

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

LENIETTI GALIZA GAMA

**INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SULFITO SOBRE A
QUALIDADE DO CAMARÃO MARINHO**

JOÃO PESSOA – PB

2015

LENIETTI GALIZA GAMA

**INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SULFITO SOBRE A
QUALIDADE DO CAMARÃO MARINHO**

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

Orientador: Dr. José Marcelino Oliveira Cavalheiro

JOÃO PESSOA – PB

2015

G184i Gama, Lenietti Galiza.

Influência do teor residual de sulfito sobre a qualidade do camarão marinho / Lenietti Galiza Gama.- João Pessoa, 2015.
84f. : il.

Orientador: José Marcelino Oliveira Cavalheiro
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT
1. Tecnologia de alimentos. 2. Metabissulfito de sódio.
3. Cocção. 4. Textura. 5. Cor. 6. *Litopenaeus vannamei*.

UFPB/BC

CDU: 664(043)

LENIETTI GALIZA GAMA

**INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SULFITO SOBRE A QUALIDADE DO
CAMARÃO MARINHO**

Dissertação _____ em ___ / ___ / 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Marcelino Oliveira Cavalheiro - DTA/CTDR/UFPB
Coordenador da Banca Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira – DTA/CT/UFPB
Examinador Interno

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

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

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais, Geraldo e Galiza, que sempre estiveram dispostos a lutar por minhas vitórias e sempre lutando, para que eu fosse uma vencedora nos meus estudos e na vida.

Ao meu querido esposo Joeudson Fernandes Gama, que sempre me dedicou todo o seu amor e carinho, além de ter me incentivado e me ajudado a lutar, durante os dias difíceis, desse processo acadêmico. EU TE AMO!

Ao meu Orientador, Professor Dr. José Marcelino Oliveira Cavalheiro. Agradeço pelas orientações e aprendizados compartilhados, nesse processo acadêmico.

Ao professor Dr. Ricardo Targino Moreira, por estar sempre dialogando e respondendo as minhas dúvidas nesse processo de análises. Tê-lo em minha banca examinadora é uma satisfação.

À professora Dra. Marta Maria da Conceição, por gentilmente aceitar fazer parte dessa banca examinadora e participar de um momento tão importante em minha vida acadêmica.

Ao Professor Dr. João Andrade da Silva, pelo grande apoio e por compartilhar tanta experiência.

À Professora do IFPB campus Cabedelo, Luciana Trigueiro de Andrade, por ter repassado tanto conhecimento na área de Tecnologia de Pescado, e dado tanta luz e energia nesse processo, pelas orientações incontáveis e a qualquer momento. Muito obrigada, AMIGA!

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

Aos meus familiares! Vocês sempre torceram e compartilharam das minhas vitórias nos estudos a na vida. Em especial à minha sogra Carminha, que ajudou em um importante momento da pesquisa de campo, se mostrando paciente e solidária comigo.

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

Aos professores do programa em pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que foram sempre atenciosos e pacientes com nossas constates dúvidas.

Ao IFPB campus Cabedelo, por ter me cedido o afastamento e reajustado os horários, de forma a não prejudicar minha função no trabalho, bem como meu desempenho no processo de mestrado, além de ter cedido o material e o laboratório para que eu fizesse minhas análises e pesquisas. Estendendo aos meus amigos e colegas de trabalho, que gentilmente entenderam todo o processo pelo qual passei e estiveram dispostos a me fornecer ajuda diante das minhas dificuldades.

