

Apesar da literatura apontar que a presença de melanose não seja um problema de saúde pública, devido a redução na vida-de-prateleira de crustáceos, ela é responsável por perdas significativas na indústria pesqueira, assim há necessidade do uso de anti-melanóticos para o controle e manutenção da qualidade organoléptica do produto final.

3.3 Avaliação da qualidade de pescado

As principais mudanças na estrutura e na composição química dos tecidos de crustáceos podem ser observadas por alterações nas propriedades organolépticas, bem como por meio de análises físico-químicas. Assim, os testes físico-químicos, microbiológicos e sensoriais são as principais ferramentas de avaliação de qualidade e vida-de-prateleira de pescados. As análises de sabor, odor, textura e cor refletem o nível de frescor ou decomposição do pescado, sendo estritamente ligada a presença de níveis elevados de compostos nitrogenados provenientes dos músculos (LEITÃO e RIOS, 2000).

Segundo o RIISPOA (Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal), as exigências nas determinações físicas e químicas para caracterização dos crustáceos frescos são: reação de indol com limite máximo de quatro (4) gramas por 100 gramas e bases voláteis totais inferior a 30 centigramas de nitrogênio por 100 g de carne. Por este motivo, os padrões de qualidade do pescado, crustáceos e derivados, no Brasil, se baseiam em análise de parâmetro químicos e físicos, como análise de compostos como bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT), trimetilamina (TMA) e pH (BRASIL, 1952; YOKOYAMA, 2007). Segundo a Portaria n. 185, de 13 de maio de 1997, o valor para bases nitrogenadas voláteis totais para peixes frescos deve ser inferior a 30 mgN.100g⁻¹ (BRASIL, 1997).

No estudo de FURLAN (2013) foram encontrados valores médios de $27,88 \pm 7,27 \text{ mg.100g}^{-1}$ de BNVT na porção cárnea de camarões, sendo que as amostras com 33 mg.100g^{-1} apresentaram aceitação sensorial “gosto muito”. O autor ainda relata a presença da correlação dos valores de BNVT com os de pH, concluindo que esse parâmetro pode ser um indicador confiável para avaliação de frescor de camarões.

Conforme estudo de Haider *et al.* (2011), os valores iniciais de BNVT para as amostras de camarão gigante *Macrobrachium* cultivados ou adquiridos em entrepostos foram de 5,8 e 6,2 mg.100g^{-1} , respectivamente. As amostras cultivadas apresentaram maior vida-de-prateleira, com valores máximos de BNVT de 25 mg.100g^{-1} depois de seis (6) dias de armazenamento em gelo, enquanto as amostras coletadas nos entrepostos atingiram este valor no quarto dia. Os autores também verificaram forte correlação positiva entre valores de pH e BNVT, sendo que ambos aumentam com o tempo de armazenamento.

Além de possuir correlação com os valores de bases nitrogenadas voláteis, o valor de pH também apresenta influência sobre outras características qualitativas do camarão. A redução do pH, que ocorre após o estabelecimento do *rigor mortis* e início da sua resolução, propicia a desnaturação das proteínas e perda de retenção de água, afetando a textura do músculo.

Avaliando a textura de camarões sete-barbas como parâmetro de qualidade do produto, Furlan *et al.* (2013) verificaram correlação ($r^2 = -0,71$; $p < 0,05$) entre a textura e os valores de pH, sendo que camarões com menor pH apresentavam textura mais firme.

De acordo com Haider *et al.* (2011), o pH inicial dos camarões gigantes *Macrobrachium* provenientes do cultivo ou do entreposto foram de 6,8 e 6,5; respectivamente, com acréscimo gradual com o período de armazenagem. O pH dos camarões cultivados foram aceitáveis até o sexto dia, já os provenientes do entreposto, somente até os quatro dias pós-captura, após estes períodos os pHs se apresentavam acima do limite aceitável (7,25).

Jeyasekaran *et al.* (2006), avaliando características físico-químicas de camarões brancos durante o processo de armazenamento em gelo seco (apenas) ou gelo seco e água, observaram que os valores de pH decresceram durante o armazenamento, embora fossem superiores a 7,0 até 24 horas. Apenas no final do armazenamento, 32 horas, os valores de pH encontrados foram 6,82 e 5,37 nos camarões conservados em gelo seco e água e nos camarões conservados em gelo seco, respectivamente.

A qualidade da textura dos crustáceos é uma das características mais preconizadas e valorizadas pelo consumidor, porém, sua avaliação por painel sensorial pode apresentar erros, devido a variabilidade entre os julgamentos. Sendo assim, é de grande valia associar a determinação instrumental e sensorial deste parâmetro (FURLAN *et al.*, 2013).

Alterações de textura em músculos de pescados ou crustáceos marinados podem ocorrer por proteólise, alterações na associação de fibras musculares, e/ou interações entre proteína e água. Amostras de crustáceos marinadas em soluções ácidas, por exemplo, sofrem o processo de desnaturação protéica induzida pelo ácido, o que resulta no decréscimo da capacidade de ligação da molécula de água à miosina, actina e todos os outros componentes miofibrilares (LINDNER *et al.*, 1988). Em dados literários sobre o processo de marinação de camarões crus foi observado que, embora as análises eletroforéticas tenham detectado perdas de miosina e actina, a utilização da marinação não induziu mudanças na textura dos camarões, atribuindo que a degradação de outras proteínas do músculo esteja envolvida nesta mudança (XIONG *et al.*, 2002). Em outra pesquisa, Pornrat *et al.* (2007) constataram que a força de cisalhamento do camarão *Macrobrachium rosenbergii* decresce significativamente com o acréscimo do tempo de armazenamento em gelo. A força de cisalhamento máxima (18,21 N/cm) foi observada no músculo do camarão fresco, decrescendo para 14,5 N/cm no terceiro dia, e depois para 12,46 e 10,79 N/cm no sexto e 14º dias em gelo, respectivamente. Os testes sensoriais também mostraram um decréscimo na firmeza durante o tempo de armazenamento, apresentando correlação positiva ($r^2 = 0,988$; $p < 0,05$) com a força de cisalhamento. Os autores concluíram que o camarão *Macrobrachium rosenbergii* armazenado em gelo manteve a textura do músculo firme e com boa qualidade até o terceiro dia de armazenamento. Após o sexto dia, a textura apresentou valores menores (mais macia, $< 12,46$ N/cm; $p < 0,05$) e a qualidade organoléptica foi inaceitável para o consumo.

De acordo com Benjakul *et al.* (2008), a força de cisalhamento do músculo do camarão aumenta quanto maior o tempo de cozimento. Neste trabalho, os valores da força de cisalhamento dos camarões aumentaram ($p < 0,05$) após processo de cocção por mais que 0,5 min, com valores de 21 para 28 N.cm⁻² no corpo do camarão tigre preto e de 15 para 27 N.cm⁻² no camarão branco. O calor pode causar o encolhimento das fibras musculares e perdas de água na estrutura do músculo, o que contribui para o aumento da força de cisalhamento das amostras.

Com base no exposto, a análise sensorial também é uma boa ferramenta para a determinação da qualidade e durabilidade de um determinado produto (MARTÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2007). É importante salientar que as forças de compressão (tátil ou instrumental) e o painel sensorial podem ter baixa correlação, embora ambas sejam muito válidas no estudo do aparecimento de “mushiness” em camarões conservados em gelo (Angel *et al.*, 1985).

Erickson *et al.* (2007), em pesquisa de análise sensorial de camarões de diferentes espécies, observaram que o atributo que mais distingue o tipo de camarão comercializado é a aparência. O camarão Burma Black Tiger, por exemplo, mostrou carapaça mais escura e com listras quando cru e, quando cozido apresentou coloração vermelho/laranja. Quanto ao sabor do camarão cozido, o camarão branco da Geórgia apresentou tendência em melhor avaliação (48,0; 46,8; $p>0,05$), embora não tenha havido diferença significativa das outras espécies estudadas. Outra característica que pode ser observada neste estudo, foi a adição dos aditivos tripolifosfato de sódio e bissulfito de sódio no camarão Gulf. A adição desses ocasionou altos escores de salinidade no camarão Gulf rosa, sendo quase o dobro do escore dos outros camarões. Entretanto, o escore de frescor do camarão Gulf Rosa foi 20% mais baixo (39,2; 34,2; 22,9; 22,9; 21,3; 21,1; 21,0; 20,3 e 18,2), $p<0,05$) que dos demais (Gulf rosa, Gulf marrom, “Mexican” branco, “Georgia” branco, “Belise” branco, “Burma” tigre, “Georgia” marrom, “Honduras” branco e “Colombia” branco). Quanto aos camarões cozidos, não foram detectadas diferenças significativas ($p>0,05$) nos atributos: acidez, frescor, firmeza, mastigabilidade e fibrosidade. Após cozimento do camarão branco da Geórgia, a principal mudança notada na aparência do camarão foi a perda da coloração vermelho/laranja da superfície do camarão, ocorrendo uma mudança para coloração marrom (coloração laranja/avermelhada: 56,6 e 49,4 (dia 0 e dia 10, respectivamente) e coloração marrom: 4,1 e 6,5 (dia 0 e dia 10).

Jeyasekaran *et al.* (2006), trabalhando com camarões brancos indianos armazenados em gelo seco, verificaram que os camarões com 18 horas de armazenamento em gelo (embalagem III) exibiram odor amoniacal, a cabeça se tornou de coloração laranja pálida e perda da textura firme apresentada na captura (escore ~8,5 vs. 6,7), enquanto os camarões armazenados em gelo seco (embalagem I) ou em gelo seco com água (embalagem II) mantiveram cor e textura original, mas perderam o odor de mar característico. Com 24 horas de armazenamento, os camarões conservados em gelo exibiam odor de deterioração, corpo macio, e coloração fracamente alaranjada

(4,4). Os camarões conservados em gelo seco e água apresentaram leve odor amoniacal, leve perda de textura e leve perda da coloração da cabeça (6,1), enquanto os camarões conservados apenas em gelo seco mantiveram as características de cor e textura com escore sensorial de 7,7. Após 32 horas de armazenamento, as amostras da embalagem II foram rejeitadas sensorialmente pelo odor sulfídrico e perda de textura (3,9) e as amostras da embalagem I exibiam leve odor sulfídrico e moderada perda de textura (4,6).

Segundo Haider *et al.* (2011) em pesquisa de qualidade de camarões gigantes, através da classificação proposta pela tabela de pontos de qualidade (qualidade máxima: 25 pontos e qualidade mínima: 5 pontos), observaram que as amostras de camarões provenientes de cultivo apresentaram excelente qualidade no 3º dia de armazenagem (25 pontos), qualidade boa no 5º dia (21 pontos) e no 7º dia (17 pontos) estavam em estado de deterioração mas ainda em condição aceitável. Apenas no 9º dia (14 pontos), os camarões foram classificados como de má qualidade, mostrando deterioração e assim cruzando o ponto de rejeição. Já os camarões coletados nos entrepostos só apresentaram qualidade aceitável até o 4º dia de estocagem, sendo o total de pontos de qualidade do 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dia com valores de 23, 19, 16, 14 e nove, respectivamente. As mudanças na qualidade organoléptica dos camarões provenientes do cultivo foram divididas em quatro fases segundo tempo de armazenamento em gelo: fase I (0 a 1), fase II (2 a 4), fase III (5 a 7) e fase IV (8 a 9). Na fase I, os camarões eram brilhantes e apresentavam iridescência, eram de consistência firme e textura elástica, cor branca e odor natural. Na fase II, iniciou a perda de brilho, tornou-se mais macio e apresentou alguma perda de textura, cor rosada e odor neutro. Na fase III, ocorreu perda considerável de brilho e textura, a carne ficou neutra e sem nenhum odor. Na fase IV, evidenciaram-se sinais de espoliação com odor ácido e o camarão tornou-se descolorido.

A cor é um dos principais parâmetros para avaliação da qualidade do produto pesqueiro, juntamente com outras características como pH e textura. Já a análise sensorial, além de ser um teste de baixo custo e rapidez, tem forte ligação com os padrões de aceitação do consumidor (PINO, 2005).

Todos os parâmetros de cor que mostram mudanças na coloração em camarões são associados a desnaturação de proteínas do camarão. A diminuição no teor de umidade e proteína de camarão ocasionam mudanças de cor, devido ao encolhimento do camarão que conseqüentemente eleva a densidade e, portanto, tende a aumentar a

intensidade da cor do produto (NIAMNUY, DEVAHASTIN e SOPONRONNARIT, 2007).

Em estudo com o camarão tigre preto e com o camarão branco, foram percebidas diferenças nos valores de luminosidade (L^*), vermelho (a^*) e amarelo (b^*) entre as espécies, sugerindo que as diferentes espécies apresentam pigmentos distintos. Entretanto, valores similares foram obtidos nas diferentes partes da mesma espécie. Os valores de L^* , a^* e b^* aumentaram consideravelmente quando o camarão era submetido ao processo de cocção por mais que 0,5 min. ($p < 0,05$). Os resultados sugerem que o aquecimento causa a desnaturação das proteínas musculares assim como das proteínas carotenóides, como consequência, os carotenóides podem exibir sua própria coloração, alterando a cor de laranja para vermelho, o que justifica o aumento dos valores de a^* e b^* . O camarão tigre preto apresentou maiores valores de a^* do que o camarão branco (~8 e ~7, respectivamente, com 0.5 minutos de cozimento, ~18 e ~14, respectivamente, com 3 minutos de cozimento, medidos na parte mediana do camarão), sugerindo maior concentração de pigmentos carotenóides. Os valores de L^* , a^* e b^* do corpo do camarão tigre preto antes da cocção foram 40; -2,5 e -2,5; respectivamente e, após 3 min. de cocção, foram 60; 18 e 18. Comportamento similar foi verificado nos valores de L^* , a^* e b^* do corpo do camarão branco que, antes e após o processo de cocção, foram 32; -0,5 e -0,5 e 65; 14 e 12, respectivamente (BENJAKUL *et al.*, 2008).

Em estudo com lagostins, foi percebido que os teor de vermelho (a^*) tenderam a decrescer durante o armazenamento, indicando que as amostras estão gradualmente alterando a cor para tons esverdeados. Já o teor de amarelo (b^*) não apresentou um comportamento definido durante o tempo de estocagem (MARTÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2007). Em outro trabalho com lagostins, ROTLLANT *et al.* (2002 apud GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2005) encontraram teor de luminosidade significativamente superior em camarões rosa *Aristeus antennatus* tratados com aditivos à base de sulfitos que amostras sem uso de conservante, demonstrando que os sulfitos são potentes agentes redutores e capazes de branquear crustáceos. Estes conservantes são utilizados pela indústria pesqueira principalmente para manter as características organolépticas dos produtos e prevenir o crescimento microbiano, contribuindo para o aumento da vida-de-prateleira.

3.4 Microbiologia do camarão

Os crustáceos, assim como peixes e moluscos, são produtos de origem animal de reconhecida perecibilidade, pois apresentam características intrínsecas favoráveis a deterioração enzimática e/ou microbiológica, sendo fundamental a utilização de métodos de conservação visando sua integridade organoléptica, microbiológica e nutricional (MOURA *et al.*, 2003).

As contagens microbianas em crustáceos são determinadas no músculo do animal e apresentam um número semelhante ao dos peixes, geralmente alcançando populações entre log 3 e 6 UFC.g⁻¹ (VIEIRA, 2004). Porém este valor apresenta grande variação e depende das condições de cultivo, de manuseio e da forma de conservação. Assim, um dos fatores que influenciam a durabilidade e contagem bacteriana do crustáceo é o local onde este foi capturado ou cultivado, pois a qualidade microbiológica da água pode conferir a contagem inicial do pescado. A água de regiões costeiras pode conter microbiota de até 10⁶ UFC.cm⁻³. Outro fator é o método de captura, pois estudos relatam que pescados capturados através de redes podem estar mais expostos a contaminação microbiológica por entrarem em contato com o fundo do local (VIEIRA, 2004).

Os micro-organismos podem ser divididos em grupos: patógenos, deteriorantes e utilizados na indústria. Os patógenos geralmente estão relacionados a condições de higiene precárias e podem causar problemas a saúde dos consumidores, entre eles estão a *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* e etc. Estes micro-organismos dificilmente se desenvolvem em temperatura de refrigeração. Já os deteriorantes, ocasionam a deterioração do pescado através da sua capacidade proteolítica, pectinolítica, lipolítica dentre outras, porém algumas famílias podem crescer em temperatura ambiente ou desenvolverem-se sob refrigeração (YOKOYAMA, 2007).

A legislação brasileira, através da RDC n°. 12 da ANVISA, não faz menção aos micro-organismos deteriorantes, sendo preconizado o limite aceitável apenas aos micro-organismos patogênicos, como: Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella* sp. e Coliformes a 45 °C (BRASIL, 2001). Os limites de tolerância para amostras indicativas estabelecidos por esta resolução são de: 10³ UFC.g⁻¹ para Estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella* sp. para crustáceos *in natura*, resfriados ou congelados não consumidos crus; 10³ UFC.g⁻¹ para Estafilococos coagulase positiva, ausência de *Salmonella* sp. e 10² UFC.g⁻¹ para Coliformes a 45°C para crustáceos secos

e/ou salgados e semi conservas de crustáceos, mantidos sob refrigeração (marinados, anchovados ou temperados) (BRASIL, 2001).

Os crustáceos também apresentam critérios para *E. coli* recomendados pela *International Commission on the Microbiological Specification for foods* (ICMSF) que preconiza uma contagem mínima de 11/cm² e máxima de 500/cm² de *E. coli* tanto para crustáceos congelados crus quanto para cozidos. Para contagem total de microorganismos, valores que excedam 7 log UFC.g⁻¹ caracterizam os produtos de espécies marinhas frescas como inaceitáveis (ICMSF, 1986).

As bactérias do grupo coliforme são consideradas indicadoras de poluição fecal em águas. São bastonetes gram-negativos, não esporulados e que fermentam a lactose dentro de 48 horas. Os coliformes são representados por quatro gêneros da família Enterobacteriaceae: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* e *Klebsiella*, sendo que a *E. coli* é o melhor indicador de contaminação fecal que os demais gêneros (JAY, 2005).

Em estudo com camarão indiano branco, a contagem inicial de coliformes totais encontrada foi de 21 NMP.g⁻¹, com acréscimo para 27 e 22 NMP.g⁻¹ com 1 hora de armazenagem nos camarões conservado em gelo seco e água e nos conservados em água. Ao longo da armazenagem, a contagem de coliformes dos camarões conservados em água aumentou para 920 NMP.g⁻¹ (JEYASEKARAN *et al.*, 2006).

As bactérias isoladas do pescado marinho são geralmente psicotróficas ou psicotolerantes, enquanto pescado de regiões tropicais apresentam uma microbiota predominantemente mesófila, por isso apresentam períodos de estocagem mais longos comparados aos capturados em águas frias ou temperadas. Em camarões, aparecem com maior frequência as famílias *Moraxella*, *Acinetobacter* e *Corynebacterium* (VIEIRA, 2004).