RESUMO

A qualidade da textura e da cor do camarão marinho pode ser afetada pela falta de padronização no uso do conservante metabissulfito de sódio, ocasionando uma maior rigidez e embranquecimento excessivo após a cocção, tornando o teor residual de sulfito acima de 30 kg⁻¹g, limite máximo permitido pela legislação vigente. As amostras de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* tamanho 80/100 foram adquiridas em uma fazenda produtora do litoral norte do Estado da Paraíba, foram submetidas ao tratamento do metabissulfito de sódio, totalizando oito concentrações (T1 (0), T2 (5), T3 (10), T4 (15), T5 (20), T6 (25), T7 (30) e T8 (40) kg⁻¹g), foram descabeçadas, descascadas e cozidas em solução em ebulação (99 ± 1°C) de água e NaCl a 1% até que o centro de cada amostra atingisse a temperatura de 63°C, permanecendo em ebulação por um tempo de 15 segundos. As amostras foram analisadas quanto ao teor de SO₂ para avaliar a influência do metabissulfito de sódio sobre a qualidade do camarão marinho, correlacionando os valores obtidos com as análises sensoriais e físicas, levando em consideração os teores residuais de sulfitos permitidos. Das oito amostras analisadas, quatro (T1 (0), T3 (10), T5 (20) e T7 (30) kg⁻¹g) foram escolhidas para a realização dos testes sensoriais e análises de cor, força de cisalhamento, atividade de água, capacidade de retenção de água e rendimento na cocção. A análise sensorial foi realizada com 96 julgadores não treinados, fundamentada pela metodologia do teste de escala do ideal, para avaliar os parâmetros cor e textura e do teste de aceitação para avaliar o sabor, aparência e aceitação global. Os resultados demonstraram que a cor e a textura ideais ocorreram na amostra tratada com 20 g.kg⁻¹ de metabissulfito de sódio, sendo esta a concentração recomendada para o fabricante de camarão cozido com as mesmas características e as correlações entre os parâmetros sensoriais e físicos foram obtidas nas amostras que apresentaram cores mais alaranjadas, úmidas e dureza ligeiramente maior.

Palavras-chave: Metabissulfito de sódio. Cocção. Textura. Cor. *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT

Sea shrimp's color and texture quality may be modified due to the lack of standardization on the use of sodium metabisulfite preservative causing a higher stiffness and excessive whitening after the cooking process, making the sulfite residue content above $30 \text{ kg}^{-1}\text{g}$, which is the amount allowed by the current law. The *Litopenaeus vannamei* shrimp samples size 80/100 were acquired in a harvesting farm on the North shore of Paraíba State and to which the metabisulfite treatment was applied (0 a $40 \text{ kg}^{-1}\text{g}$) accounting for a total of eight concentrations (T1 (0), T2 (5), T3 (10), T4 (15), T5 (20), T6 (25), T7 (30) e T8 (40) kg^{-1}g) from which their heads and shells were removed, later they were cooked in a water boiling solution ($99 \pm 1^\circ \text{C}$) and NaCl at 1% until the moment each sample's core reached a temperature of 63°C and those remained boiling for 15 seconds. Following that, the samples were analyzed regarding their SO_2 content in order to assess the sodium metabisulfite's influence over the sea shrimp's quality while correlating the obtained values with sensory and physical analysis and considering the residual contents of the allowed sulfites. Of the eight analyzed samples, four (T1 (0), T3 (10), T5 (20) e T7 (30) kg^{-1}g) were chosen to perform the following analysis: sensory, color, shearing force, water activity, retaining ability and cooking performance. The sensory analysis was performed with 96 untrained judges and based on the ideal scale testing methodology to assess color and texture parameters, and accepting tests to assess taste, appearance and global acceptance. The results have showed that ideal color and texture appeared on the sample treated at 20 g kg^{-1} sodium metabisulfite, being such concentration the one recommended by the cooked shrimp manufacturer and with the same features and the correlations between sensory and physical parameters were achieved in the samples that were wetter, slightly harder and presented and a shade of orange.

Keywords: Sodium metabisulfite. Cooking. Texture. Color. *Litopenaeus vannamei*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de obtenção do camarão marinho cozido.....34

Figura 2 - Modelo de ficha utilizada para o teste de escala do ideal41

Figura 3 - Modelo de ficha utilizada para o teste de escala de aceitação41

ARTIGO

Figura 1. Correlação entre a concentração de MBS e teor de sulfitos.....59

Figura 2. Histograma de frequência com motivos de consumo e grau de importância (%) do consumo de camarão.....63

Figura 3. Histograma de frequência de respostas por categoria da escala do ideal para a cor, por tratamentos: (Tratamento 1 (Controle); T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹ de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹ de MBS).....64

Figura 4. Histograma de frequência de respostas por categoria da escala do ideal para a textura, por tratamentos: (Tratamento 1 (Controle); T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹ de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹ de MBS).....65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes de SO₂ e seus respectivos conteúdos de SO₂ ativo 24

Tabela 2 - Correlações entre análises instrumentais e sensoriais, de cor e textura, em Camarão..... 29

ARTIGO

Tabela 1. Médias de teor de sulfito residual (g kg⁻¹) no músculo comestível do camarão cozido..... 60

Tabela 2. Valores médios das propriedades físico-químicas do camarão cozido sem e com tratamento com MBS..... 62

Tabela 3. Médias do teste de aceitação do filé de camarão cozido..... 65

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros físicos do filé de camarão cozido..... 67

Tabela 5. Matriz de correlação de Pearson, r, entre valores das médias obtidas das análises físicas e da cor ideal do camarão marinho sem e com tratamento com MBS..... 68

Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson, r, entre valores das médias obtidas das análises físicas e da textura ideal do camarão marinho sem e com tratamento com MBS..... 68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO CAMARÃO CULTIVADO	13
2.1.1 Comercialização e produção no Brasil	15
2.2 O CAMARÃO <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)	16
2.3 ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS DO CAMARÃO	17
2.3.1 Aspectos físicos	18
2.3.2 Aspectos químicos	18
2.3.3 Aspectos microbiológicos	19
2.3.4 Aspectos sensoriais.....	20
2.4 MELANOSE	21
2.5 INFLUÊNCIA DO COZIMENTO NAS CARACTERÍSTICAS DO CAMARÃO	22
2.6 USO DE METABISSULFITO DE SÓDIO NO TRATAMENTO DO CAMARÃO..	23
2.6.1 Níveis de Teor de sulfito recomendados	24
2.6.2 Ingestão diária aceitável de MBS.....	26
2.7 MÉTODOS FÍSICOS E SENSORIAIS PARA AVALIAÇÃO DA TEXTURA E DA COR DO CAMARÃO COZIDO	27
2.7.1 Textura.....	28
2.7.2 Cor	30
2.8 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA	31
3 MATERIALE MÉTODOS	33
REFERENCIAS	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5 CONCLUSÕES.....	74
ANEXOS	75
APÊNDICES	78

1 INTRODUÇÃO

O camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, é oriundo do Pacífico Sul e foi trazido para o Brasil em meados de 1980, para fins comerciais. Desde então, esta espécie vem sendo cultivada em cativeiro, e o Brasil se destacou nas exportações do camarão por muitos anos.

A despensa do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, nas fazendas ou cativeiros, acontece quando o crustáceo atinge o tamanho e peso desejados pelo produtor, esse tempo é de cerca de 70 a 150 dias. As primeiras análises realizadas no camarão são para verificar o tamanho médio, a muda de casca, a presença de doenças e de defeitos. A morte é ocasionada por choque térmico, em água gelada e em seguida, é adicionado um aditivo alimentar antioxidante e conservante, o metabissulfito de sódio (ROCHA I., 2010).

Substâncias químicas, em diferentes combinações e concentrações, são eficazes para inibir as reações de escurecimento. As mais utilizadas são os sulfitos e os ácidos, pelo baixo custo e efetividade no tratamento. No entanto, há uma grande preocupação em relação à qualidade do camarão, após o cozimento, que pode ser comprometida pela adição desses agentes sulfitanos, usados como antioxidante e antimicrobiano (ARAÚJO, 2010; LOVATTO et al., 2012; VIEIRA et al., 2010).

A quantidade de metabissulfito de sódio (MBS) que pode ser adicionada aos alimentos, é limitada, porque a níveis entre 200 e 500 ppm, o produto pode desenvolver um odor desagradável. A ingestão diária aceitável (IDA) é de 0,7 ppm de peso corpóreo (WHO, 2000). No Brasil, a Resolução CNS/MS Nº 04, de 24 de novembro de 1988 (BRASIL, 1998), permite o uso de agentes sulfitanos, como conservante para vários produtos alimentícios, inclusive em camarão e lagosta, excepcionalmente, após a despensa, tendo como valores de teor residual de dióxido de enxofre, no produto cru de 100 ppm e no produto cozido, de 30 ppm.

Estudos sobre a textura e a cor do camarão e outros pescados, relataram diferentes fatores, que ocasionaram o endurecimento do músculo do crustáceo, após o cozimento. Cintra et al. (1999) mostraram em seus resultados, que o uso de agentes sulfitanos, a exemplo do MBS, tem como consequência a formação de dimetilamina (DMA) e formaldeído (FA), a partir da decomposição do óxido de trimetilamina, um composto naturalmente presente no pescado. Do ponto de vista tecnológico, a formação do FA e DMA nos peixes, crustáceos e moluscos, ocasiona a perda de capacidade de retenção de água e a tenacificação do músculo após o cozimento, resultando em menor aceitabilidade do produto. Ogawa et al. (2003)

observaram em seu estudo, que o uso indiscriminado do MBS, embranquece demasiadamente o camarão, devido à desnaturação da proteína hemocianina, um pigmento protéico, presente no sangue dos crustáceos que contém o cobre.