Segundo Angel *et al.* (1985), os grupos predominantes de bactérias proteolíticas isoladas em camarões conservados em gelo são as *Pseudomonas* (84%) e *Flavobacterium* (11%). É importante também ressaltar que a contagem de bactérias proteolíticas pode representar cerca de 78-96% da contagem de bactérias totais durante o armazenamento do produto, demonstrando que a maioria das bactérias psicotróficas são proteolíticas.

Quando os peixes são conservados de 0 a 5°C, a microbiota apresenta alterações graduais, pois bactérias como *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Moraxella* desenvolvem-se nesta faixa térmica, enquanto *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus* não são capazes ou proliferam lentamente. Por isso, o grupo *Pseudomonas* é o principal

micro-organismo envolvido no processo de deterioração de pescados (OGAWA e MAIA, 1999).

Em estudo com o camarão branco fresco, verificou-se que este carregava uma flora bacteriana de *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium* e *Serratia*, sendo *Pseudomonas* o gênero mais encontrado (38%) nos camarões conservados em gelo, seguido por *Serratia*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Aeromonas*, *Micrococcus*, *Alteromonas*, *Bacillus* e *Staphylococcus* (JEYASEKARAN *et al.*, 2006).

A redução ou controle da proliferação de micro-organismos deve ser cumprida para satisfazer o padrão microbiológico aceitável de camarão seco que, segundo a legislação brasileira, é < que 10^5 UFC.g⁻¹ de amostra. Em trabalho com camarões *Penaeus indicus* descrito por Niamnuy, Devahastin e Soponronnarit (2007), foi encontrado contagens totais em placas de camarões crus frescos ao redor de $3,3 \times 10^6$ a $3,8 \times 10^6$ organismos/g de amostra.

Furlan (2013) observou em seu trabalho com camarão marinho *Xiphopeneaus kroyeri* armazenado em gelo, que no quinto dia de armazenagem as contagens de micro-organismos aeróbios psicrotóxicos já haviam superado a contagem de 10^5 UFC.g⁻¹, considerando-os responsáveis pela deterioração dos camarões.

Jeyasekaran *et al.* (2006) encontraram no camarão branco indiano fresco uma população inicial de 10^6 UFC.g⁻¹ com redução de um (1) logaritmo após uma (1) hora de conservação em gelo seco (I). A população inicial foi mantida por 12 horas nos camarões conservados em gelo seco/água (II) e uma (1) hora nos conservados em água (III). Durante o armazenamento, a contagem total de bactérias aumentou gradualmente e atingiu um valor de 10^8 UFC.g⁻¹ nas amostras conservadas em gelo seco e gelo seco/água e 10^9 UFC.g⁻¹ nas amostras conservadas em água.

Visando controlar a população microbiana, bem como agregar valor aos produtos pesqueiros, a indústria utiliza aditivos alimentares com ação conservante para prolongar a vida-de-prateleira dos produtos e manter suas características organolépticas.

3.5 Aditivos Alimentares

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 20% dos alimentos produzidos são perdidos por deterioração. Além disto, a crescente demanda por alimentos processados, de conveniência e de prateleira, tornou imperativo o uso de preservativos químicos.

Os aditivos alimentares são substâncias que são adicionadas aos alimentos com o propósito de manter ou modificar o seu sabor ou melhorar a sua aparência. Alguns aditivos são utilizados há séculos, como o sal, porém com o desenvolvimento da indústria alimentar na segunda metade do século XX, foram progressivamente introduzidos novos aditivos, de origem natural ou artificial, permitindo a produção em larga escala e o transporte de alimentos a grandes distâncias, assegurando que o produto chegue ao consumidor com um aspecto atrativo e o mais próximo das características originais.

Os alimentos estão sujeitos a mudanças físicas, químicas e microbiológicas que interferem na sua qualidade final. A adição de conservantes não torna os alimentos livres de micro-organismos, tão pouco reduz a contaminação da flora já existente, mas retardam o crescimento de novos micro-organismos (ARAÚJO, 2008).

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS), por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é 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).

A escolha adequada de um conservante deve ser feita com base em alguns fatores tais como: o tipo de micro-organismo a ser inibido, a facilidade de manuseio, o impacto no paladar, o custo e a sua eficácia. A eficácia de um conservante pode ser influenciada pela presença de outros inibidores do crescimento, pelo pH e composição do produto, pelo teor de água do alimento e pela contagem inicial de contaminação, seja do alimento ou ambiental (LÓPEZ, LIMA-COELHO e LIRA, 2009).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para camarão fresco, através da Portaria n. 456, o metabissulfito de sódio é o único conservante mencionado. Este regulamento menciona o uso obrigatório do nome deste aditivo na rotulagem quando este for utilizado no produto comercializado, além de frisar a obrigatoriedade em respeitar o limite de enxofre residual estabelecido pelo órgão competente da saúde, sendo que esta análise deve ser realizada na matéria-prima e no produto final (BRASIL, 2010).

Conforme a Resolução CNS/MS n. 4 que trata sobre aditivos intencionais, no camarão somente é permitido o uso dos aditivos metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e bissulfito de sódio (NaHSO_3), desde que o nível residual de SO_2 não ultrapasse $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de músculo comestível e seus respectivos limites máximos a serem acrescentados é de 0,01 e $0,003 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para camarões crus e cozidos, respectivamente (BRASIL, 1988).

Geralmente a concentração de metabissulfito de sódio utilizada em camarões pós-despesca no Brasil é de 6% e o tempo de imersão é de 15 a 20 minutos. Este aditivo é utilizado na forma de pó cristalino de coloração branca amarelada. Devido ao fato da reutilização da solução, diluição do sulfito pelo degelo da água, absorção de sulfito pelos camarões e perda natural de eficácia do aditivo, há relatos de uma segunda adição de metabissulfito a solução, gerando assim resíduo excessivo de SO_2 no produto final (YOKOYAMA, 2007).

Os agentes sulfitantes – que incluem o dióxido de enxofre (SO_2) e seus sais de sódio, potássio e cálcio – são aditivos alimentares que atuam na inibição da deterioração provocada por bactérias, bolores e leveduras em alimentos ácidos, e também na inibição de reações de escurecimento enzimático e não enzimático durante o processamento e a estocagem (POPOLIM e PENTEADO, 2005; MACHADO, TOLEDO e VICENTE, 2006). Essas substâncias químicas tem o poder de se ligar, de forma irreversível, com as quinonas, evitando assim sua polimerização através das polifenoloxidasas, e formando componentes incolores (MONTERO, LÓPEZ-CABALLERO e PEREZ-MATEOS, 2001).

Nos produtos comerciais é comum a mistura do metabissulfito de sódio com outros aditivos que possam contribuir na prevenção da melanose. Com o aumento de órgãos governamentais reguladores do uso de sulfito e a maior consciência por parte do consumidor em relação aos danos do excesso deste composto, surgem então, o interesse e a necessidade por pesquisas com substâncias alternativas ao sulfito e por padronização nos procedimentos de beneficiamento e estocagem (YOKOHAMA, 2007).

O metabissulfito de sódio possui as vantagens de melhorar as qualidades sensoriais e gerais do produto embora seja necessário o controle da concentração adicionada ($50 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ para crustáceos não cozidos) pois quando extrapolado pode causar problemas a saúde humana (MOL e TURKMEN, 2010).

Em trabalho sobre a ação antimicrobiana do metabissulfito de sódio em camarões do gênero *Penaeus*, de todas as concentrações analisadas, a concentração de

2,5% foi a mais eficiente, acarretando na redução de 74% da população microbiana inicial (PYLE e KOBURGER, 1981 *apud* GÓES *et al.*, 2006).

Vários conservantes estão sendo pesquisados em trabalhos científicos como métodos alternativos ao metabissulfito de sódio, com a finalidade de se comprovar a eficiência de misturas ou menores quantidades deste aditivo para manutenção da qualidade, como: 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 (OTWELL e MARSHALL, 1986; ROCCO *et al.*, 1997; YOKOYAMA, 2007; LÓPEZ, LIMA-COELHO e LIRA, 2009; PARDIO *et al.*, 2011). Segundo Taylor *et al.* (1986 *apud* GÓES *et al.*, 2006), bons resultados foram encontrados com substitutos para sais de sulfito em alimentos.

Existem variados tipos de conservantes, como os ácidos, por exemplo, que servem a um duplo propósito, que apresentam ação acidulante e conservante. A adição de nitritos e nitratos em carne e derivados, além do efeito conservante, está também associada à obtenção de cor, sabor e textura, além de servir como antioxidante (LÓPEZ, LIMA-COELHO e LIRA, 2009).

O conservante mais antigo conhecido é o cloreto de sódio, sua ação ocorre devido a desidratação que ocasiona tanto no alimento como nos micro-organismos, além de influenciar a alteração da osmolaridade do meio. Uma solução de sal em água em torno de 0,85 a 0,90% produz condição isotônica para micro-organismos não-marinheiros, enquanto concentrações de 5% levam a diferença de concentração, acarretando em plasmólise, e conseqüentemente, morte celular (JAY, 2005).

Nas residências e em serviços de alimentação está sendo utilizada a marinação de camarões em diferentes soluções de cloreto de sódio e ácidos fracos antes do processo de cocção, visando potencializar o sabor e melhorar a textura do crustáceo. Camarões crus após marinação em ácido cítrico mostraram maior dureza comparados com tratamentos de marinação em água e cloreto de sódio (XIONG *et al.*, 2002).

O uso de cloreto de sódio em camarões leva a um decréscimo na temperatura da desnaturação protéica. A diferença de luminosidade (ΔL^*) geralmente aumenta com o aumento da concentração de sal, proporcionando uma aparência fresca ao produto cru. A desnaturação e coagulação miofibrilar, associado ao encolhimento do colágeno e perda da capacidade de retenção de água também faz com que aumente a rigidez do camarão, outro fator que contribui para a manutenção das características do produto fresco (NIAMNUY, DEVAHASTIN e SOPONRONNARIT, 2007).

Posombom (1998 *apud* NIAMNUY, DEVAHASTIN e SOPONRONNARIT, 2007), estudando os efeitos da concentração de sal e tempo de fervura na qualidade final do camarão seco, encontrou uma redução na contagem de micro-organismos à limites permitidos quando utilizou cloreto de sódio à 2%.

Frangos *et al.* (2010), observando a eficiência da adição de cloreto de sódio na vida-de-prateleira da truta arco-íris, verificaram que a adição de NaCl na concentração de 10% ocasionou uma maior vida-de-prateleira ao produto (adição de 9 dias), bem como menor produção de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) comparado ao grupo controle (sem adição de cloreto de sódio), além de manter todos os atributos sensoriais aceitáveis até o 14º dia de armazenamento.

O cloreto de sódio ainda é conhecido pelo seu poder antimicrobiano, sendo utilizado usualmente nas concentrações de 2 a 4% do composto seco em peixes. Hwang, Sheen e Juneja (2009), verificando o efeito deste aditivo na inativação de *Listeria monocytogenes* em salmões, verificaram que ao aumentar a concentração de 0% para 1% de sal ocorreu um acréscimo de 8,6% no índice de inativação da bactéria, e com 2% gerou um índice de inativação de 4,7%. Os autores concluíram que altos níveis de cloreto de sódio podem gerar resistência microbiana.

Outro aditivo amplamente difundido na indústria alimentícia é o ácido cítrico, conhecido pelo seu uso na fabricação de refrigerantes, por prevenir cristalização em balas, estabilizante em sucos, prevenção do escurecimento em vinhos brancos, e também como conservante em produtos defumados cujo ingrediente seja carne mecanicamente separada (MATTEY, 1992). A adição de ácidos, como o ácido cítrico e o ácido ascórbico, em camarões desencadeia uma redução de pH, o que leva a uma redução da melanose, pois certas espécies de camarões apresentam maior susceptibilidade a inibição das polifenoloxidades pela presença de pH baixo do meio (MONTERO, MARTÍNEZ-ÁLVAREZ e GÓMEZ-GUILLÉN, 2004).

O ácido cítrico tem como função na conservação de crustáceos prevenir a oxidação e diminuir a desidratação, além de não conter um limite de quantidade para o uso (MOL e TURKMEN, 2010). Usualmente o ácido cítrico tem sido usado na prevenção de melanose em camarões associado ao metabissulfito de sódio (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2005; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, GÓMEZ-GUILLÉN e MONTERO, 2005; LÓPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007; PARDIO, WALISZEWSKI e ZUÑIGA, 2011). Em contrapartida, Xiong *et al.* (2002) observaram ação positiva do ácido cítrico também sobre a textura do camarão *Machrobrachium rosenbergii*, na concentração de

0,5%, sendo necessário maiores estudos de sua ação em outras características de qualidade do camarão usado sem associação com outros aditivos e em maiores concentrações.

O nitrito de sódio (NaNO_2), por sua vez, é conhecido por ser amplamente utilizado em carnes bovinas e suínas e produtos marinhos para preservação e desenvolvimento da típica coloração rosa brilhante associada as carnes curadas e defumadas, além de sua reconhecida ação antimicrobiana, tanto em patógenos (*Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*) como em algumas bactérias deteriorantes. Esta capacidade de manter ou melhorar a coloração rósea ocorre pois este conservante atua na estabilidade da mioglobina. Além disto, a adição de 0,1% de nitrito de sódio na salmoura de camarões *Macrobrachium rosenbergii* mostrou eficácia na manutenção de odor e melhora na coloração do produto (ROCCO *et al.*, 1997). Em meio ácido esse composto se ioniza gerando ácido nitroso, o qual é decomposto em ácido nítrico, produto importante na fixação de cor em carnes. Assim o nitrito possui efeito como conservantes de peixes em pHs baixos. Um dos grandes problemas do uso do nitrito é a geração de compostos, como as nitrosaminas e efeito antibotulínico, este gerado através do aquecimento ou defumação de peixes contendo nitrito (JAY, 2005).

Como as carnes brancas apresentam baixo conteúdo de mioglobina, sua maior função está na preservação da qualidade microbiológica, embora Zaitsev *et al.*, (1969 *apud* ROCCO *et al.*, 1997) citam que sua utilização no processamento de caudas de lagostins enlatados faz com que ocorra a manutenção da coloração brilhante.

Nyachuba, Donnelly e Howard (2007), analisando a ação anti-listeriana do nitrito de sódio (concentração de 100 a 200 ppm) em carnes e produtos marinhos, observaram rápida conversão de nitrito em óxido nitroso e verificaram baixa ou nenhuma concentração de nitrito residual. Os autores julgaram que esta conversão deve ser realizada pela ação das bactérias presentes nos alimentos.

Segundo a Portaria nº 1.004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, de 11 de dezembro de 1998, o uso do aditivo nitrato de sódio é aprovado para os seguintes produtos: produtos cárneos industrializados e frescos embutidos e não embutidos, produtos secos, curados e/ou maturados embutidos ou não, produtos cozidos embutidos ou não, produtos salgados crus, produtos salgados cozidos e conservas cárneas, mistas e semiconservas cárneas. Todos os produtos podem ser acrescidos de $0,015\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, ou seja, valor residual máximo como nitrito de sódio (BRASIL, 1998).

Embora os conservantes químicos sejam aditivos que tem por objetivo impedir ou retardar as alterações provocadas por micro-organismos, sua escolha depende do produto cárneo produzido, das alterações organolépticas geradas como paladar e coloração e do custo de sua utilização (LÓPEZ, LIMA-COELHO e LIRA, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta, amostragem e armazenamento

Foram utilizados camarões da espécie *Xiphopenaeus kroyeri* oriundos da Lagoa dos Patos, no município de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil, com temperatura média no momento da captura de 20-23°C e peso médio de 5,00 ± 2,00 g.

Os camarões inteiros foram coletados imediatamente após a chegada das embarcações, armazenados em caixas isotérmicas com gelo e encaminhados ao Centro de Pesquisa, Ensino e Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPETEC-UFRGS). Os camarões foram lavados em água corrente, drenados e distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos submetidos a diferentes conservantes: T1: água destilada (sem conservante – grupo controle), T2: solução de cloreto de sódio (2%; w/v), T3: solução de metabissulfito de sódio (2,5%; w/v), T4: solução de nitrito de sódio (1%; w/v) e T5: solução de ácido cítrico (2%; w/v).

4.2 Amostragem

Cada tratamento foi constituído por 2 kg de camarão, esta amostragem foi submetida a imersão em água e/ou água e conservante, dependendo do tratamento, em 15 minutos de imersão (Figura 2). Após os camarões foram armazenados em embalagens plásticas individuais devidamente identificadas e encaminhadas para resfriamento doméstico (7-10°C) durante 13 dias. As amostras, durante o tempo de estocagem, foram destinadas a análises químicas, físicas, microbiológicas e organolépticas.

Figura 2 – Imersão dos camarões em solução conservante.



Durante o período de armazenamento, alíquotas eram coletas para análise laboratoriais. O comportamento das características analisadas foi avaliado nos dias 1, 7, 10 e 12 para as variáveis pH e BNVT, 1, 7 e 12 para textura e sulfito residual, 1, 5, 8, 10 e 12 para as análises microbiológicas, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 e 11 para avaliação de graus de melanose, e a avaliação de colorimetria foi realizada diariamente até o 13º dia de armazenamento.

4.3 Análises químicas

4.3.1 Determinação de pH

A determinação do pH muscular foi realizada através de pHmetro digital de bancada, Modelo PHS-3B, Phtek[®]. Foram utilizadas 10 g de amostra triturada em mixer Modelo Robot 250, Mallory[®] acrescidas em 10 mL de água destilada e homogeneizadas para aferição do pH do meio (Figura 3), segundo metodologia de Pregnotatto e Pregnotatto (1985). Todas as análises foram realizadas em duplicada nos dias 1, 7, 10 e 12.

Figura 3 – Análise quantitativa de pH do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* submetido a diferentes conservantes.



4.3.2 Análises de Bases Nitrogenadas Voláteis (BNVT)

Foram homogeneizados 50 g de camarão de cada tratamento com 150 mL de ácido tricloroacético – TCA 5% para extração e precipitação do nitrogênio protéico. Filtrou-se em papel filtro Whatman n° 41 (Schleicher & Schuell, Maidstone, Inglaterra) através de bomba à vácuo. Após foi pipetado 10 mL do filtrado e 20 mL de água destilada para um Erlenmeyer (1,0 L) e, antes da destilação, foi adicionado 2 g de MgO. As bases voláteis foram destiladas por arraste de vapor, recebidas em Erlenmeyer com 20 mL de solução de ácido bórico (4 %) e 5 gotas de identificador misto. A destilação foi efetuada até o volume de 100 mL, sendo em seguida titulada com solução de ácido sulfúrico (0,01 N) até mudança de cor azul claro para rosa claro (BRASIL, 1981). Esta análise foi realizada nos dias 1, 7, 10 e 12 de armazenamento, em duplicata.