A textura e a cor são propriedades muito importantes de alimentos termicamente processados; Mizuta et al. (1999) relataram que a carne do camarão, tem um aumento na sua firmeza e solidez, deixando a textura muito dura e intragável, quando sua temperatura interna atinge o valor de 100°C.

Alguns autores recomendam que, a temperatura central do camarão, não ultrapasse a faixa de temperatura compreendida entre os valores de 65 a 70°C. Esta faixa, segundo a literatura, é suficiente para eliminar bactérias patogênicas e evitar que ocorra o enrijecimento do músculo, com encolhimento e escurecimento exagerados (BENJAKUL et al., 2008; MIZUTA et al., 1999; NIAMNUY; DEVAHASTIN; SOPONRONNARIT, 2007).

Mallick et al. (2010), em suas pesquisas, constataram que há ocorrência de endurecimento da textura do camarão, durante os estágios iniciais do aquecimento, devido ao encolhimento das fibras e perdas de água na estrutura muscular, contribuindo para o aumento da força de cisalhamento, das amostras aquecidas do camarão marinho.

Existem duas formas para avaliar a textura e a cor: Métodos Instrumentais e Sensoriais. Para avaliar a textura pelo método instrumental, usa-se o método do corte da amostra, que determina a força necessária para a lâmina cortar a carne do camarão. Vários pesquisadores relacionam a força de corte, que é o índice de dureza, com a dureza e a mastigabilidade (RODRIGUES et al., 2008). Para a medição da cor objetiva, o instrumento tradicional usado é o colorímetro, cujas medições, baseiam-se numa série de medidas da cor de várias regiões da amostra, para obter a média final (TRINDERUP et al., 2015). A análise sensorial determina o julgamento e a associação de um grande número de sensações de texturas e cores, tornando-se uma análise muito valiosa para a qualidade dos alimentos.

Na literatura, há uma carência de estudos sobre o uso de sulfitos e sua influência sobre os parâmetros físicos e sensoriais, do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cozido. Sendo assim, objetivou-se correlacionar as características sensoriais e físicas do camarão marinho cozido, quando este for submerso em soluções de diferentes concentrações de metabissulfito de sódio, levando em consideração os teores residuais permitidos pela legislação vigente.

1.1 Objetivos

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Correlacionar as características sensoriais e físicas do camarão marinho cozido, quando este for inicialmente submerso em soluções de diferentes concentrações de Metabissulfito de Sódio.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar análises físico-químicas, microbiológicas e físicas no camarão marinho cozido sem e com tratamentos por MBS;

Verificar a concentração de sulfito no músculo comestível do camarão para cada concentração de metabissulfito ensaiada, correlacionando os mesmos aos valores de força de cisalhamento encontrados para tais concentrações;

Correlacionar os valores obtidos de força de cisalhamento, cor, pH, CRA (capacidade de retenção de água), rendimento na cocção (RC), teor residual de sulfito, com os resultados da análise sensorial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO CAMARÃO MARINHO CULTIVADO

A carcinicultura se tornou um recurso pesqueiro de grande importância econômica, devido à crescente comercialização do camarão marinho, a exploração de mercado foi incentivada para a expansão (HU; HUANG; BAI, 2013).

A carcinicultura tornou-se um exemplo promissor de atividade aquícola, explorada principalmente nos países em desenvolvimento de costas tropicais, como a Ásia e América Latina que respondem a 99,7% da produção mundial, tendo a estratégia de aumentar o desenvolvimento, a rentabilidade e gerar divisas para regiões produtoras (TAHIM; ARAÚJO JÚNIOR, 2014).

Os maiores importadores de camarão são os Estados Unidos da América (EUA), a União Européia (UE) e o Japão. Porém a crise econômica, a depreciação da moeda e a diminuição das taxas de natalidade geraram enfraquecimento nas importações para o Japão. Segundo a Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCCAM), os EUA obtiveram um aumento de 60% na comercialização de camarão cultivado em 2014, em relação ao ano de 2013. Os EUA e a UE tiveram um aumento significativo no ano de 2014, apesar da elevação do preço médio do camarão no comércio local. A observação apontada pelos especialistas é que os varejistas dos EUA aproveitaram a queda do preço da gasolina nesse período, para elevar o preço do camarão (ABCCAM, 2014).

A Tailândia sempre foi o maior produtor mundial de camarão, porém, em 2009, foi detectada uma nova doença ocasionada por um microporídio, *Enterocytozoon hepatopenaei*, que provocou um crescimento lento em muitas de suas fazendas. Além desta, os cultivos foram atingidos pela Síndrome da Mortalidade Precoce (SMP) e pelo Vírus da Mancha Branca (VMB). Esses problemas fizeram com a que produção anual decrescesse, o que levou o país a perder a vantagem em renovar o Sistema Geral de Preferências (SGP) com a UE, onde se obtêm várias vantagens como, por exemplo, a redução de taxas alfandegárias sobre o camarão cru e cozido congelado, sendo que neste último caso é praticada uma taxa de 0% para exportações menores que 20.000 toneladas. Por outro lado, recentemente, o Equador foi o país que teve o SGP aprovado pela UE e sua produção foi elevada e contínua para garantir a demanda para o ano de 2015 (TANGPRASITTI PAP et al., 2013).

A Índia também está se destacando como um grande importador de camarão cultivado, fornecendo para os EUA e para a UE. A produção de camarão na Índia, no ano de 2014 foi de 380 mil toneladas e a estimativa é que a este número possa chegar a 500 mil toneladas no ano 2015 (ABCCAM, 2014).

Outros países menores estão elevando a produção do camarão e reconhecendo o quanto é importante a adoção de novas ferramentas de qualidade, que são cada vez mais impostas como requisito de compra pelos países importadores. Estes países possuem um controle bem rígido em relação à qualidade de um modo geral, e mais especificamente às características sensoriais que estão relacionadas ao frescor do pescado, como a firmeza da carapaça e cabeça, ausência de defeitos morfológicos, cor uniformizada, ausência de melanose, além do uso legal dos aditivos. A Indonésia é um país de localização próxima aos países onde foi detectada a doença do crescimento lento, porém, não foi atingido pela doença, o que ocasionou um aumento nas suas exportações, tornando-se o segundo maior exportador de camarão (HA; BUSH; VAN DIJK, 2013).

O Vietnã é um exemplo de país que está tendo o apoio do governo, para o crescimento da produção anual, além do incentivo quanto à formação de cooperativas de criadores de camarão e a inserção de medidas mais severas, em relação ao controle de qualidade. Com estas medidas, o Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural do Vietnã, objetiva atingir US\$ 8,5 bilhões de receitas de exportações no ano de 2015. No entanto, a meta fixada pela Associação Vietnamita de Exportadores e Produtores de Pescado (VASEP) para 2015, é de US\$ 8 bilhões, tornando-se assim, o 4º produtor mundial de camarão (HA; BUSH; VAN DIJK, 2013).

A forma de apresentação do produto é um fator relevante a considerar e se deve muito pelos costumes alimentares de cada cultura; nos EUA o camarão sem casca, congelado pronto para empanar é a forma preferida pelo consumidor. No Japão a preferência é pelo camarão cru, descascado, eviscerado, com a cauda e posição reta e ainda a forma cozida. A União Europeia tem preferência pelo produto inteiro congelado, ou em conserva e cozido. Observando essas características, é importante mencionar que além do cultivo de camarão, é interessante que as empresas produtoras tenham segmentos diferenciados de beneficiamento de camarão com dinamismo próprio para atender as diferentes demandas (CARDOSO; LEAL; COSTA, 2013; TAHIM; ARAÚJO JÚNIOR, 2014).

2.1.1 Comercialização e produção no Brasil

A inserção do camarão no Brasil foi iniciada nos anos 70, com a introdução da espécie asiática *Marsupenaeus japonicus*. Neste início, o cultivo extensivo predominante era de baixa densidade de estocagem, a renovação de água era reduzida e a alimentação era natural, produzida no próprio cativeiro. Contudo, apenas no final da década de 80, surgiu uma carcinicultura mais profissional, apesar de existir muita deficiência quanto à tecnologia de produção pós-larva e de engorda (OLIVEIRA, 2005).

Duas décadas de experimentações se passaram, quando finalmente foi introduzida a espécie *Litopenaeus vannamei*, o camarão branco do pacífico e a carcinicultura começou a se desenvolver e ter a sua ascensão. Para esboçar esse significativo aumento na produção da época, no de 1996 a área que abrangia 3.200 ha, com volume de produção de 2.880 toneladas, foi para 4.320 ha e uma produção de 7.260 toneladas em 1998; 6.250 ha e 25.000 toneladas em 2000; até chegar a uma área de 8.500 ha com produção de 40.000 toneladas em 2001 (ALMEIDA JÚNIOR; LOBÃO, 2013).