O cálculo da quantidade de BNVT (mg N/100 g de camarão) foi obtido pela fórmula:

$$\text{BNVT mg/100 g} = (14 \times 190 \times v \times f \times N \times 100) / (p \times V), \text{ onde:}$$

v = volume de H₂SO₄ titulado

f = fator de correção do H₂SO₄

N = normalidade do H₂SO₄

p = peso da amostra

V = volume da alíquota do filtrado

4.3.3 Análise de Sulfito Residual

As análises de sulfito residual foram realizadas apenas no tratamento T3: solução de metabissulfito de sódio (2,5%; w/v) através de teste qualitativo colorimétrico, utilizando Tiras Reativas Merckoquant sulfito Merck® (*Sulfitest sulfite test strips*), conforme ilustrado na Figura 4. Imergiu-se a fita por 30 segundos em 10 mL de solução de água destilada e camarão triturado, após a reação colorimétrica ser obtida a fita foi comparada com a escala contida no produto seguindo as recomendações do fabricante. Esta análise foi realizada em triplicata.

Figura 4. Teste colorimétrico qualitativo para análise de sulfito em alimentos.



4.4 Análises físicas

4.4.1 Análise de textura

Foram retiradas 5 unidades de camarão de cada tratamento, nos dias 1, 7 e 12 de estocagem sob refrigeração. As amostras foram cozidas em água fervente por 4 minutos, após foram resfriadas em temperatura ambiente até atingirem 25°C e submetidas a um teste de compressão utilizando um Texturômetro Modelo TA.xT Plus, Marca Chatillon®. O segmento foi colocado em uma plataforma e comprimido por uma Probe (sonda) de 20 mm com uma velocidade de 0,8 mm por segundo até atingir 50 % de sua

altura original (ANGEL *et al.*, 1985). Foram realizadas em quintuplicata todas as análises. Os resultados geraram valores de textura em kgf.g^{-1} .

4.4.2 Análise instrumental para cor

Para a determinação da cor dos camarões, as amostras permaneceram em repouso, em sala climatizada a 15°C por 30 minutos, para oxigenação da superfície das mesmas. A cor foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil Konica Minolta®, Modelo Chroma Meter CR-410, com fonte de luz de D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30mm. O aparelho foi sempre calibrado com um padrão branco ($L^*= 93,80$, $a^*= -0,89$, $b^*=0,95$) e outro preto ($L^*= 1,19$, $a^*= 1,27$, $b^*= 1,92$). Para cada amostra, constituída de 10 camarões, foram feitas três leituras utilizando-se os parâmetros do sistema CIELab* (L^* indica a luminosidade, a^* representa cor e saturação no eixo vermelho-verde e b^* significa cor e saturação no eixo amarelo-azul), estabelecido em 1967 pela Comissão Internacional de Iluminação (PARISENTI *et al.*, 2011). As medidas foram realizadas em três lugares distintos, na superfície da amostra, tomando-se a média como o valor determinado, nos dias 1 ao 13 de armazenamento. Esta análise foi realizada em triplicata.

4.5 Análises microbiológicas

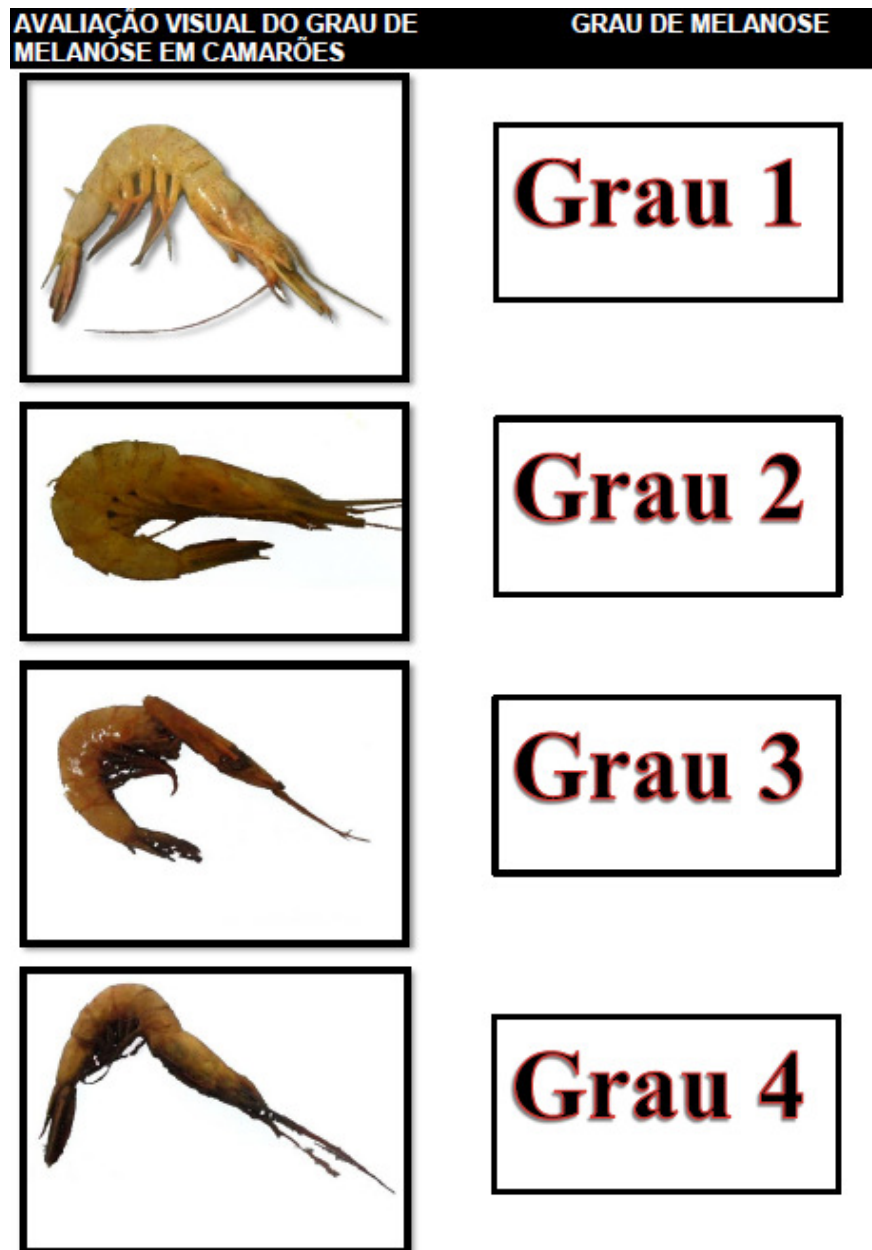
Foram pesados 25 g de amostra de cada tratamento, as quais foram homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1% estéril, em *Stomacher Seward*®, modelo Laboratory Blender *Stomacher 400*, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . A partir desta, foram realizadas sete diluições decimais em tubos de ensaio, a partir de 1 mL e diluindo-se em 9 mL de água peptonada estéril. Alíquotas de 1 mL das diluições 10^{-4} a 10^{-8} foram inoculadas, em duplicata, em placas de Petri. Para análise dos micro-organismos mesófilos e psicrotróficos, foi adicionado o *Plate Count Agar* (PCA), homogeneizados e, após completa solidificação do meio de cultura, as placas foram incubadas invertidas em estufa a 37°C por 48 horas, para os micro-organismos mesófilos e, em BOD a 20°C por 72 horas, para micro-organismos psicrotróficos. Para as análises de coliformes totais e termotolerantes, as alíquotas eram inoculadas e espalhadas com auxílio de alça de Drigalsky em placas de Petri com meio *Chromocult*® MERCK, e incubadas invertidas em estufa a 37°C por 24 horas.

Os resultados foram expressos em $\log \text{ UFC.g}^{-1}$ (SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA, 1997). As amostras foram realizadas em duplicata.

4.6 Avaliação do grau de melanose

A melanose foi avaliada por um painel semi-treinado de 11 juízes, os quais fizeram avaliação visual e classificaram os graus de melanose em uma escala de quatro pontos, sendo 1 considerado sem presença de melanose ou ausência de descoloração, 2 considerado mudança pequena de coloração de leve a moderada (mais de 30% da superfície do camarão afetada), 3 melanose severa (30-70% da superfície do camarão afetada em menos que 50% dos indivíduos) e 4, coloração escura extremamente severa (70-100% da superfície do camarão afetada na maioria dos indivíduos). Esta avaliação foi realizada seguindo modelo de imagens (Figura 5) criada de acordo com os critérios de MONTERO, MARTÍNEZ-ALVAREZ; e GÓMEZ-GUILLÉN (2004), baseado em graus de estágios de desenvolvimento da melanose. Para cada tratamento, cada julgador avaliou 10 amostras distintas através de fotografias, nos dias 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 e 11 de armazenamento sob refrigeração, totalizando 400 fotos analisadas.

Figura 5 – Graus de melanose para análise visual de cor.



4.7 Análise sensorial

Para a avaliação sensorial foram realizados um método sensorial descritivo, Análise Descritiva Quantitativa, e um método sensorial afetivo, Teste de Preferência (ANEXO A). Na ADQ foi considerado os atributos: aparência geral, cor, sabor, textura e odor. As amostras de cada tratamento, após três (3) dias de refrigeração, foram

retiradas e cozidas em água fervente por 4 minutos e avaliadas por um grupo de 15 provadores semi-treinados. Os valores foram expressos de acordo com uma escala hedônica de cinco (5) pontos sendo: A (gostei muitíssimo), B (gostei), C (indiferente), D (não gostei) e E (desgostei muitíssimo), após estes pontos foram convertido em notas, onde: A igual a 9, B igual a 7, C igual a 5, D igual a 3 e E igual a 1. (NIP e MOY, 1981).

4.9 Análise estatística

Para analisar estatisticamente os dados de pH, Textura, BNVT, Psicrotróficos, Mesófilos, Graus de melanose, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) utilizou-se Análise de variância (ANOVA), fatorial com dois fatores para a variável resposta. Para análise sensorial foi utilizada análise de variância com um fator para cada variável resposta. Para as causas de variação estatística a 5%, foi realizado o Teste de comparações múltiplas de Bonferroni. Para análise estatística de sulfito residual foi utilizada Análise de variância Não-paramétrica de Kruskal-Wallis, com amostras independentes ($p < 0.05$). Para as análises de correlação foi utilizada Correlação Linear de Pearson ($p < 0.05$). Os programas estatísticos utilizados foram: *Statistical Analysis System (SAS)*, versão 9.0 e o *Statistical Package For The Social Sciences (SPSS/PASWSTAT)*, versão 18.

5 ARTIGO CIENTÍFICO

Uso de conservantes na perda de qualidade do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* refrigerado

Use of preservatives for on a quality loss of shrimp *Xyphopenaeus kroyeri* refrigerated

Ana Amélia Nunes Fossati, Tiago Martins Costa Scheneider, Liris Kindlein

Resumo

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito dos aditivos alimentares cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico sobre a vida-de-prateleira do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* resfriado, além de avaliar a ação anti-melanótica destes aditivos por 12 dias pós-captura através de escala de graus de melanose. Os camarões do tratamentos controle (sem aditivo), com metabissulfito de sódio e com nitrito de sódio mantiveram seus valores de pH constantes até o 12º dia de armazenamento e os valores de pH demonstraram correlações positivas com a contagem de mesófilos ($r=0,6633$; $p=0,0070$), e com valores de BNVT ($r=0,7173$; $p=0,0026$). Durante o período avaliado, os camarões que apresentaram menor produção de bases nitrogenadas voláteis totais foram os imersos em nitrito de sódio (1%), com valores crescentes de $48,20 \pm 25,03$ no dia 1; $128,00 \pm 25,45$ no dia 7; $161,50 \pm 19,09$ no dia 10 e $230,50 \pm 33,23$ no dia 12. Os valores de força de cisalhamento não exibiram diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos e entre os dias de armazenamento. As bactérias mesófilas e psicotróficas apresentaram as menores contagens nos camarões imersos em cloreto de sódio a 2% e nitrito de sódio a 1%. Não houve presença de crescimento de coliformes termotolerantes, estando todos os tratamentos de acordo com a legislação vigente. O tratamento com metabissulfito de sódio foi o que apresentou menores graus de melanose. Na análise sensorial, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, demonstrando que o uso de aditivos pode auxiliar na preservação da qualidade do camarão sem alterar as características sensoriais do mesmo.

Palavras-chave: melanose, metabissulfito de sódio, vida-de-prateleira, nitrito de sódio, camarão.

Summary

*This study aimed to evaluate the effect of sodium chloride, sodium metabisulfite, sodium nitrite and citric acid on the shelf- life of shrimp *Xyphopenaeus kroyeri* cold food additives, and to evaluate the anti -melanoma action of these additives for 12 days post-harvest through melanosis scale degrees. The shrimps of the control treatment (no additive), with sodium metabisulfite and sodium nitrite maintained their pH constant until the 12th day of storage, the pH values showed positive correlations with counts of mesophilic ($r= 0.6633$ $p = 0.0070$) and with BNVT values ($r= 0.7173$, $p = 0.0026$). During the study period, the shrimp that showed low production of volatile nitrogenous bases were immersed in sodium nitrite (1 %), with increasing values of 48.20 ± 25.03 on day 1; 128.00 ± 25.45 on day 7; 161.50 ± 19.09 on day 10 and 230.50 ± 33.23 on day 12. Values of shear force showed no difference ($p > 0.05$) between treatments and between days of storage. The mesophilic and psicotrophic showed the lowest counts shrimps immersed in 2% sodium chloride and sodium nitrite 1%. There was no presence of coliform growth, with all treatments in accordance with current legislation. Treatment with sodium metabisulfite showed the lowest degree of melanosis. In sensory analysis, no significant differences between treatments were found, demonstrating that the use of additives can assist in preserving the quality of the shrimp without altering the sensory characteristics.*

Key words: *melanosis, sodium metabisulfite, shelf-life, sodium nitrite, shrimp.*

1. Introdução

O camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) é a espécie de crustáceos de maior participação na pesca extrativa marinha do Brasil, apresentando grande consumo entre os crustáceos por ser considerado um alimento de excelente qualidade nutricional, frescor, variedade e sabor. Entretanto, embora o setor apresente avanços de produção nas últimas décadas, em termos de vida-de-prateleira ainda necessita de muitos progressos. Em geral, a vida-de-prateleira do camarão fresco é curta, pois após a captura diversos mecanismos bioquímicos e enzimáticos são ativados iniciando a deterioração e, conseqüentemente, a perda das características do camarão íntegro, podendo causar a inaceitabilidade do produto (MARTÍNEZ-ALVAREZ, GÓMEZ-GUILLÉN e MONTERO 2005; NIRMAL e BENJAKUL, 2009; PARDIO *et al.*, 2011).

Um dos maiores problemas encontrados neste crustáceo é o desenvolvimento de melanose (*black spots*), pigmento escuro de alto peso molecular que surge pela ação bioquímica de polifenoloxidasas (PFO) que são capazes de oxidar compostos fenólicos em quinonas (NIRMAL e BENJAKUL, 2011) mesmo sob conservação pelo frio.

Apesar da armazenagem em gelo ou refrigeração, os produtos da pesca apresentam significantes reações autolíticas químicas e enzimáticas, podendo também estar associados a presença de bactérias deteriorantes como as representadas pelos grupos das psicotróficas e mesófilas. Desta forma, a indústria pesqueira vem utilizando aditivos alimentares que apresentem ação de conservação, visando manter e/ou melhorar a qualidade do produto final (OKPALA, CHOO e DYKES, 2014). Dentre estes conservantes, o ácido cítrico tem como benefício prevenir a oxidação dos crustáceos, assim como diminuir a desidratação, já o metabissulfito de sódio é muito utilizado por manter as características organolépticas e a vida-de-prateleira do produto (MOL e TURKMEN, 2010). Entretanto, o uso desenfreado de sulfito está associado a reações adversas em grupos de pessoas como asmáticos, sendo legalmente contralado a sua concentração residual em alimentos (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2005). Outro conservante muito utilizado em camarões secos é o cloreto de sódio por intensificar os atributos sabor, dureza e resistência de crustáceos, além de reduzir o nível de micro-organismos (NIAMNUY *et al.*, 2007). O nitrito é utilizado em sais de cura como forma de aumentar a conservação dos produtos marinhos através do controle do desenvolvimento microbiano durante a estocagem, inibindo não somente micro-organismos patogênicos, mas também deteriorantes (LYHS *et al.*, 1998).

A textura é um importantíssimo quesito de qualidade em frutos do mar, pois limita a vida-de-prateleira de camarões frescos durante a refrigeração. Estes são relativamente firmes, mas durante seu armazenamento tendem a perder a tonicidade, fenômeno conhecido por “mushiness”, que provavelmente ocorre pela atividade proteolítica do hepato-pâncreas resultando na degradação muscular do camarão (PORNRAT *et al.*, 2007).

Com base no exposto, os objetivos deste estudo foram investigar o efeito dos conservantes cloreto de sódio, metabissulfito de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico na inibição do aparecimento da melanose no camarão refrigerado (*Xyphopeneaus kroyeri*), bem como sua influência nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do camarão armazenado sob refrigeração.

2. Material e Métodos

Coleta e armazenamento da amostra

Foram utilizados camarões da espécie *Xiphopenaeus kroyeri* oriundos da Lagoa dos Patos, no município de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil, com temperatura média no momento da captura de 20-23°C e peso médio de 5,00 ± 2,00 g. Os camarões inteiros foram coletados imediatamente após a chegada das embarcações, mantidos em gelo com razão de 1:2 (camarão:gelo) e encaminhados ao Centro de Pesquisa, Ensino e Tecnologia de carnes (CEPETEC) da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Os camarões foram lavados em água corrente, drenados e distribuídos em grupos submetidos a cinco tratamentos de imersão: T1: água destilada (sem conservante – grupo controle), T2: solução de cloreto de sódio (2%; w/v), T3: solução de metabissulfito de sódio (2,5%; w/v), T4: solução de nitrito de sódio (1%; w/v) e T5: solução de ácido cítrico (2%; w/v).

Tratamentos e Dia das coletas

Cada tratamento foi constituído por 2,00 kg de camarão que foram submetidos aos respectivos conservantes por 15 minutos através do processo de imersão. Após os camarões foram embalados e armazenados em resfriamento doméstico (7-10°C) durante 13 dias. Durante este período, foram amostradas alíquotas visando a realização das análises químicas, físicas, microbiológicas e organolépticas.

Análises químicas

Determinação de pH

A determinação do pH muscular foi realizada através de pHmetro digital de bancada, Modelo PHS-3B, Phtek®, após homogeneização de 10 g de amostra triturada em mixer Modelo Robot 250, Mallory® em 10 mL de água destilada, seguindo metodologia de Pregnotatto e Pregnotatto (1985). Esta análise foi realizada nos dias 1, 7, 10 e 12 de armazenamento.

Análises de Bases Nitrogenadas Voláteis (BNVT)

Foram homogeneizados 50 g de camarão de cada tratamento com 150 mL de ácido tricloroacético – TCA 5% para extração e precipitação do nitrogênio protéico. Filtrou-se em papel filtro Whatman n° 41 (Schleicher & Schuell, Maidstone, Inglaterra) através de bomba à vácuo. Após foi pipetado 10 mL do filtrado e 20 mL de água destilada para um Erlenmeyer (1,0 L) e, antes da destilação, foi adicionado 2 g de MgO.