A maior parte dos empreendimentos da carcinicultura brasileira está localizada às margens das faixas litorâneas, devido à maior adaptabilidade das espécies destinadas à criação, além da melhor localização geográfica com estratégia logística para as exportações. As melhores condições de cultivo, são verificadas entre o litoral do sul da Bahia ao norte do Pará (ALMEIDA JÚNIOR; LOBÃO, 2013; MURATORI et al., 2014; TAHIM; ARAÚJO JÚNIOR, 2014).

A ABCCAM (2014), informa que a produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* tem avançado muito nas regiões interiores e se tem observado um bom desenvolvimento da espécie em “água oligohalina”, tendo de 700 a 800 produtores com aproximadamente 1000 ha de lâmina d’água.

A produção para fins de exportação ocorreu em meados de 1998, visando o mercado dos EUA, e, logo em seguida a UE, sendo o Nordeste brasileiro, a principal região produtora de camarão, detendo 99,2% da produção nacional, cujos principais Estados produtores são o Ceará seguido pelo Estado do Rio Grande do Norte (TAHIM; ARAÚJO JÚNIOR, 2014).

Segundo os relatórios da ABCCAM (2014), o Brasil exportou 216 mil toneladas de camarão, equivalentes a US\$ 1,6 milhões em 2014, tendo a França como o principal destino e o Estado do Rio Grande do Norte como o maior produtor.

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

O camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, ex-*Penaeus vannamei*, pertence à família *Penaeidae*, é uma variedade dos crustáceos decápodes da subordem Dendrobranchiata, e é uma das principais espécies de camarões cultivados no mundo. É nativo do oceano Pacífico Sul, onde sua distribuição natural situa-se na faixa compreendida entre a Província de Sonora, situada no México e o Sul de Tumbes, no Peru (LI et al., 2012).

Para que acontecesse a primeira desova, foram levados os náuplios descendentes do cruzamento de camarões capturados no Panamá para a Califórnia, Estados Unidos, no ano de 1973. As técnicas de criação foram evoluindo e obtendo bons resultados, até que, em 1976 se deu início à cultura comercial na América Central e América do Sul. Hoje, os países com maiores produções para fins comerciais são a Tailândia, a Indonésia, Vietnã, Equador, México e Brasil (FAO, 2011; SILVA, 2007).

Apesar de trazer todos os perigos que são inerentes a uma espécie exótica, principalmente o deslocamento de outras espécies por competição, o *Litopenaeus vannamei* só apresenta vantagens em relação às outras espécies nativas, por isso, muitos países tem investido no cultivo desse camarão, por possuir uma boa capacidade de adaptação a condições adversas de criação, facilidade no manejo reprodutivo, além de alta rentabilidade e produtividade (GONÇALVES; RIBEIRO, 2008; HUANG et al., 2013).

A inserção desse crustáceo, propiciou um avanço na carcinicultura brasileira, através da implantação de técnicas mais modernas de reprodução e engorda, de produção de pós-larvas, produção de rações especializadas e melhoramentos da qualidade do produto final (SILVA, 2007).

O camarão *Litopenaeus vannamei* possui características as quais favoreceram quanto à adaptabilidade no Brasil, tais sejam, o elevado grau de rusticidade, crescimento rápido em todas as fases do ciclo, desenvolvimento rápido em densidades menores de estocagem e tolerância à grande amplitude térmica de 9 a 34°C (AQUINO, 2013). O sucesso extraordinário desta espécie permitiu a carcinicultura se tornar uma importante atividade econômica Brasil (SCHLICKMANN, 2008).

2.3 ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E SENSORIAIS DO CAMARÃO

Os pescados são produtos muito perecíveis, se estragam facilmente devido às atividades microbianas, enzimáticas e químicas (BOZIARIS; STAMATIOU; NYCHAS, 2013). Logo após a despesa, recomenda-se lavar os camarões em água clorada, pois a lama e detritos são fontes de contaminação. Esta lavagem em água clorada de concentração elevada tem em vista eliminar microrganismos como *Vibrio cholerae*, Coliformes, *Salmonella* e outros (MADRID, 1998).

Ao longo do processamento, armazenamento, transporte e comercialização, se devem tomar medidas preventivas para não ocorrerem contaminações de origens microbiológicas, químicas e físicas no camarão (ROCHA M., 2010).

Na UE, o camarão cozido é muito comercializado devido à preferência pelos consumidores. Nos países da UE, os camarões são produzidos em grande escala, em tanques de solução contendo sal e água que tem sua temperatura elevada gradualmente quando os camarões são colocados até à ebulação (ABCCAM, 2014; MARTÍNEZ-ALVAREZ et al., 2009).

A cocção no camarão em tempo suficiente, representa uma barreira à deterioração microbiana e adicionam qualidade ao camarão. Porém, o excesso das condições de cocção promovem a perda de massa, ocasionando um enrijecimento da carne, devido à desnaturação das proteínas (MARTÍNEZ-ALVAREZ et al., 2009).

As condições indevidas da cocção, também causam alterações na cor, afetando a qualidade visual; Niamnuy, Devahastin e Soponronnarit. (2007) relataram que a enzima polifenoloxidase, presente na composição do camarão, pode produzir a quinona. Quando a cocção ocorre de maneira lenta, durante o armazenamento sob refrigeração do camarão cozido, as quinonas podem sofrer reação de polimerização não enzimática com aminas ou oxigênio, causando a melanose (GONÇALVES, 2011).

2.3.1 Aspectos físicos

O primeiro estágio em que o camarão passa por modificações em seu aspecto, é o “*rigor mortis*”, que é o estágio de rigidez cadavérica no músculo ocasionando pela

complexação de duas proteínas, a miosina e actina em actnomiosina, ativada pela enzima adenosina trifosfatase (ATPase), na presença da adenosina trifosfato (ATP) (ROCHA M., 2010).

Nos mamíferos, com o abate, a chegada do oxigênio ao músculo é suprimida e a glicólise acontece em meio anaeróbico, ocorrendo a formação do ácido lático e consequentemente a redução do pH muscular. Já no pescado, os níveis de glicogênio são inferiores, dessa forma, o pH é mais elevado, podendo chegar a 7,6 (LIRA et al., 2013).

A cor é outro aspecto importante pois o parâmetro está diretamente relacionado ao pH, Capacidade de Retenção de Água e Textura (YOKOYAMA, 2007).

2.3.2 Aspectos químicos

A composição nutricional do pescado é considerada saudável, devido à disponibilidade de nutrientes essenciais à dieta humana, como o alto teor de proteínas água e minerais e, pouco teor de lipídios. Segundo Andrade, Bispo e Druzian (2009), a determinação de carboidratos não é considerada, devido ao baixo teor deste composto, menor que 1%. A parte comestível do pescado, de um modo geral, varia entre 60 a 85% de umidade, 0,6 a 3,6% de lipídeos, 0,3 a 1% de carboídratos, de 1 a 2% de cinzas e aproximadamente 20% de proteínas. Camarão representa uma importante fonte de proteína para os seres humanos. Esses componentes variam de acordo com a espécie, sexo, ciclo biológico do animal analisado e ainda outros fatores, como a estação do ano, localização, disposição de nutrientes, temperatura, salinidade da água, etc (HU; HUANG; BAI, 2013).

Um controle sobre as características do camarão é importante, sendo o teor de umidade, um passo vital para o processamento e armazenamento. Quanto maior o teor de umidade, mais fácil será a deterioração dos camarões por microorganismos. Por outro lado, teor de umidade muito baixo, causa uma má influência no sabor do alimento, e ocorre a redução do conteúdo nutricional, tais como proteínas e vitaminas. O fator cozimento do camarão, em solução com cloreto de sódio, reduz o teor de umidade, favorecendo as boas condições para a comercialização à temperatura ambiente (SANTOS, 2011; WU et al., 2012).

A presença dos lipídeos depende muito da alimentação e da saúde do animal durante a criação. O estado dos vacúolos digestivos, ou também conhecidos como gotas de lipídeos presentes no hepatopâncreas e intestino são indicativos de maior ou menor quantidade de

ácidos graxos insaturados e poli-insaturados disponíveis; quanto menores as gotas, maior o teor de ácidos graxos (ABCCAM, 2012).

Camarões são importantes fontes de proteínas em todo o mundo (HEU; KIM; SHAHIDI, 2003; OKPALA; CHOO; DYKES, 2014). Em pescados, o teor de proteínas é praticamente constante, variando de 17 a 20% de acordo com a disponibilidade biológica (ROCHA M., 2010).