As bases voláteis foram destiladas por arraste de vapor, recebidas em Erlenmeyer com 20 mL de solução de ácido bórico (4 %) e 5 gotas de identificador misto. A destilação foi efetuada até o volume de 100 mL, sendo em seguida titulada com solução de ácido sulfúrico (0,01 N) até mudança de cor azul claro para rosa claro (BRASIL, 1981). Esta análise foi realizada nos dias 1, 7, 10 e 12 de armazenamento.

O cálculo da quantidade de BNVT (mg N/100 g de camarão) foi obtido pela fórmula:

$$\text{BNVT mg/100 g} = (14 \times 190 \times v \times f \times N \times 100) / (p \times V)$$

Em que:

v = volume de H₂SO₄ titulado

f = fator de correção do H₂SO₄

N = normalidade do H₂SO₄

p = peso da amostra

V = volume da alíquota do filtrado

Análises físicas

Análise de textura

Foram retiradas cinco (5) unidades de cada tratamento, em cada período de estocagem sob refrigeração (Dias 1, 7 e 12). As amostras foram cozidas em água fervente por 4 minutos, após foram resfriadas em temperatura ambiente até atingirem 25°C e submetidas a um teste de compressão através de Texturômetro Modelo TAtx Plus, Marca Chatillon[®]. O segmento foi colocado em uma plataforma e comprimido por uma Probe (sonda) de 20 mm com uma velocidade de 0.8 mm por segundo até atingir 50 % de sua altura original (ANGEL *et al.*, 1985). Os resultados geraram valores de textura em kgf.g⁻¹.

Análise instrumental para cor

Para a determinação da cor dos camarões, as amostras permaneceram em repouso, em sala climatizada a 15°C por 30 minutos, para oxigenação da superfície das mesmas. A cor foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil Konica Minolta[®], modelo Chroma Meter CR-410, com fonte de luz de D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30mm. O aparelho foi sempre calibrado com um padrão branco (L*= 93,80, a*= -0,89, b*=0,95) e outro preto (L*= 1,19, a*= 1,27, b*= 1,92). Para cada amostra, constituída de 10 camarões, foram feitas três leituras utilizando-se os parâmetros do sistema CIELab* (L* indica a luminosidade,

a* representa cor e saturação no eixo vermelho-verde e b* significa cor e saturação no eixo amarelo-azul), estabelecido em 1967 pela Comissão Internacional de Iluminação (PARISENTI *et al.*, 2011). As medidas foram realizadas em três lugares distintos, na superfície da amostra, tomando-se a média como o valor determinado, nos dias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 12 de armazenamento.

Análises microbiológicas

Foram pesados 25 g de amostra de cada tratamento, as quais foram homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1% estéril, em *Stomacher Seward*[®], modelo Laboratory Blender *Stomacher 400*, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . A partir desta, foram feitas sete diluições decimais em tubos de ensaio, adicionando 1 mL da diluição antecedente e diluindo-a em 9 mL de água peptonada estéril. Alíquotas de 1 mL das diluições 10^{-4} a 10^{-8} foram inoculadas, em duplicata, em placas de Petri. Para análise dos micro-organismos mesófilos e psicotróficos, foi adicionado o *Plate Count Agar* (PCA), homogeneizados e, após completa solidificação do meio de cultura, as placas foram incubadas invertidas em estufa a 37°C por 48 horas, para os micro-organismos mesófilos e, em BOD a 20°C por 72 horas, para micro-organismos psicotróficos. Para as análises de coliformes totais e termotolerantes, as alíquotas eram inoculadas e espalhadas com auxílio de alça de *Drigalsky* em placas de Petri com meio *Chromocult*, e incubadas invertidas em estufa a 37°C por 24 horas. Os resultados foram expressos em log UFC.g⁻¹ (SILVA *et al.*, 1997). As amostras foram realizadas nos dias 1, 5, 8, 10 e 12, em duplicata.

Análises organolépticas

Avaliação da melanose

A melanose foi avaliada por um painel semi-treinado de 11 juízes, os quais fizeram avaliação visual e classificaram os graus de melanose em uma escala de quatro pontos, sendo 1 considerado sem presença de melanose ou ausência de descoloração, 2 considerado mudança pequena de coloração de leve a moderada (mais de 30% da superfície do camarão afetada), 3 melanose severa (30-70% da superfície do camarão afetada em menos que 50% dos indivíduos) e 4, coloração escura extremamente severa (70-100% da superfície do camarão afetada na maioria dos indivíduos). Esta avaliação foi realizada seguindo modelo de imagens baseado no trabalho de Montero *et al.* (2004), com diferentes graus de estágios de desenvolvimento da melanose. Para cada

tratamento, cada julgador avaliou 10 amostras distintas por dia analisado. As análises foram realizadas nos dias 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 e 11.

Análises sensoriais

Para a avaliação sensorial foram realizados um método sensorial descritivo, Análise Descritiva Quantitativa, e um método sensorial afetivo, Teste de Preferência. Na ADQ foi considerado os atributos: aparência geral, cor, sabor, textura e odor. As amostras de cada tratamento, após três (3) dias de refrigeração, foram retiradas e cozidas em água fervente por 4 minutos e avaliadas por um grupo de 15 provadores semi-treinados. Os valores foram expressos de acordo com uma escala hedônica de cinco (5) pontos sendo: A (Gostei muitíssimo), B (Gostei), C (indiferente), D (não gostei) e E (desgostei muitíssimo) (NIP e MOY, 1981).

Determinação de sulfito residual

As análises de sulfito residual foram realizadas apenas no tratamento T3: solução de metabissulfito de sódio (2,5%; w/v) através de teste qualitativo colorimétrico, utilizando Tiras Merckoquant sulfito Merck® (*Sulfitest sulfite test strips*). Esta análise foi realizada em triplicata nos dias 1, 7 e 12.

Análise estatística

Para analisar estatisticamente os dados de pH, Textura, BNVT, Psicotróficos, Mesófilos, Graus de melanose, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) utilizou-se Análise de variância (ANOVA), fatorial com dois fatores para a variável resposta. Para análise sensorial foi utilizada análise de variância com um fator para cada variável resposta. Para as causas de variação estatística a 5%, foi realizado o Teste de comparações múltiplas de Bonferroni. Para análise estatística de sulfito residual foi utilizada Análise de variância Não-paramétrica de Kruskal-Wallis, com amostras independentes ($p < 0,05$). Para as análises de correlação foi utilizada Correlação Linear de Pearson ($p < 0,05$). Os programas estatísticos utilizados foram: Statistical Analysis System (SAS), versão 9.0 e o *Statistical Package For The Social Sciences* (SPSS/PASWSTAT), versão 18.

3. Resultados e discussão

3.1 Análises Físico-químicas

A Tabela 1 apresenta os valores de pH, textura e bases nitrogenadas voláteis totais dos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* imersos por 15 minutos em água (controle), cloreto de sódio (2%), metabissulfito de sódio (2,5%), nitrito de sódio (1%) ou ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração por 12 dias. Conforme os resultados, observa-se que até o sétimo dia de armazenamento os valores de pH não diferiram entre si. Entretanto, no décimo dia, os tratamentos 4 (nitrito de sódio, 1%) e 5 (ácido cítrico, 2%) apresentaram pH inferiores aos outros tratamentos, exceto ao tratamento 3 (metabissulfito de sódio, 2,5%) que mostrou o menor valor de pH ($7,35 \pm 0,04$; $p < 0,05$) quando comparado aos demais. Entretanto, o tratamento 5 apresentou aumento no valor de pH ($p < 0,001$) do décimo ao décimo segundo dia.

Tabela 1. Valores de pH, Textura [(kgf.cm²)⁻¹] e BNVT (mg.100g⁻¹) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 12 dias.

	Dia	Tratamentos					Média±DP
		T1	T2	T3	T4	T5	
pH	1	7,40±0,11 ^A	7,35±0,03 ^B	7,42±0,06 ^A	7,41±0,09 ^A	7,36±0,03 ^A	7,39±0,06
	7	7,49±0,06 ^A	7,54±0,04 ^A	7,56±0,07 ^A	7,55±0,06 ^A	7,64±0,02 ^A	7,55±0,08
	10	7,59±0,01 ^{aA}	7,55±0,04 ^{aA}	7,35±0,04 ^{cB}	7,53±0,04 ^{abA}	7,47±0,03 ^{ba}	7,50±0,09
	12	7,54±0,06 ^A	7,60±0,07 ^A	7,46±0,11 ^A	7,55±0,02 ^A	7,60±0,03 ^B	7,55±0,07
Textura	1	2,97±0,95	3,47±0,96	3,25±0,49	3,69±0,97	4,29±0,55	3,53±0,87
	7	3,88±0,48	3,59±0,81	3,58±0,81	3,97±0,40	3,32±0,79	3,66±0,66
	12	4,15±0,45	2,98±1,66	3,73±0,79	4,44±0,15	3,48±0,97	3,75±1,01
BNVT	1	93,60±62,79 ^B	84,15±23,82 ^C	64,05±31,32 ^C	48,20±25,03 ^B	59,20±37,05 ^D	69,84±33,76
	7	115,30±13,76 ^{bB}	186,48±99,72 ^{aBC}	165,71±48,48 ^{abBC}	128,00±25,45 ^{baB}	224,00±1,41 ^{aC}	163,90±56,45
	10	291,50±4,94 ^{aA}	302,00±1,41 ^{ab}	261,00±14,14 ^{abB}	161,50±19,09 ^{cA}	257,50±10,60 ^{bb}	254,70±53,07
	12	313,50±20,50 ^{abA}	340,50±3,53 ^{aA}	311,50±7,77 ^{ba}	230,50±33,23 ^{ba}	307,50±0,70 ^{ba}	300,70±41,19

Tratamentos (imersão por 15 minutos): 1) água, 2) cloreto de sódio (2%), 3) metabissulfito de sódio (2,5%), 4) nitrito de sódio (1%) e 5) ácido cítrico (2%).

Valores são apresentados como média ± desvio padrão (DP).

^{a-c}Média±DP, na mesma linha, seguida por letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

^{A-D}Média±DP, na mesma coluna, seguida por letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$), quando considerado mesmo dia.

Haider *et al.* (2011) também observaram em sua pesquisa com o camarão *M. rosenbergii* um aumento gradual do pH com o passar do período de estocagem. Os camarões oriundos do cultivo apresentaram valor de pH aceitável (7,38) até o sexto dia de estocagem, enquanto que os provenientes de entrepostos apenas por quatro dias.

Estudando a qualidade de camarões *M. rosenbergii* conservados com contato direto com gelo ou não, Kirschnik *et al.* (2006) não encontraram diferença significativa nos valores de pH. Entretanto verificaram que os valores de pH começaram a aumentar em ambos os grupos a partir do quarto dia de armazenamento e se mantiveram constantes até o final do período de estocagem (14 dias). Os camarões em contato com gelo tiveram pH inicial de 6,94 e final 6,84; enquanto os camarões sem contato com gelo obtiveram valores de 6,94 e 6,69, respectivamente, mantendo-se valores menores que 8, similarmente ao presente estudo. Em contrapartida, Mol e Turkmen (2010), analisando lagostins tratados com conservantes, observaram o maior valor de pH nos camarões do tratamento controle “água” ($8,34 \pm 0,01$; $p < 0,05$) no sexto dia de estocagem, quando comparado aos tratamentos com A: metabissulfito de sódio e ácido cítrico “antes do cozimento” ($8,24 \pm 0,01$); e B: metabissulfito de sódio e ácido cítrico “durante o cozimento” ($8,31 \pm 0,01$). Os autores ressaltam também que o nível do pH varia nas diferentes espécies de crustáceos, estando ao redor de 7,00 no primeiro dia de estocagem (pH inicial); entretanto apresenta aumento para próximo ou acima de 8,00 no final do período de armazenagem, quando podem ser considerados inaceitáveis para o consumo ou com curta vida-de-prateleira. Embora com algumas oscilações durante a estocagem, os resultados do presente estudo evidenciaram que o pH final (pH 12° d) foi maior que o pH inicial (pH 1° d) apenas nos tratamentos com cloreto de sódio ($p = 0,0013$) e com ácido cítrico ($p < 0,0001$). Os camarões dos tratamentos controle, com metabissulfito de sódio e com nitrito de sódio mantiveram seus valores de pH constantes até o 12° dia de armazenamento.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as características físico-químicas e microbiológicas do camarão *Xyphopenaeus kroyeri*.

	pH	Textura	BNVT	Mesófilos	Psicrotróficos
pH	1,0000	-	-	-	-
Textura	-0,0635	1,0000	-	-	-
BNVT	0,7173*	-0,0281	1,0000	-	-
Mesófilos	0,6633*	0,1004	0,5720*	1,0000	-
Psicrotróficos	0,4283	0,1754	0,5138	0,9071*	1,0000

*p<0,01

Os resultados demonstram correlação positiva (Tabela 2) entre os valores de pH e contagem de mesófilos ($r=0,6633$; $p=0,0070$), assim como encontrado por Moura *et al.* (2003) em pesquisa com camarões rosa que obtiveram valores de correlação de 0,78 e 0,85 entre pH e contagem de mesófilos e de psicrotróficos, respectivamente. Os micro-organismos quando fora de sua faixa ótima de crescimento acabam tendo sua fase *lag* (de adaptação) maior, isto reflete no tempo necessário para que os micro-organismos tragam o pH do meio para sua faixa ótima de pH. O pH mínimo do ácido cítrico de crescimento é 4,05; isto reflete a capacidade dos micro-organismos em alterar o meio para seu benefício e efeito inibidor de crescimento deste ácido orgânico (JAY, 2005).

De acordo com Motta (2013), o pH da carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é uma variável que depende de diversos fatores, principalmente o estado de conservação e das condições microbiológicas iniciais da matéria prima, que podem influenciar diretamente os valores de pH e conseqüentemente a proliferação da microbiota existente.

Os valores de pH e BNVT também obtiveram correlação positiva ($r=0,7173$; $p=0,0026$) conforme elucidado na Tabela 2. Outros estudos também encontraram essa condição (Kirschnik e Viegas, 2004; Oliveira, 2005; López-Caballero *et al.*, 2007; Haider *et al.*, 2011; Furlan, 2013). Boziaris, Kordila e Neofitou (2011) também observaram que o aumento dos valores de pH durante a refrigeração do lagostim pode ser atribuída a produção de bases nitrogenadas voláteis totais, tendo em vista que em temperaturas de 20°C evidencia-se uma rápida produção de BNVT e conseqüentemente um aumento nos valores de pH. Furlan (2013) relata que as alterações bioquímicas em camarões *post mortem*, principalmente a produção de BNVT é decorrente do

desenvolvimento e proliferação microbiana juntamente com a ação das enzimas tissulares, ocasionando assim um maior valor de pH muscular. Neste estudo, o autor encontrou valores médios de pH de 7,61 ($\pm 0,03$) para camarões *Xyphopeneaus kroyeri*, sendo considerados acima do valor permitido pela legislação vigente, sugerindo duas hipóteses: padrões legislados não são adequados para a espécie ou que as práticas usadas nas embarcações não são adequadas para a manutenção da qualidade da espécie. Em contrapartida, Furlan *et al.* (2007) não encontraram correlação entre estas duas características em mexilhões resfriados, alegando que o pH não é um bom parâmetro de frescor pois pode variar de espécie para espécie, manipulação, formas de estocagem ocorrendo oscilações durante a vida-de-prateleira.

Os valores de força de cisalhamento (Tabela 1) não exibiram diferença entre os tratamentos e entre os dias de armazenamento ($p>0,05$). Este resultado demonstra que os conservantes podem ter ação de manutenção na textura dos camarões, pois, apesar do tratamento controle não diferir, os tratamentos T2: cloreto de sódio (2%) e T5: ácido cítrico (2%) apresentaram forças de cisalhamento com quedas de 14,12% e 18,88%, respectivamente, durante o período de armazenamento. Similarmente, Kirschnick e Viegas (2004) observaram o mesmo comportamento destes tratamentos (T2 e T5). Analisando a força de compressão na cauda de camarões *M. rosenbergii* armazenados com ou sem gelo, os autores verificaram declínio da textura ($p<0,05$) após o quarto dia de armazenamento. Ambos os tratamentos apresentaram 3000g de compressão no dia 0, decrescendo para 2000g no quarto dia. Entretanto, após o quarto dia, ocorreu oscilações, porém os valores permanecendo decaindo até o sétimo dia.

No presente estudo, observou-se crescimento gradual nos valores médios de textura (não significativos) dos camarões do tratamento controle (água) indicando que os camarões sem uso de conservantes tendem ($p=0,80$) a apresentar crescimento nos valores de força de cisalhamento ($2,97\pm 0,95$; $3,88\pm 0,48$; $4,15\pm 0,45$) durante o armazenamento sob refrigeração (1, 7 e 12 dias, respectivamente). Este fato também foi observado por López-Caballero *et al.* (2007), trabalhando com camarões *Parapeneaus longirostris*, cujas amostras mostraram valores iniciais de 5 N e atingiram 14 e 17 N (tratamento à base sulfito comercial adicionado de ácido glucônico e sulfito comercial, respectivamente) aos 12 dias de armazenamento. Os autores associam os maiores valores do tratamento de sulfito adicionado de ácido glucônico devido ao fato da maior concentração de componentes ácidos nesta associação. Similarmente, Xiong *et al.* (2002) relatam que camarões marinados em soluções ácidas apresentam maior força de

compressão que marinações em soluções neutras. Os valores iniciais encontrados foram de $0,165 \text{ kg.g}^{-1}$, aumentando gradativamente nas 24 horas analisadas. Neste trabalho, os autores encontraram os maiores valores de força de compressão ($p < 0,05$) nos tratamentos com ácido cítrico a 0,5% ($0,321 \text{ kg.g}^{-1}$) e suco de limão ($0,445 \text{ kg.g}^{-1}$).

Diferentemente do encontrado no presente estudo, Thepnuan, Benjakul e Visessanguan (2008) observaram a diminuição gradual da firmeza dos camarões brancos ao longo da armazenagem, com valor máximo de 2300 g no dia 0 e valor mínimo de 1400 g no dia 12. Esse decréscimo foi fundamentado no processo de desnaturação protéica, que ocasiona agregação de proteínas e perda na capacidade de retenção de água. Pornrat *et al.* (2007) também observaram esse decréscimo na força de cisalhamento de camarões crus durante o período de estocagem. Estes resultados são contraditórios com o presente trabalho, o que pode ser explicado pela diferença de características físico-químicas dos camarões crus e cozidos, bem como pelo processo de cocção submetido.

Furlan (2013) encontrou, em camarões *Xyphopeneaus kroyeri* recém-desembarcados, valores médios de força de cisalhamento que variavam de 7,79 a 3,64 N [$(1\text{kgf.cm}^2)^{-1} \approx 9,80 \text{ N}$] sendo classificados na análise sensorial como gosto muito e não gosto moderadamente, respectivamente, demonstrando que o consumidor prefere camarões com textura firme. Essa grande variabilidade entre amostras pode ser explicada pela diferença entre o tamanho dos camarões, pois normalmente os camarões de menor comprimento apresentam firmeza reduzida. Além disto, a região do camarão onde é realizada a análise de textura também pode influenciar. Benjakul *et al.* (2008) encontraram valores médios de força de cisalhamento de 27N para a parte medial do camarão branco e do tigre preto cozidos por 3 minutos, e verificaram também diferenças significativas ($p < 0,05$) nas diferentes localizações aferidas (parte frontal, medial e caudal do camarão) e nos tempo de cozimento (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 minutos). Concluíram que o tamanho, composição e microestrutura do camarão utilizado, além do arranjo das fibras musculares influenciam os valores de textura entre as espécies e amostras.

O aumento gradual dos valores de textura ao longo do período de armazenagem são verificados em outros estudos (Niamnuy, Devahastian e Soponronnarit, 2007; Begum *et al.*, 2011). Fato este que pode ocorrer devido a maior capacidade de retenção de água no músculo, assim a força de compressão geralmente reflete o grau de desnaturação das proteínas e a quantidade de água retida no músculo.

O tamanho do camarão exerce grande impacto em sua qualidade, quanto menores mais rápida é sua deterioração. Furlan (2013) encontrou correlação ($r=-0,79$; $p<0,05$) entre medidas de tamanho e BNVT em camarões *Xyphopenaues kroyeri*, ou seja, maiores valores de BNVT estão associados a menores exemplares de camarão.

Os resultados de BNVT de todos os tratamentos apresentaram valores crescentes ($p<0,05$) com o passar dos dias de armazenamento (Figura 1). As bases voláteis nitrogenadas ocorrem no músculo dos peixes devido ao desdobramento de proteínas por ação enzimática e bacteriana originando como produtos finais as aminas. Estas aumentam progressivamente com a deterioração dos crustáceos, determinando sua qualidade de frescor. Desta forma, os resultados do presente estudo evidenciaram que até o dia 7, todos os tratamentos, inclusive do tratamento controle, não diferiram nos valores de BNVT, exceto nos camarões imersos em ácido cítrico, cujos resultados já apresentaram valores elevados ($257,50\pm 10,60 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) aos 7 dias.

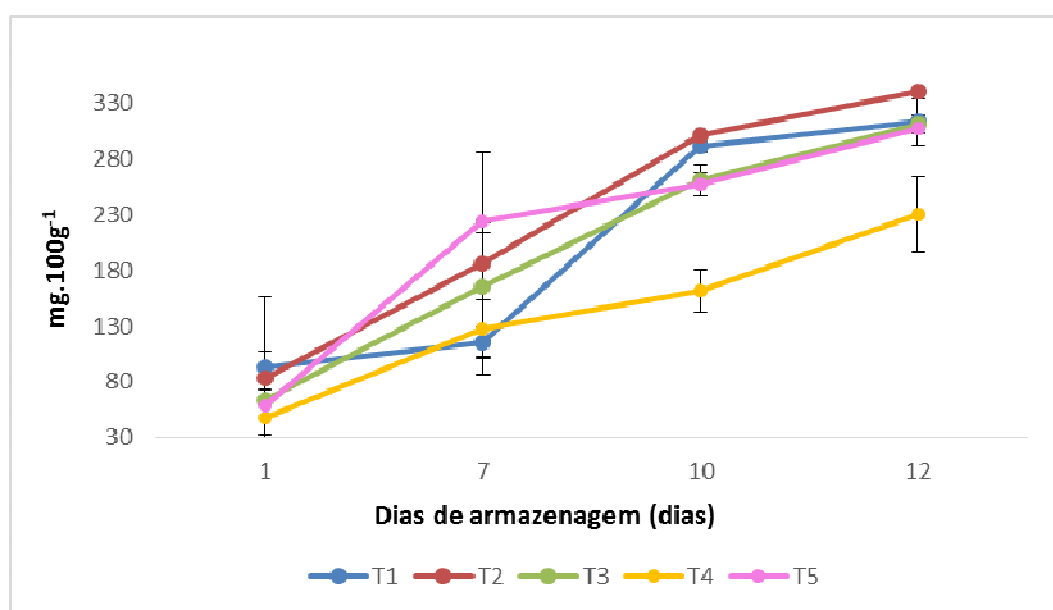


Figura 1. Comportamento dos valores de BNVT ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de camarões *Xyphopenaues kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 12 dias.

Durante o período avaliado, os camarões que apresentaram menor produção de bases nitrogenadas voláteis totais foram os imersos em nitrito de sódio (1%), com valores crescentes de $48,20\pm 25,03 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no dia 1; $128,00\pm 25,45 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no dia 7;

161,50±19,09mg.100g⁻¹ no dia 10 e 230,50±33,23mg.100g⁻¹ no dia 12. Nyachuba, Donnelly e Howard (2007) salientaram em seus estudos com produtos marinhos a importância da atividade antimicrobiana do nitrito, comprovando não só a inibição da proliferação de patógenos como de bactérias deteriorantes.

Mu *et al.* (2012), utilizando conservantes em camarões brancos do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), evidenciaram que os valores de BNVT crescem progressivamente a medida que aumenta o período de armazenagem, partindo de valores iniciais de 72,8 mg.kg⁻¹, e atingindo ao 10º dia um valor mínimo de 240,4 mg.kg⁻¹ nos camarões tratados com 5g.kg⁻¹ de cinamaldeído, o tratamento controle apresentou no sexto dia valor de 473,5 mg.kg⁻¹, excedendo o limite de deterioração para pescado. Os autores consideraram que este resultado foi devido ao eficiente efeito antimicrobiano deste aditivo. Este valor demonstra que a amostra ainda é aceitável conforme os padrões sanitários Chineses para camarões, onde o valor do camarão fresco deve ser menor que 300 mg.kg⁻¹.

Oliveira (2005), avaliando a vida-de-prateleira de camarão branco do Pacífico, encontrou valores de 14,57 e 38,85 mgN.100g⁻¹ nos dias 0 e 22, respectivamente, concluindo que nesta data (dia 22) as amostras eram consideradas em não conformidade com a legislação brasileira que é de no máximo 30 mgN/100 gramas de carne. Considerando que a legislação brasileira permite um limite máximo de 30 mgN.100g⁻¹ de BNVT em crustáceos, todos os tratamentos do presente estudo podem ser considerados em não conformidade e impróprios para o consumo, porém considerando a legislação chinesa, apenas o tratamento 4 seria recomendado para conservar camarões *Xyphopenaeus kroyeri* sob refrigeração por 12 dias.

De acordo com Sarnoski (2007), a concentração de bases nitrogenadas voláteis encontradas em camarões e moluscos não são boas indicadoras de qualidade, ao contrário do que acontece com os peixes. O autor ainda acrescenta que a amônia, constituinte das BNVT, seria o melhor parâmetro a ser analisado em crustáceos. Alterações bioquímicas, como o aumento do BNVT está diretamente relacionado a ação das enzimas tissulares e a degradação realizada pelos micro-organismos, que acabam por acarretar em outra alteração bioquímica, o aumento do pH (FURLAN, 2013).

3.2 Análises microbiológicas

Os resultados das contagens de mesófilos e psicrotróficos nos camarões submetidos a diferentes tratamentos está expresso na Tabela 3. Os mesófilos

apresentaram diferença significativa entre os tratamentos apenas no dia 10, cujos camarões imersos em cloreto de sódio a 2% (T2) apresentaram as menores contagens, entretanto este resultado não diferiu dos camarões imersos em nitrito de sódio a 1% (T4).

Já as contagens das bactérias psicotróficas diferiram ($p < 0,05$) no dia 8, com menores contagens nos camarões conservados com nitrito de sódio (T4), seguido pelo tratamento 2. No dia 10, os mesmos tratamentos citados acima novamente apresentaram as contagens mais baixas ($10,35 \pm 0,06$; $9,65 \pm 0,45$ UFC.g⁻¹, respectivamente). Em ambos grupos de micro-organismos foi percebida a diferença significativa entre os tratamentos ao avançar do período de armazenagem, com aumento gradual da contagem, assim como a correlação positiva ($r = 0,9071$; $p = 0,00001$) entre os grupos (Tabela 2).

Moura *et al.* (2003) também observaram forte correlação ($r = 0,85$) entre as contagens de mesófilos e psicotróficos em camarões rosa comercializados na cidade de São Paulo/Brasil.

Tabela 3. Contagem de mesófilos e psicrotróficos em camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) conservados em refrigeração convencional por 12 dias.

	Dia	Tratamento					Média± DP
		T1	T2	T3	T4	T5	
Mesófilos	1	8.74± 0.12aC	8.74 0.12aC	± 8.74 0.12aB	± 8.74 0.12aC	± 8.74 0.12aC	8,74±0, 10
	5	8.99 ± 0.22aBC	9.11 ± 0.22aB	± 8.94 0.13aB	± 9.31 0.26aBC	± 9.36 0.24aBC	± 9,14±0, 26
	8	10.41 ± 0.50aA	9.85 ± 0.29aAB	± 9.66 0.59aAB	± 9.77 0.24aAB	± 10.58 0.02aA	± 10,05± 0,51
	10	9.87 ± 0.81aAB	8.89 ± 0.52bBC	± 10.23 0.63aA	± 9.36 0.46abB	± 10.00 0.34aAB	± 9,67±0, 71
	12	10.22 ± 0.05aA	10.25 ± 0.25aA	± 10.19 0.43aA	± 10.43 0.08aA	± 10.57 0.10aA	± 10,33± 0,25
	Psicrotrófi- cos	1	8.51 ± 0.29aB	8.51 ± 0.29aC	± 8.51 0.29aB	± 8.51 0.29aD	± 8.51 0.29aC
5		10.08 ± 0.30aA	9.42 ± 0.07aB	± 8.89 0.26aB	± 9.40 0.30aC	± 10.14 0.10aB	± 9,59±0, 52
8		10.78 ± 0.78aA	10.03 ± 0.26abAB	± 10.09 0.17aA	± 9.71 0.33bBC	± 10.66 0.17aA	± 10,26± 0,55
10		10.41 ± 0.36aA	9.65 ± ±0.45bB	± 10.68 0.19aA	± 10.35 0.06abAB	± 10.40 0.33aAB	± 10,30± 0,45
12		10.80 ± 0.07aA	10.59 ± 0.22aA	± 10.81 0.27aA	± 10.69 0.09aA	± 11.00 0.09aA	± 10,78± 0,20

Mesófilos e Psicrotróficos são expressos em log UFC/g. Valores são apresentados como média ± desvio padrão (DP).

a-cMédia ± DP, na mesma linha, seguida por letras diferentes, são estatisticamente diferentes (P < 0.05).

A-DMédia ± DP, na mesma coluna, seguida por letras diferentes, são estatisticamente diferentes(P<0.05).

Nirmal e Benjakul (2009), adicionando ácido ferúlico em camarões brancos do pacífico, encontraram acréscimo contínuo na contagem dos psicrotróficos ao longo dos 10 dias avaliados, sendo que os tratamentos a base de metabissulfito de sódio e ácido ferúlico se mostraram mais eficientes, isto é, com ação antimicrobiana, que o tratamento

controle ($p < 0,05$). Semelhante ocorreu nas contagem de micro-organismos mesófilos, pois no 4º dia, o tratamento controle, tratamento com metabissulfito de sódio, tratamento com 1% e 2% de ácido ferúlico apresentaram contagens de 5,9; 5,1; 5,1 e 4,7 log UFC.g⁻¹, respectivamente e após este período (10º dia), as contagens encontradas foram de 5,1; 4,7; 4,5 e 4,2, respectivamente.

Yokoyama (2007) observou contagem elevada de micro-organismos psicotróficos em camarões tratados com diferentes aditivos, apresentando aumento ($p < 0,05$) do 1º ao 4º dia e, após este período, a população tornou-se constante. O tratamento a base de metabissulfito de sódio em pó apresentou contagens de 6,34 a 7,43 log UFC.g⁻¹ nos dias 1 e 12, respectivamente. Quanto as bactérias mesófilas, as contagens iniciais foram inferiores as encontradas no presente estudo e permaneceram estáveis durante o armazenamento, o mesmo tratamento citado acima apresentou valores de 6,48 e 6,79 UFC.g⁻¹ nos dias 1 e 12, respectivamente.

Mayer (2000), trabalhando com camarões rosa (*Peneaus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*), também observou aumento ($p < 0,05$) das populações de mesófilos e psicotróficos durante o período de estocagem (14 dias). O autor observou que os camarões que não receberam radiação gama apresentaram contagem inicial de psicotróficos de 7,09 log UFC.g⁻¹ no dia 0 e 8,08 log UFC.g⁻¹ no dia 2, ressaltando que altas contagens bacterianas, apesar de inaceitáveis, nem sempre determinam perda de qualidade ou deterioração do produto, não podendo ser considerado apenas esse parâmetro como único fator de avaliação de qualidade de camarões.

Furlan (2013) relata que os micro-organismos aeróbios psicotróficos superaram contagens de 10⁵ UFC.g⁻¹ em camarões *Xyphopenaeus kroyeri* armazenados por cinco dias em gelo. Moura, Landgraf e Filho (2003) analisaram camarões rosa comercializados em São Paulo e encontraram que as contagens de mesófilos e psicotróficos na porção comestível do camarão rosa variavam de 2,5 x 10³ até 1,7 x 10⁷ UFC.g⁻¹ e de 1,1 x 10⁴ a 3,0 x 10⁷ UFC.g⁻¹, respectivamente, concluindo que várias amostras estavam acima do recomendado pela ICMSF (1986) que considera limite máximo de 10⁷ UFC.g⁻¹ para crustáceos congelados. Os autores concluíram que ocorrem variações nas contagens dos camarões, não apenas pelo aditivo utilizado, mas também pelo local de captura e época do ano, pois estão relacionadas as alterações nas características da água, como: oscilações de temperatura, salinidade, atividade do fitoplâncton, nível de oxigenação e pH.

No presente estudo não foi observado crescimento de coliformes termotolerantes, estando de acordo com a legislação vigente. Em relação aos coliformes totais as contagens foram consideradas baixas, sendo encontrado o maior valor no tratamento controle no dia 10, mesmo assim, este era inferior a 10^3 UFC.g⁻¹. Kirschnik (2003) também observou níveis de coliformes termotolerantes abaixo dos recomendados pela legislação brasileira. Kirschnik e Viegas (2004), em trabalho com camarão *Macrobrachium rosenbergii* estocado em gelo, não observaram a presença de coliformes termotolerantes nos 10 dias analisados. Já a contagem de coliformes totais esteve dentro dos padrões brasileiros (BRASIL, 2001) durante o mesmo período.

Jeyasekaran *et al.* (2006) encontraram em camarões brancos da Índia contagens iniciais de 21 NMP.g⁻¹, sendo o maior valor observado 1.600 NMP.g⁻¹ após 32 horas de armazenamento. Yokoyama (2007) encontrou populações constantes durante o armazenamento em refrigeração em níveis controlados, indicando boa qualidade da matéria-prima e boas condições de manipulação e armazenamento.

Embora o frescor dos camarões seja relacionado a mensuração de várias características Yokoyama (2007) não conseguiu estabelecer relação entre qualidade organoléptica e contagens de mesófilos e psicrotróficos, bem como para os parâmetros BNVT e pH, em seu estudo com camarões *Xyphopenaeus kroyeri* submetidos a ação de agentes melanóticos.

3.3 Análise de melanose e cor

O camarão geralmente tem vida-de-prateleira limitada devido a formação de melanose, embora a presença desta seja inofensiva aos consumidores causa redução drástica no valor de mercado do produto e na aceitação sensorial do consumidor (NIRMAL e BENJAKUL, 2009). Na Figura 2 pode-se observar a aparência geral e evolução da melanose nos diferentes tratamentos durante o período de armazenagem.

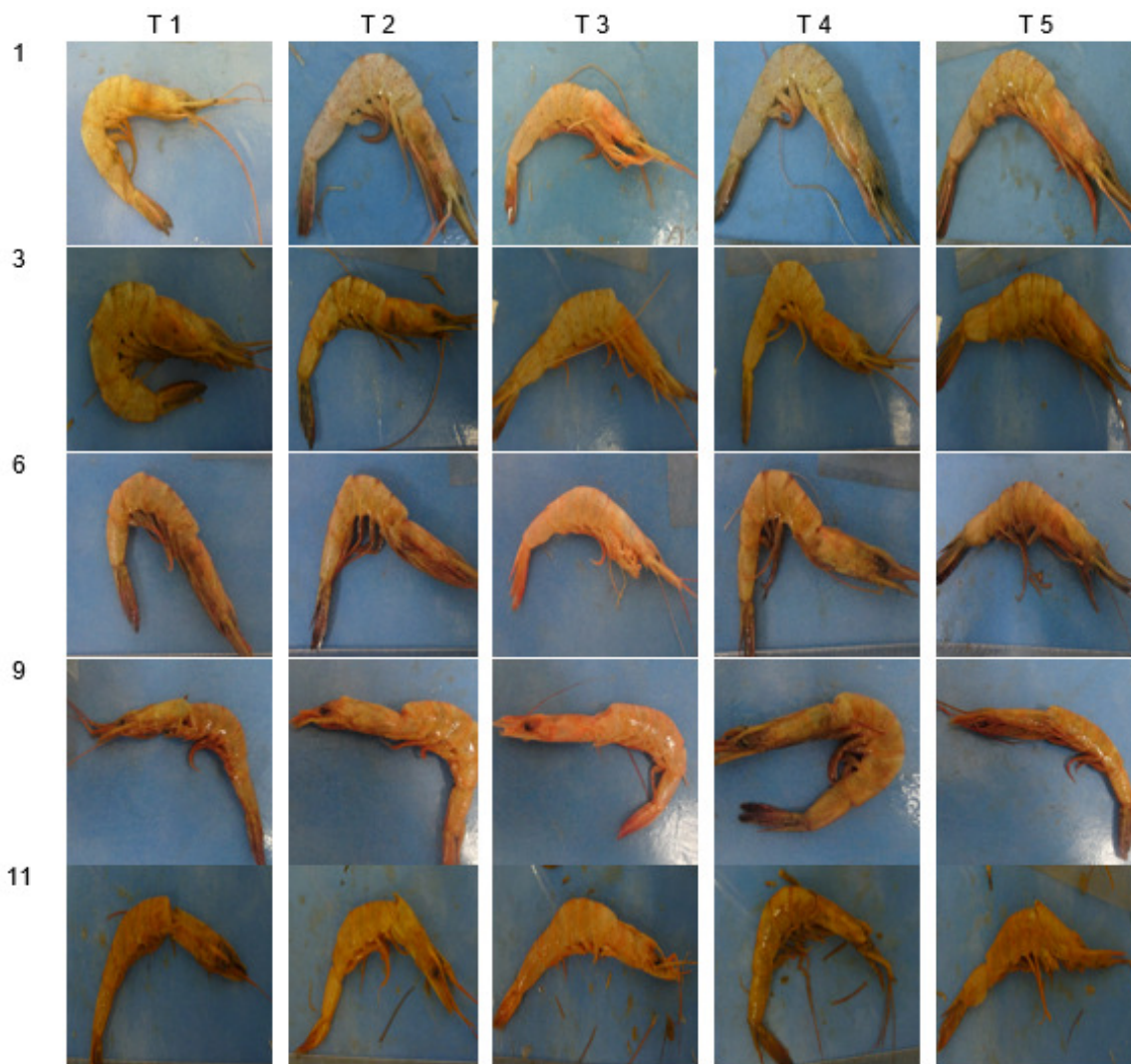


Figura 2 . Fotografias durante a armazenagem dos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* em refrigeração doméstica (7-10°C) tratados com (T1) tratamento controle – água, (T2) Cloreto de sódio 2%, (T3) Metabissulfito de sódio 2,5%, (T4) Nitrito de sódio 1% e (T5) Ácido cítrico 2%. (Dia/Tratamento).

Após imersão em água e/ou água e aditivos, todos os dias apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos nos graus de melanose, O tratamento com metabissulfito de sódio (T3) foi o que apresentou menores graus de melanose ($1,27 \pm 0,47$; $p < 0,05$) enquanto T1, T2, T4 e T5 apresentaram médias/desvio padrão de: $2,17 \pm 0,75$; $1,73 \pm 0,63$; $2,52 \pm 0,86$; $2,16 \pm 0,72$, respectivamente. Entretanto, no 9° e 11° dia o tratamento 4 apresentou graus de melanose superiores aos demais ($3,26 \pm 0,63$; $3,28 \pm 0,66$, $p < 0,05$) desta forma o nitrito de sódio perdeu ação anti-melanótica conforme o avanço do período de armazenagem. Em contrapartida, o tratamento com metabissulfito de sódio (T3), manteve seus graus de melanose

(1,40±0,54; 1,32±0,54; 1,17±0,42; 1,16±0,37; 1,38±0,50; 1,20±0,43; 1,27±0,44; $p>0,05$) inferiores aos demais tratamentos nos dias 1, 3, 4, 6, 7, 9 e 11, e consequentemente apresentou eficiente controle deste fenômeno. Cabe salientar que o cloreto de sódio (T2) apresentou bons resultados (1,76±0,60; 1,78±0,56) nos dias 9 e 11, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais.

Pardio *et al.* (2011) observaram em seu trabalho com camarões com os aditivos ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potássio e 4-hexyl resorcinol que, até o quinto dia de armazenamento, as amostras do tratamento controle (sem aditivo) e as adicionadas com diferentes combinações destes aditivos obtiveram baixos escores para melanose (4,8±0,1 e 4,9±0,1, para tratamento controle e com aditivos, respectivamente), porém no décimo dia as amostras do tratamento controle mostraram escores inferiores (3,6±0,2; $p<0,05$) quando comparados aos camarões tratados (4,9±0,1). A partir do 20º dia, os escores de avaliação de melanose dos camarões sem aditivo foram tão baixos (<3,2±0,2) que foram considerados inaceitáveis pelos painelistas. Já nos camarões tratados, os escores mantiveram seus valores ao redor de 4,5±0,1 até o 30º dia de armazenagem e apresentaram pequena variação para coloração laranja mais fraca e menor percepção da mudança de coloração, sendo aceitos pelos painelistas.

Montero *et al.* (2004) investigaram o efeito da combinação de 4-hexylresorcinol com ácido cítrico, ácido acético e ácido ascórbico, como inibidores de melanose em camarões *Parapenaeus longirostris* e encontraram que a combinação do três ácidos (0,5% ácido cítrico, 0,5% ácido ascórbico e 0,3% ácido acético) foi a formulação de maior ação inibitória ($p<0,05$), mantendo escores menores que 2,0 até o 9º dia de armazenagem. Ressaltam também que a presença desses ácidos na solução de imersão reduz o pH, o que afeta notavelmente a percepção sensorial da cor, ajudando a manter a cor natural e prevenindo a melanose, visto que esta, é mais facilmente evitada em espécies em que as polifenoloxidasas são mais susceptíveis a baixos níveis de pH.

Gómez-Guillén *et al.* (2005) observaram que após quatro dias de armazenagem que camarões tratados com 6,3 ou 12,5g.kg⁻¹ de metabissulfito de sódio apresentaram melanose moderada (~2,5; ~2,3, respectivamente) nos camarões *Parapenaeus longirostris*, enquanto que os tratados com 25 ou 50 g.kg⁻¹ exibiram algum grau de melanose após dois dias, indicando que concentrações maiores que 50 não previnem o aparecimento de melanose por períodos maiores que 5-6 dias. Acrescentaram também que o uso de 50 g.kg⁻¹ de metabissulfito de sódio associado ao ácido cítrico (20 g.kg⁻¹) tornou os camarões ausentes de melanose após 9 dias, embora relataram que a ação

sozinha do ácido cítrico não inibe o processo de melanose, diferentemente do presente trabalho (Figura 3), mas em concordância ao presente estudo verificaram que o efeito do ácido cítrico se faz mais presente conforme o período de estocagem aumenta.

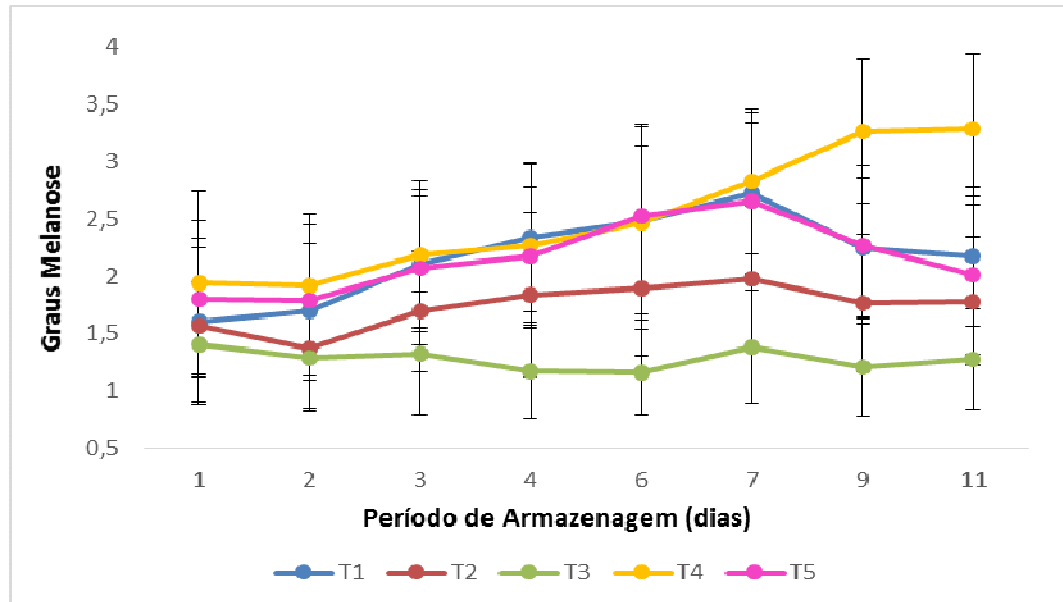


Figura 3. Comportamento da variável Graus de melanose de camarões *Xyphopeneus kroyeri* tratados com água (T1), cloreto de sódio a 2% (T2), metabissulfito de sódio a 2,5% (T3), nitrito de sódio a 1% (T4) e ácido cítrico a 2% (T5) armazenados sob refrigeração por 11 dias.

Quanto menor o valor de L^* mais avançado é o desenvolvimento de melanose (YOKOYAMA, 2007). Um valor significativamente baixo ($p < 0,05$) do parâmetro L^* foi relacionado a aparência de “black spots” em camarões *Parapeneus longistris* (LÓPEZ-CABALLERO *et al.*, 2007). Um decréscimo no valor de L^* pode ser considerado um indicativo de escurecimento (MARTÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2007). Mol e Turkemen (2010) acrescentam que os decréscimos nos valores de a^* sugerem escurecimento da carne, esta se torna menos vermelha e torna-se verde.

Conforme observado na Figura 4, o parâmetro L^* a partir do dia 4 começa a mostrar diferenças significativas entre os tratamentos. Os camarões tratados com metabissulfito de sódio (T3) diferiu dos demais ($p < 0,05$) nos dias 4, 5, 8, 9 e 11, exceto ao tratamento com cloreto de sódio (T2) que nos dias 6, 7, 10, 12 e 13 foram semelhantes, e ao tratamento com ácido cítrico no dia 7 ($p > 0,05$).

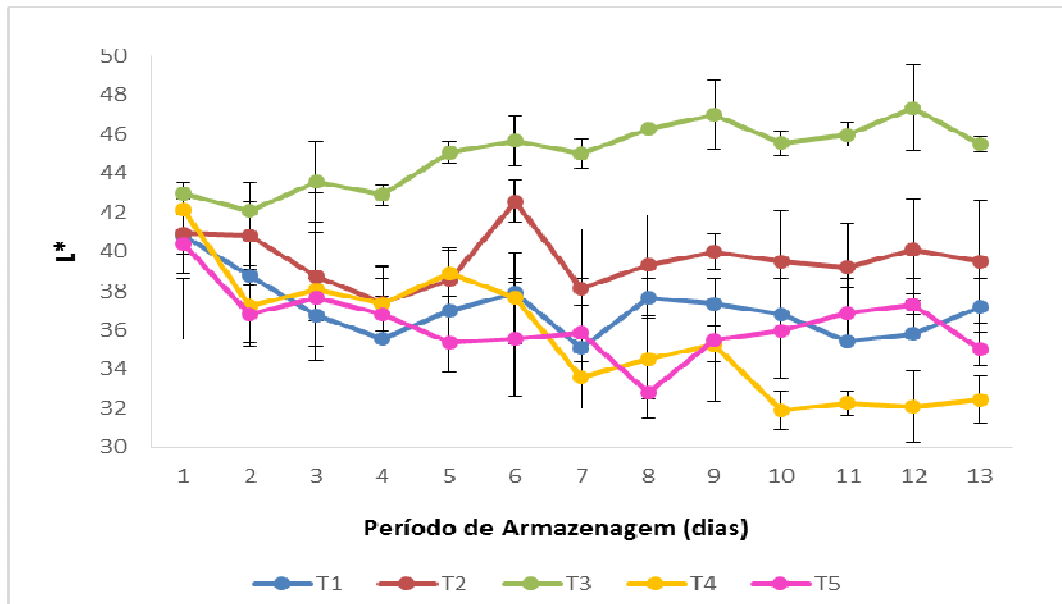


Figura 4. Valores de L* (luminosidade) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias.

Quanto aos valores de a* (teor de vermelho), as diferenças significativas entre os tratamentos iniciaram no dia 2 (Figura 5). O tratamento 3 apresentou maiores valores ($p < 0,05$) que os demais, exceto no dia 3, que os resultados foram semelhantes ($p > 0,05$) aos tratamentos 1, 2 e 5, e no dia 11, ao tratamento 2 ($p > 0,05$). É importante salientar também o aumento gradual dos valores dentro dos tratamentos, sendo diferentes significativamente.

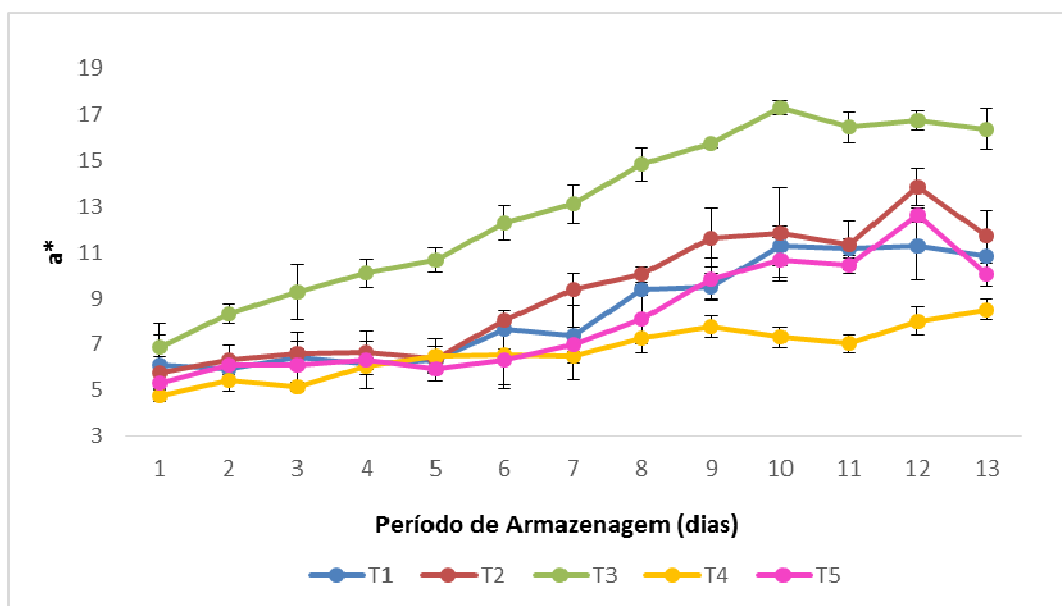


Figura 5. Valores de a^* (teor de vermelho) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias.

No parâmetro b^* (teor de amarelo), foram encontradas diferenças entre tratamentos apenas nos dias 5, 11 e 12 (Figura 6). Durante os dias de armazenagem foram encontradas diferenças estatísticas em todos os tratamentos, com acréscimo gradativo dos valores.

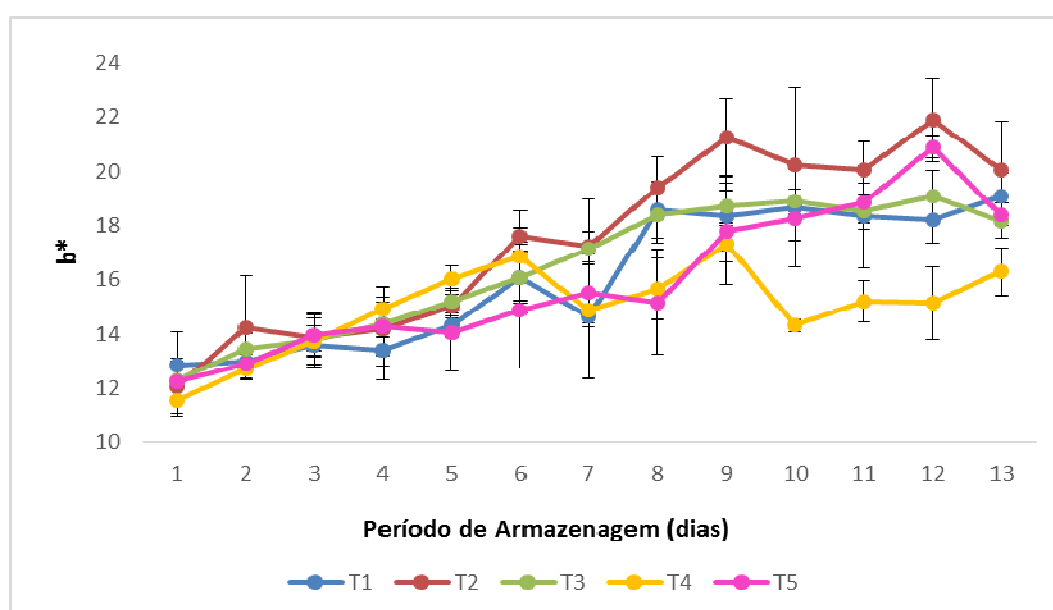


Figura 6. Valores de b^* (teor de amarelo) de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração convencional por 13 dias.

É interessante observar também que o tratamento 4, difere significativamente dos outros tratamentos nos parâmetros a^* ($6,26 \pm 3,17$) e b^* ($14,32 \pm 2,90$), apresentando os valores mais baixos ($p < 0,05$). Mu *et al.* (2012) encontraram manutenção no teor de amarelo em camarões brancos do Pacífico conservados com cinamaldeído, mostrando habilidade em prevenir a melanose e a vermelhidão nos camarões ao longo da estocagem.

Parisenti *et al.* (2011), através de análise sensorial tipo ranking de coloração em camarões *Litopenaeus vannamei*, encontraram valores para o camarão de classificação

cinza claro cru de 36,2; -2,54 e 4,90 para L^* , a^* e b^* , respectivamente. Ressaltou também que a diferença de cores entre camarões é influenciada pela espécie, alimentação e acumulação de carotenoides nos camarões.

López-Caballero *et al.* (2007), em estudo com camarões rosa (*Parapenaeus longirostris*) tratados com aditivos anti-melanóticos, observaram maiores valores de L^* (70,0; dia 1, $p < 0,05$) em camarões tratados com ácido glucônico associado a sulfito (AgS) quando comparado a camarões tratados com 4-hexylresorcinol associado a 0,1% de ácidos orgânicos e quelantes, 4-hexylresorcinol associado a 0,05% de ácidos orgânicos e quelantes, sulfito comercial e controle (62,0; 63,0; 62,0; 54,0; respectivamente), sugerindo que sulfitos podem ser potentes agentes redutores capazes de corar as amostras. Os autores também relatam que com o avançar do período de estocagem, os valores de L dos camarões imersos neste tratamento (AgS) diminuem (70 no dia 0 para 55 no dia 14, $p < 0,05$). A evolução dos parâmetros a^* e b^* durante o período de estocagem demonstrando a formação de coloração esverdeada no cefalotórax do camarão é mais pronunciada do meio para o fim do período e podem ter efeitos no valor de mercado. Estes valores foram superiores, até o segundo dia, nos camarões tratados com 4-hexylresorcinol 0,5%, após esse período os valores diminuíram (6 para -2,5, nos dias 0 e 2, respectivamente, para os valores de a^* ; $p < 0,05$), apresentando valores constantes e sem diferença significativa após esse período. Os valores de b^* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e dias de estocagem após o segundo dia de estocagem.

Similarmente, Gokoglu e Yerlikaya (2008) encontraram valores decrescentes ($p < 0,05$) de L^* , a^* e b^* em camarões *Parapenaeus longirostris* durante a armazenagem (3 dias). Maiores valores foram encontrados nos tratamentos com extrato de semente de uva nas concentrações de 10 e 15 g.L⁻¹ comparado ao tratamento controle (40,45; 6,70; 3,95 no dia 0 e 31,57; 4,09; 6,03 no dia 3), com resultados de 40,6; 34,54 e 8,21 no dia 0 e 6,46; 5,06 e 7,63, no dia 3, respectivamente.

Mu *et al.* (2012) ressaltaram que valores baixos de L^* são indicativos de escurecimentos, observando em seu trabalho com camarões brancos do Pacífico que os valores de L^* do tratamento controle (sem aditivo) foram menores do que os tratados com cinamaldeído 5g.kg⁻¹ após 6 dias de estocagem (20 vs. 24, $p < 0,05$). Do primeiro ao décimo dia de armazenamento, os autores observaram um aumento gradual nos valores de a^* (-2 e 3,09; $p < 0,05$) e uma diminuição nos valores de b^* (8 e 2,78, $p < 0,05$) nos camarões tratados com 5 g.kg⁻¹, sugerindo que o acelerado declínio dos valores de

b* podem estar associados ao desenvolvimento de melanose no final do período de armazenagem.

Através da análise correlação de Pearson (Tabela 4), foi encontrada correlação entre os valores L* e os graus de melanose ($r=-0,8636$; $p=0,0000$), entre os valores de L* e a* ($r=0,5279$; $p=0,0005$) e entre os valores de a* e b* ($r=0,7525$; $p=0,0000$). Gokoglu e Yerlikaya (2008) também encontraram correlação (r) entre valores de L* e escore de melanose (-0,8694; -0,6527; -0,9595; -0,9929) em camarões *Parapenaeus longirostris* imersos em água e nas concentrações de 2,5 g.L⁻¹, 5 g.L⁻¹, 10 g.L⁻¹ e 15 g.L⁻¹ de extrato de semente de uva. Para os valores de a* e b* também foram encontradas correlações (r) com o grau de melanose (-0,8694; -0,6527; -0,9595; -0,9929) nos tratamentos controle e nas concentrações de 2,5; 5 e 15 g.L⁻¹, respectivamente, para a* e (0,8645; 0,8699) nos tratamentos nas concentrações 2,5 e 10 g.L⁻¹, respectivamente, para b*.

Tabela 4. Coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros L*, a*, b* e graus de melanose do camarão *Xyphopenaeus kroyeri*.

	L*	a*	b*	Melanose
L*	1,0000	-	-	-
a*	0,5279*	1,0000	-	-
b*	0,0436	0,7525*	1,0000	-
Melanose	-0,8636*	-0,3972	0,0873	1,0000

*P<0,01

Martínez-Alvarez *et al.* (2007) não encontraram diferença significativa ($p<0,05$) na correlação entre os escores de melanose e os parâmetros L*, a* e b* em camarões tratados com 0,1% de hexylresorcinol, isto se deve provavelmente porque os camarões desenvolveram pouca melanose durante o período de estocagem (14 dias).

3.4 Análise sensorial

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos nos parâmetros avaliados (Tabela 5), este fato demonstra que o uso de aditivos é benéfico, pois auxilia na preservação da qualidade do camarão sem alterar as características sensoriais do mesmo.

Tabela 5. Análise sensorial de camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com T1 - água, T2 - cloreto de sódio (2%), T3 - metabissulfito de sódio (2,5%), T4 - nitrito de sódio (1%) e T5 - ácido cítrico (2%) armazenados sob refrigeração por 3 dias.

Parâmetros	p	Tratamentos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Aparência	0,27	4.60 ±	5.00 ±	6.14 ±	5.37 ±	5.80 ±
		2.02 ^a	1.85 ^a	1.87 ^a	2.44 ^a	1.97 ^a
Sabor	0,65	5.93 ±	5.53 ±	4.71 ±	5.12 ±	5.66 ±
		2.25 ^b	2.19 ^b	2.58 ^b	2.12 ^b	2.46 ^b
Cor	0,59	4.73 ±	5.66 ±	5.71 ±	5.12 ±	5.80 ±
		2.71 ^c	1.23 ^c	2.01 ^c	2.57 ^c	1.65 ^c
Odor	0,99	5.13 ±	5.13 ±	5.14 ±	4.87 ±	5.13 ±
		2.55 ^d	2.06 ^d	2.14 ^d	1.85 ^d	1.59 ^d
Textura	0,56	5.80 ±	5.13 ±	6.14 ±	5.25 ±	6.06 ±
		2.59 ^e	2.06 ^e	1.70 ^e	1.91 ^e	1.98 ^e

Valores são dados como Média ± Desvio Padrão; Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0.05$).

Embora não tenha ocorrido diferença estatística entre tratamentos nos diferentes quesitos sensoriais avaliados percebe-se através dos gráficos radar o comportamento dos valores relativos a um ponto central (Figura 7). Na característica aparência geral pode-se observar maiores pontuações nos tratamentos T3 e T5 ($6,14 \pm 1,87$; $5,80 \pm 1,97$, respectivamente). No quesito sabor o tratamento 3 destaca-se pela menor pontuação ($4,71 \pm 2,58$). Quanto a característica cor os tratamentos T2, T3 e T5 mostraram-se mais interessantes aos painelistas, recebendo melhores notas ($5,66 \pm 1,23$; $5,71 \pm 2,01$; $5,80 \pm 1,65$), respectivamente. No parâmetro odor o tratamento 4 obteve a pontuação mais baixa entre os tratamentos ($4,87 \pm 1,85$). Em relação a textura os tratamentos T3 e T5, ambos obtiveram notas notavelmente mais altas que os demais ($6,14 \pm 1,70$ e $6,06 \pm 1,98$; respectivamente). Através de estudo visual dos gráficos pode-se perceber que o tratamento 5 obteve boas pontuações nos quesitos analisados.

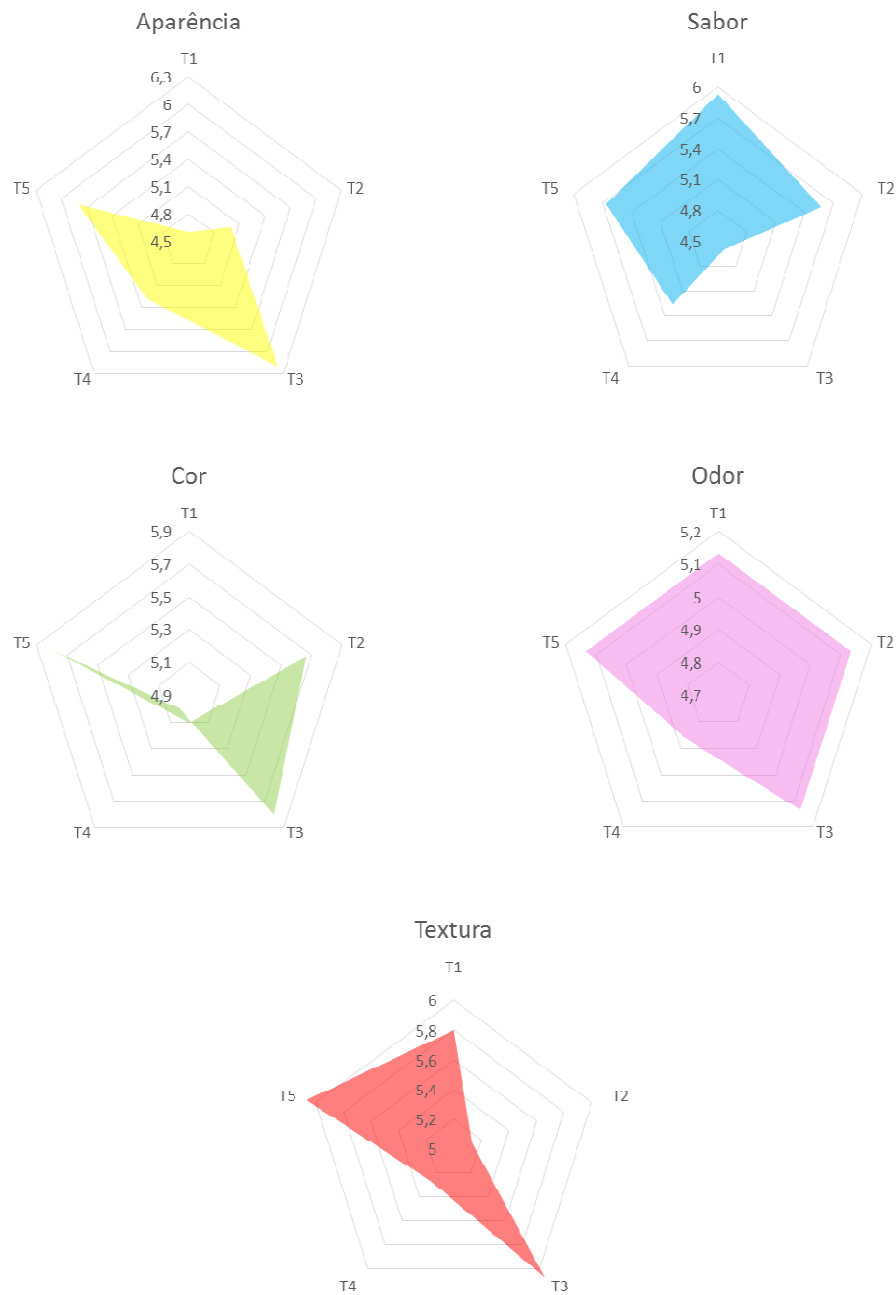


Figura 7. Perfil sensorial do camarão *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com: T1: água, T2: cloreto de sódio (2%), T3: metabissulfito de sódio (2,5%), T4: nitrito de sódio (1%) e T5: ácido cítrico (2%) aos 3 dias de armazenagem.

Semelhante ao presente trabalho, Benjakul e Nirmal (2009) em estudo com camarões brancos do Pacífico conservados em gelo, não encontraram diferença significativa entre os mesmos atributos avaliados no dia 0 de armazenagem e submetidos a quatro diferentes tratamentos: controle, metabissulfito de sódio (1,25%) e ácido ferúlico nas concentrações de 1% e 2%. Embora não tenha ocorrido diferença

significativa, observa-se que as médias dos parâmetros encontram-se entre 8,0 e 9,0, provavelmente essa diferença de médias é devido ao fato dos painelistas serem treinados e consumidores regulares de camarão.

Pardio *et al.* (2011), em trabalho com camarão (*Panaeus aztecus*) utilizando tratamentos com diferentes combinação dos aditivos: ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potássio e 4-Hexylresorcinol, não encontraram até o 19 dia de armazenagem a 1°C, diferença significativa no quesito cor entre os tratamentos e o grupo controle, embora tenham encontrado para os quesitos aroma e sabor.

3.5 Análise de sulfito residual

O metabissulfito de sódio é utilizado na indústria alimentícia como inibidor de deterioração por bactérias e fungos. Em crustáceos é utilizado para inibir reações enzimáticas evitando o escurecimento dos camarões e lagostas. Esse composto é utilizado após a despesca, tendo como agente ativo o dióxido de enxofre (SO₂), o qual não deve ultrapassar 100 ppm devido aos efeitos adversos que causam a saúde humana (MOURA, DANTAS e SANTOS, 2008).

Segundo a Figura 8, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores de sulfito dos camarões imersos em metabissulfito de sódio (T3) durante o período avaliado.

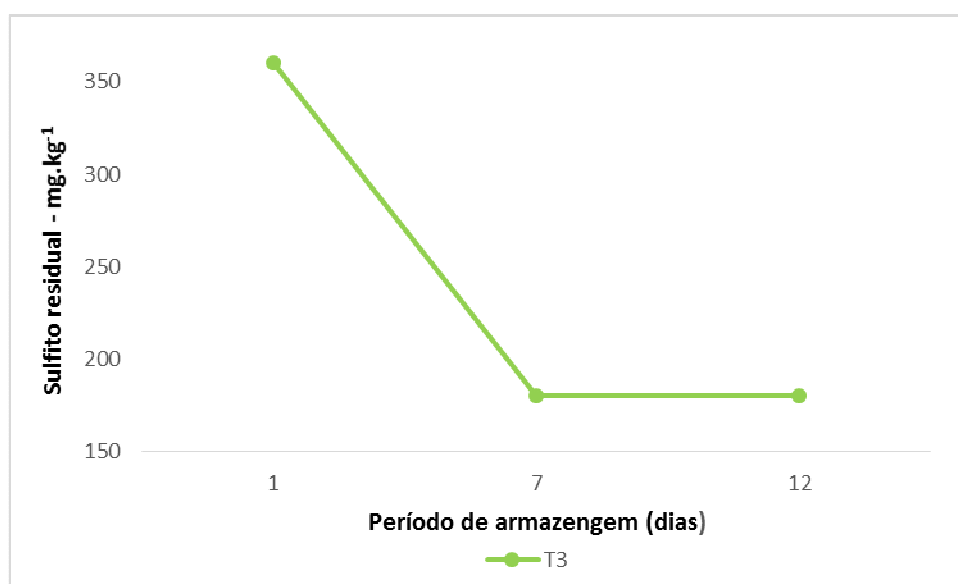


Figura 8. Concentração de sulfito residual nos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* tratados com metabissulfito de sódio a 2,5% (T3) durante o armazenamento sob refrigeração.

Os resultados apontam para uma diminuição na concentração de sulfito residual do primeiro para o sétimo dia de armazenamento ($p= 0,043$) e, após esta data, a concentração permaneceu constante (dia 12, $p>0,05$). Os valores encontrados nos dias de armazenamento não se enquadram nos limites aceitos pela legislação brasileira ($<100 \text{ mg.kg}^{-1}$), desta forma até o 12º dia os camarões do tratamento 4 estariam em não conformidade e não poderiam ser comercializados. De forma semelhante, Góes (2005) encontrou em camarões *Litopenaeus vannamei* imersões em concentrações de 1 a 4% de metabissulfito de sódio valores maiores do que o permitido por legislação (100 ppm), mostrando variações de 55,51 a 151,62 ppm na concentração de 1%.

Em contraposto ao presente estudo, Yokoyama (2007), avaliando a ação conservante do metabissulfito de sódio a 2,5% em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*, verificou queda na concentração de sulfito durante o período de armazenamento ($532,34 \text{ mg.kg}^{-1}$ no dia 1 e $372,54 \text{ mg.kg}^{-1}$ no dia 12, $p<0,05$), entretanto o autor salientou que embora tenha ocorrido redução gradual de sulfito, esta não foi suficiente para tornar o produto final aceitável frente a legislação brasileira, sendo importante a reavaliação da concentração de sulfito utilizada. Munuera *et al.* (2004) analisaram as concentrações de dióxido de enxofre em camarões *Xyphopenaeus kroyeri* desembarcados na baixada Santista (SP/Brasil) e verificaram que 100% das amostras provenientes de barcos pesqueiros estavam acima do permitido por legislação. Nos trabalhos de Ogawa *et al.* (2003) é sugerida a retirada da casca do camarão para o consumo, pois esta retém 60% do SO_2 presente no camarão.

Com base nos resultados encontrados, em virtude da necessidade da indústria pesqueira utilizar conservantes em camarões, em especial os anti-melanóticos, é necessário mais pesquisas que aperfeiçoem a aplicação destes aditivos de forma segura, tendo em vista os possíveis perigos causados aos consumidores pelo uso excessivo de sulfito, buscando métodos de distribuição e queda de níveis residuais no processamento industrial.

4. Conclusões

O estudo demonstrou resultados positivos em relação as variáveis: graus de melanose, L* (luminosidade), a* (tom de vermelho) e b* (tom de amarelo) em camarões tratados com metabissulfito de sódio 2% e, em menores proporções, nos camarões imersos em cloreto de sódio 2%. O nitrito de sódio 1% mostrou eficiência superior na ação anti-microbiana, reduzindo a produção de bases nitrogenadas voláteis nos camarões *Xiphopenaeus kroyeri* quando comparado aos demais tratamentos estudados.

Os diferentes aditivos utilizados na imersão dos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* apresentaram vantagens e desvantagens para as características de qualidade analisadas, necessitando de maiores estudos de uso de diferentes concentrações e associações entre estes para que se possa reconhecer qual é mais efetivo para manutenção da qualidade do camarão com melhores valores entre os parâmetros analisados.

REFERÊNCIAS

- ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; JUVEN, B. J.; LINDNER, P. Quality changes in the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. **Journal of Food Technology**, Israel, v. 20, p. 553-560, 1985.
- BEGUM, M.; POLLEN, A. A.; NEWAZ, A. W.; KAMAL, M. Shelf life of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under different storage conditions. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v. 9, n. 1, p. 159-168, 2011.
- BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; KIJROONGROJANA, K.; SRIKET, P. Effect of heating on physical properties and microstructure of Black Tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and White shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 43, p. 1066-1072, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos oficiais de controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II- métodos físicos e químicos**. Brasília, cap. 11, p. 5-6, 1981.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n. 12, de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos**. Brasília, 2001, 48 p.
- BOZIARIS, J. S.; KORDILA, A.; NEOFITOU, C. Microbiological spoilage analysis and its effect on chemical changes and shelf-life of Norway lobster (*Nephrops*

norvegicus) stored in air at various temperatures. **International Journal of Food Science & Technology**, New York, v. 46, p. 887-895, 2011.

FURLAN, E. F.; GALVÃO, J. A.; SALÁN, E. O.; YOKOYAMA, V. A.; OETTERER, M. Estabilidade físico-química e Mercado do mexilhão (*Perna perna*) cultivado em Ubatuba – SP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 516-523, jul./set., 2007.

FURLAN, E. F. **Qualidade e valorização do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862): aspectos sensoriais e vida útil em gelo**. 2013. 17 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GÓES, L. M. N. B. **Uso do metabissulfito e sódio na pós-colheita do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

GOKOGLU, N.; YERLIKAYA, P. Inhibition effects of grape seed extracts on melanosis formation in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 43, p. 1004-1008.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; LLAMAS, A.; MONTERO, P. Melanosis inhibition and SO₂ residual levels in shrimps (*Parapenaeus longirostris*) after diferente sulfite-based treatments. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, p. 1143-1148, 2005.

HAIDER, M. N.; FARIDULLAH, M.; REZA, M. S.; HOSSAIN, M. F.; KAMAL, M.; ISLAM, M. N. Quality assessment of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in ice storage condition collected from selected farms and depots. **Bangladesh Journal of Progressive Agriculture**, Bangladesh, v. 22, n. 1 e 2, p. 139-149, 2011.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

JEYASEKARAN, G.; GANESAN, P.; ANANDARAJ, R.; JEYA SHAKILA, R.; SUKUMAR, D. Quantitative and qualitative Studies on the bacteriological quality of Indian White shrimp (*Peneaus indicus*) stored in dry ice. **Food Microbiology**, London, v. 23, n. 6, p. 526-533, Sept, 2006.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado em gelo**. 2003. 63f. Dissertação (mestrado em aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2003.

- KIRSCHNIK, P. G.; VIEGAS, E. M. M. Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* durante estocagem em gelo. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 407-412, 2004.
- KIRSCHNIK, P. G.; VIEGAS, E. M. M.; VALENTI, W. C.; OLIVEIRA, C. A. F. Shelf-life of Tail meat of Giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, stored on ice. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Canadá, v. 15, n. 2, p. 57-71, 2006.
- LANNELONGUE, M.; FINNE, G.; HANNA, M. D.; NICKELSON, R.; VANDERZANT, G. Storage characteristics of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) stored in retail packages containing CO₂-enriched atmosphere. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 47, n. 3, p. 911-914, 1982.
- LYHS, U.; BJORKROTH, J.; HYYTIA, E.; KORKEALA, H. The spoilage flora of vacuum-packaged, sodium nitrite or potassium nitrate treated, cold-smoked rainbow trout stored at 4° or 8°. **International Journal of Food Microbiology**, v. 45, p. 135-142, 1998.
- LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P. Quality of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with melanosis-inhibiting formulations during chilled storage. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 42, p. 1029-1038, 2007.
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; MONTERO, P. Role of sulfites and 4-hexylresorcinol on microbiological growth and melanosis prevention in shrimps using controlled atmosphere. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 68, p. 103-110, 2005.
- MAYER, M. D. B. **Alterações microbiológicas, físico-químicas e sensoriais durante a vida útil do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*), submetidos à radiação gama**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MOL, S.; TURKMEN, O. A. Effect of sodium metabisulfite and citric acid on the quality of crayfish (*Astacus leptodactylus*). **Journal of Muscle Foods**, USA, v. 21, p. 327-342, 2010.
- MONTERO, P.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, O.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Effectiveness of onboard application of 4-Hexylresorcinol in Inhibiting Melanosis in Shrimp (*Parapenaeus longirostris*). **Journal of food Science**, Champaign, v. 69, p. 643-647, 2004.

- MOURA, A. F. P.; MAYER, M. D. B.; LANDGRAF, M.; FILHO, A. T. Qualidade química e microbiológica de camarão-rosa comercializado em São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 2, abr./jun., 2003.
- MOURA, E. F.; DANTAS, T. N. C.; SANTOS, M. J. Contaminação de camarão no comércio do Natal-RN por resíduo de SO₂ devido ao uso de metabissulfito. **Revista da FARN**, Natal, v. 7, n. 1, p. 63-71, jan./jun., 2008.
- MOTTA, E. S. **Adição de ácido lático e ácido cítrico como conservante da carne mecanicamente separada**. 2013. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão.
- MU, H.; CHEN, H.; FANG, X.; MAO, J.; GAO, H. 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.
- MUNUERA, J. C.; CALIL, R. M.; AJZENTAL, A.; ZIKAN, C. A. Análise quantitativa de bissulfito de sódio residual em amostras de camarão colhidas na Baixada Santista, estado de São Paulo, Brasil. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.18, n.116/117, jan/fev. 2004.
- NYACHUBA, D. G.; DONNELLY, C. W.; HOWARD, A. B. Impacto f nitrite on detection of *Listeria monocytogenes* in selected ready-to-eat (RTE) meat and seafood products. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 72, n. 7, 2007.
- NIAMNUY, C.; DEVAHASTIN, S.; SOPONRONNARIT, S. Quality changes of shrimp during boiling in salt solution. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 72, p. 289-297, 2007.
- NIP, W. K.; MOY, J. H. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 5, p. 207-213, 1981.
- NIRMAL, N. P.; BENJAKUL, S. Melanosis and quality changes of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) treated with catechin during iced storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, p. 3578-3586, 2009.
- NIRMAL, N. P.; BENJAKUL, S. Effect of ferulic acid on the inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. **Food Chemistry**, v. 116, p. 323-331, 2009.
- NIRMAL, N. P.; BENJAKUL, S. Inhibition of melanosis formation in Pacific white shrimp by the extract of lead (*Leucaena leucocephala*) seed. **Food Chemistry**, v. 128, p. 427-432, 2011.

- OGAWA, N. B. P.; ARAÚJO, J. W. F.; LUCENA, L. H. L.; MAIA, E. L.; OGAWA, M. Teor residual de SO₂ em camarões congelados exportados pelo estado do Ceará. **Boletim Técnico e Científico CEPNOR**, Belém, v.3, n.1, p.191-196, 2003.
- OLIVEIRA, V. M. **Estudo da qualidade do camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), inteiro e descabeçado, estocado em gelo**. 2005. 90 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- 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**, Amsterdam, v. 55, p. 110-116, 2014.
- PARDIO, V. T.; WALISZEWSKI, K. N.; ZUÑIGA, P. Biochemical, microbiological and sensory changes in shrimp (*Panaeus aztecus*) dipped in diferente solutions using face-centred central composite design. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 46, p. 305-314, 2011.
- PARISENTI, J.; BEIRÃO, L. H.; TRAMONTE, V. L. C. G.; OURIQUE, F.; BRITO, C. C. S.; MOREIRA, C. C. Preference ranking of colour in raw and cooked shrimps. **International Journal of Food Science & Technology**, London, v. 46, p. 2558-2561, 2011.
- PORNRAT, S.; SUMATE, T.; ROMMANCE, S.; SUMOLAYA, K.; KERR, W. L. Changes in the ultrastructure and texture of prawn muscle (*Macrobrachium rosenbergii*) during cold storage. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 40, p. 1747-1754, 2007.
- PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.
- SARNOSKI, P. J. **Instrumental Methods for determining quality of blue crab (*Callinectes sapidus*) meat**. 2007. 103 f. Tesis (Master of Science in Food Science and Technology) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2007.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295 p.
- THEPNUAN, R.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effect of pyrophosphate and 4-hexylresorcinol pretreatment on quality of refrigerated White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) kept under modified atmosphere packaging. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 124-133, 2008.

XIONG. S.; XIONG, Y. L.; BLANCHARD, S. P.; WANG, B.; TIDWELL. J. H. Evaluation of tenderness in prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) marinated in various salt and acid solutions. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 37, p. 291-296, 2002.

YOKOYAMA, V. A. **Qualidade do camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* mediante a ação dos agentes antimelanóticos**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foram estudadas as características físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e organolépticas dos camarões *Xyphopenaeus kroyeri* submetidos a imersão em diferentes aditivos: T1- tratamento controle – água, T2- Cloreto de sódio a 2%, T3- Metabissulfito de sódio a 2,5%, T4- Nitrito de sódio a 1% e T5- Ácido cítrico a 2%, armazenados sob refrigeração convencional (7-10°C) por período de armazenagem de 12 dias.

Com os resultados deste trabalho, pode-se concluir:

- Quanto ao parâmetro pH, os tratamentos à base de nitrito de sódio e metabissulfito de sódio obtiveram os valores mais constantes durante o período de armazenagem.
- Os camarões que apresentaram menor produção de BNVT durante o armazenamento foram os submetidos à imersão em nitrito de sódio.
- A força de cisalhamento dos camarões cozidos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, demonstrando no presente estudo, a falta de influência dos aditivos neste parâmetro.
- Os camarões tratados com metabissulfito de sódio obtiveram os menores graus de melanose durante a armazenagem, assim como o cloreto de sódio que apresentaram bons resultados para este quesito estudado.
- As menores contagens de mesófilos e psicrotróficos foram encontradas nos camarões imersos em cloreto de sódio e nitrito de sódio, embora ainda tenham sido consideradas altas segundo padrões internacionais, ressaltando a importância de pesquisas para se conhecer as propriedades específicas de cada espécie proveniente de diferentes localizações.
- Os valores finais de sulfito residual encontrados nos últimos dias de armazenagem ainda são altos, sugerindo que as quantidades sugeridas por fabricantes necessitam de adequações para se enquadrarem nos valores exigidos por legislação.
- Na análise sensorial não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para as características analisadas, sugerindo que todos os aditivos nas concentrações utilizadas podem ser usados sem ocasionar alterações nas características sensoriais do mesmo.
- Pode-se concluir que as características contagem de micro-organismos e bases nitrogenadas voláteis em camarões *Xyphopenaeus kroyeri* provenientes da lagoa dos Patos, Tramandaí, necessita de maiores estudos para realização de uma caracterização

dos camarões específicos desta região, visto que apresentaram diferenças marcantes de camarões da mesma espécie, mas provenientes de outra localização.

- Como observado, os aditivos analisados tiveram vantagens e desvantagens nas diferentes características analisadas, portanto, são necessárias novas pesquisas analisando os resultados de diferentes concentrações dos aditivos utilizados e combinações destes entre si e com novos aditivos para descobrir-se uma composição adequada que proporcione vantagens no maior número de características analisadas para qualidade do camarão *Xyphopenaeus kroyeri*.

REFERÊNCIAS

ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; JUVEN, B. J.; LINDNER, P. Quality changes in the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 20, n.5, p. 553-560, Oct, 1985.

ARAÚJO, M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4 Ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008, 601 p.

BARTOLO, I.; BIRK, E. O. Some factors affecting Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) cuticle polyphenol oxidase activity and black spot development. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 33, n.3, p. 329-336, June, 1998.

BENJAKUL, S. *et al.* Effect of heating on physical properties and microstructure of Black Tiger shrimp (*Peneaus monodon*) and White shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 43, n. 6, p. 1066-1072, June, 2008.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA**. Brasília, 1952, 154 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos oficiais de controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – Métodos físicos e químicos**. Brasília, 1981, cap. 11, p. 5-6.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 540, de 27 de outubro de 1997. **Regulamento técnico sobre aditivos alimentares – definições, classificação e emprego**. Brasília, 1997, 7 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Brasília, 1997, 6 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 1.004, de 11 de dezembro de 1998. **Atribuição de função de Aditivos, Aditivos e seus limites máximos de uso para Categoria 8 – Carnes e Produtos cárneos**. Brasília, 1998, 14 p.

BRASIL. 1988. Ministério da Saúde. Conselho Nacional da Saúde. Resolução CNS/MS n. 4, de 24 de novembro de 1988. **Aditivos intencionais**. Brasília, 1988, 36 p.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria n. 456, de 10 de setembro de 2010. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para camarão fresco**. Brasília, 2010, 3 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n. 12, de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos**. Brasília, 2001, 48 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. Brasília, 2011, 60 p.

ERICKSON. M. C. *et al.* Sensory differentiation of shrimp using a trained descriptive analyses panel. **LWT – Food Science and Technology**, v. 40, n. 10, p. 1774-1783, Dec, 2007.

FRANGOS, L. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. **Food Microbiology**, London, v. 27, n. 1, p. 115-121, Feb, 2010.

FURLAN, E. F.; TORRES, E. A. F. S. Segurança alimentar na Cadeia produtiva do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*). In: **II Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Aracaju, 18-21 Abril, 2010.

FURLAN, E. F. Valoração da qualidade do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) desembarcado no litoral de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 317-326, 2011.

FURLAN, E. F. *et al.* Estabelecimento da Textura Instrumental do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) como parâmetro de qualidade. In: **XI Reunião Científica do Instituto de Pesca**, São Paulo, 2013, p. 45-47.

FURLAN, E. F. **Qualidade e valorização do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862): aspectos sensoriais e vida útil em gelo**. 2013. 17 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GIMÉNEZ, B.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, O.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Characterization of phenoloxidase activity of carapace and viscera from cephalothorax of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 8, p. 1240-1245, Oct, 2010.

GÓES, L. M. N. B. **Uso do metabissulfito e sódio na pós-colheita do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

GÓMEZ-GUILLÉN. M. C. *et al.* Melanosis inhibition and SO₂ residual levels in shrimps (*Parapenaeus longirostris*) after different sulfite-based treatments. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, n. 7, p. 1143-1148, May, 2005.

HAIDER, M. N. *et al.* Quality assessment of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in ice storage condition collected from selected farms and depots. **Bangladesh Journal of Progressive Agriculture**, Bangladesh, v. 22, n. 1-2, p. 139-149, 2011.

HWANG, C. A.; SHEEN, S.; JUNEJA, V. K. Effect of salt, smoked compound, and temperature on the survival of *Listeria monocytogenes* in Salmon during simulated smoking process. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 74, n. 9, p. 522-529, Nov-Dec, 2009.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Proposta de plano Camarões Marinhos no Brasil**. Brasília, DF, 242 p, 2011.

ICMSF – International Commission on the Microbiological Specifications for Foods. 1986. **Microorganisms in Foods**. 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Application. 2 ed. Toronto: University of Toronto Press, 1986, p. 121-166.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 711 p, 2005.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado em gelo**. 2003. 63f. Dissertação (mestrado em aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2003.

KIRSCHNIK, P. G.; VIEGAS, E. M. M. Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* durante a estocagem em gelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 407-412, jul./set., 2004.

JEYASEKARAN, G. *et al.* Quantitative and qualitative Studies on the bacteriological quality of Indian White shrimp (*Peneaus indicus*) stored in dry ice. **Food Microbiology**, London, v. 23, n. 6, p. 526-533, Sept, 2006.

LEITÃO, M. F. F.; RIOS, D.P. Microbiological and chemical changes in freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under refrigeration. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 31, p. 178-183, July/Sept, 2000.

LINDNER, P.; ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; GRANIT, R. Study of the proteolytic activity of the hepatopancreas of the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, and its role in inducing mushiness in muscle tissue during post-mortem storage. **Food Chemistry**, v. 32, n.1, p. 19-29, 1989.

LÓPEZ, A. M. Q.; LIMA-COELHO, S. F.; LIRA, G. M. Efeito de diferentes concentrações de conservantes sobre o crescimento in vitro de bactérias veiculadas por alimentos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 49-57, Jan/Abril, 2009.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E. *et al.* Quality of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with melanosis-inhibiting formulations during chilled storage. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 42, n. 9, p. 1029-1038, Sept, 2007.

MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F.; VICENTE, E. Sulfitos em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 4, p 265-275, Out./Dez., 2006.

MADRID, R. M. M. Características intrínsecas e tratamento pós-colheita. In: **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**, Brasília: W. C. Valenti Editores, p. 279-307, 1998.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P. Role of sulfites and 4-hexylresorcinol on microbiological growth and melanosis prevention in shrimps using controlled atmosphere. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 68, n. 1, p. 103-110, Jan, 2005.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, O. *et al.* Spraying of 4-hexylresorcinol based formulations to prevent enzymatic browning in Norway lobsters (*Nephrops norvegicus*) during chilled storage. **Food Chemistry**, v. 100, p. 147-155, 2007.

MATTEY, M. The production of organic acids. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v. 12, n. 1-2, p. 87-132, 1992.

MONTERO, P.; LOPEZ-CABALLERO, M. E.; PEREZ-MATEOS, M. The effect of inhibitors and high pressure treatment to prevent melanosis and microbial growth on chilled prawns (*Penaeus japonicus*). **Journal of Food Science**, Champaign, v. 66, n. 8, p. 1201-1206, Oct, 2001.

MOL, S.; TURKMEN, O. A. Effect of sodium metabisulfite and citric acid on the quality of crayfish (*Astacus leptodactylus*). **Journal of Muscle Foods**, v. 21, n. 2, p. 327-342, April, 2010.

MONTERO, P.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, O.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Effectiveness of onboard application of 4-hexylresorcinol in inhibiting melanosis in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). **Journal of Food Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 643-647, 2004.

MORAIS, C.; KAI, M. Considerações sobre o enlatamento de camarão em salmoura. **Boletim Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 425-448, Out-Dez, 1981.

MOURA, A. F. P. *et al.* Qualidade química e microbiológica de camarão-rosa comercializado em São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 2, Abr-Jun, 2003.

NIAMNUY, C.; DEVAHASTIN, S.; SOPONRONNARIT, S. Quality changes of shrimp during boiling in salt solution, **Journal of Food Science**, Champaign, v. 72, n. 5, p. 289-297, 2007.

NIP, W. K.; MOY, J. H. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 5, n. 4, p. 207-213, Dec, 1981.

NUNAK, N.; SCHLEINING, G. Instrumental textural changes in raw White shrimp during iced storage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 20, n. 4, p. 350-360, Oct, 2011.

NYACHUBA, D. G.; DONNELLY, C. W.; HOWARD, A. B. Impact of nitrite on detection of *Listeria monocytogenes* in selected ready-to-eat (RTE) meat and seafood products. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 72, n. 7, p. 267-275, 2007.

OGAWA. M.; MAIA. E. L. **Manual de pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Livraria Varela, 430 f, 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.

OTWELL, W. S.; MARSHALL, M. Studies on the use of sulfites to control shrimp melanosis (*Blackspot*). **Florida Sea Grant College Technical Paper**, Gainesville, n. 46, Jan, 1986.

PARDIO, V. T.; WALISZEWSKI, K. N.; ZUÑIGA, P. Biochemical, microbiological and sensory changes in shrimp (*Panaeus aztecus*) dipped in different solutions using face-centred central composite design. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 46, n. 2, p. 305-314, Feb, 2011.

PARISENTI, J. *et al.* Preference ranking of color in raw and cooked shrimps. **International Journal of Food Science & Technology**, New York, v. 46, n. 11, p. 2558-2561, Nov, 2011.

PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa de carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenados sob congelamento**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO. N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 1985, v. 1, 533 p.

POPOLIM, W. D.; PENTEADO, M. V. C. Estimate of dietary exposure to sulphites using Brazilian students as a sample population. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 22, n. 11, p. 1106-1112, Nov, 2005.

PORNRAT, S. *et al.* Changes in the ultrastructure and texture of prawn muscle (*Macrobrachium rosenbergii*) during cold storage. **LWT – Food Science and Technology**, v. 40, n.10, p. 1747-1754, Dec, 2007.

POSOMBOM, W. **Processing effect on quality of dried shrimp**. Master of engineering thesis. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology, 1998.

PYLE, M.L.; KOBURGER, J.A. **The effect of water, bisulfite and hypochlorite rinses on the microbial flora of shrimp**. In: VI Annual Tropical And Subtropical Fisheries Technological Conference Of The Americas, Santo Antonio, p. 70- 74, 1981.

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.

ROTLANT, G. *et al.* Effect of metabisulphite treatments and freezing on melanosis inhibition in rose shrimp *Aristeus antennatus*. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 8, n. 4, p. 243-247, Aug, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997, 295 p.

SILVA, A. C. *et al.* Quantificação de nitrito em linguças tipo mista comercializadas em Teresina, PI. *In: VII CONNEPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, Palmas, 2012.

TAYLOR, S. L. *et al.* **Sulfites in foods: uses, analytical methods, residues, fate, exposure assessment, metabolismo, toxiciy, and hypersensitivity**. New Jersey: Academic Press, 1986.

VIEIRA, R. H. S. F. Microbiota natural do pescado fresco. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela, 2004, p. 45-58.

XIONG. S. *et al.* Evaluation of tenderness in prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) marinated in various salt and acid solutions. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 37, n. 3 p. 291-296, March, 2002.

YOKOYAMA, V. A. **Qualidade do camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* mediante a ação dos agentes antimelanóticos**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

ZAITSEV, V. *et al.* **Fish curing and Processing**. Moscow: Mir Publishers, 722 p, 1969.

ANEXO A

Perfil de atributos de camarões cozidos

Leia as definições e atribua notas às características sensoriais das amostras de camarão cozido. Inicie atribuindo nota a aparência, à cor e ao odor. Depois coloque a amostra na boca e avalie os demais atributos.

Aparência – primeira impressão causada ao olhar; **Odor** – intensidade de odor a camarão; **Sabor** – sabor característico de camarão; **Textura** – qualidade da textura da amostra; **Cor** – primeira impressão causada ao olhar;

Anotar, nas escalas abaixo, o número da amostra e marcar um x a tua impressão correspondente a cada atributo. A – gostei muitíssimo; B – gostei; C – indiferente; D – não gostei; E – desgostei muitíssimo.

Nome	Sexo:	Idade:
No. da amostra: ____		
Aparência:		Odor:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Sabor:		Textura:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Cor:		
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		
No. da amostra: ____		
Aparência:		Odor:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Sabor:		Textura:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Cor:		
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		
No. da amostra: ____		
Aparência:		Odor:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Sabor:		Textura:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Cor:		
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		
No. da amostra: ____		
Aparência:		Odor:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Sabor:		Textura:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Cor:		
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		
No. da amostra: ____		
Aparência:		Odor:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Sabor:		Textura:
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Cor:		
<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E		

Agora, ordene-as em ordem decrescente em relação à sua preferência.

Gostei mais

Desgostei mais