Apesar de toda a disponibilidade de nutrientes propícios para uma alimentação saudável, o Brasil ainda está dentro dos países de menor consumo. Vários fatores podem ser apontados, como a desinformação da população sobre a nutrição do pescado, aspectos culturais e menores rendas. Contudo, na região Nordeste, onde a produção é elevada, o consumo é maior que em outras regiões (MARENCONI et al., 2009).

2.3.3 Aspectos microbiológicos

A qualidade microbiológica do pescado recém capturado ou fresco é influenciada pela localização da captura, estação do ano e métodos usados. As águas usadas na criação irão compor a microbiota de peixes e crustáceos (ABCCAM, 2012; OLIVEIRA, 2005).

A legislação brasileira estabelece que sejam realizadas análises microbiológicas no camarão cozido. De acordo com a RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), as análises necessárias são para pesquisa em Coliforme a 45°C, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp.

A presença de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* pertencente à família *Enterobacteriaceae* em alimentos é um indicador de contaminação de origem fecal. Enquanto algumas cepas são inofensivas ao homem, outras são extremamente virulentas e fatais (VIEIRA et al., 2010).

A manipulação inadequada dos camarões pode acarretar o surgimento de outros microrganismos, os *Streptococcus* spp e os *Staphylococcus aureus*, também de origem humana, presentes nas mucosas e na superfície da pele. Uma vez passados para o pescado, encontram um ambiente favorável a multiplicação (FURLAN, 2013).

O camarão deve ter uma comercialização regada a cuidados quanto à deterioração bacteriana, pois os manipuladores são, em sua maioria, a principal fonte de contaminação nos crustáceos.

2.3.4 Aspectos sensoriais

A espécie *Litopenaeus vannamei*, tornou-se conhecida e aceita no mercado mundial devido à excelente qualidade da carne, destacando-se pelo sabor característico, firmeza ao toque com retorno à forma original e coloração (FOSSATI, 2014; FURLAN, 2013).

No Brasil, a legislação estabelece parâmetros para o processamento do camarão pré-cozido, definindo as seguintes características sensoriais: aspecto geral brilhante, úmido e tonalidade alaranjada, sem qualquer pigmentação estranha; odor próprio do camarão pré-cozido e salgado; Ausência de odor e sabor desagradáveis quando submetido à prova da cocção, que consiste no cozimento de uma amostra de no mínimo 100 gramas até atingir uma temperatura interna igual ou maior que 70°C, evitando-se o cozimento em excesso. Quanto à forma de apresentação, destaca-se o camarão descascado (com ou sem telson) que se trata do camarão pré-cozido e salgado, desprovido do céfalo-tórax e da carapaça (BRASIL, 2010, 2013).

Estudos usando métodos de análise sensorial, com o camarão cozido são realizados para vários fins: Kirschnik (2003) avaliou a vida útil do camarão *Macrobrachium rosenbergii* com e sem gelo usando teste de escala unilateral de 5 pontos para a avaliação da cor, odor, textura tátil e escala unilateral de 4 pontos para avaliação da textura oral no camarão, A (Firme ou sem “mushiness”), B (Ligeiramente “mushiness”), C (Com “mushiness”) e D (Muito “mushiness”) com seis provadores treinados;

Ao usar camarão liofilizado para a elaboração de vários produtos, Rocha M. (2010) usou o método afetivo através do teste de aceitação com 40 julgadores, usando uma escala de 9 pontos com camarão sem e com cozimento para avaliação da aparência, aroma, textura, sabor, suculência e aceitação global, constatando que as menores notas obtidas foram para as amostras sem pré-cozimento, liofilizados com extrato de tomate e sem pré-cozimento, sem liofilização e com molho de tomate.

Queiroga et al. (2014) avaliaram a vida útil do camarão *L. vannamei* estocado em gelo, usando Análise Descritiva Qualitativa (ADQ) da amostra cozida para a obtenção de um perfil sensorial sob vários tratamentos, para avaliar os atributos cor vermelha, sabor, aroma e suculência, constatando que, num período de 90 dias de estocagem, não foram observadas grandes diferenças de cor vermelha, de sabor, aroma e suculência, porém, houve redução quanto à avaliação sensorial no atributo maciez.

2.4 MELANOSE

Uma característica frequente no camarão é o processo da melanose, tornando o camarão um produto muito perecível e de difícil conservação, além da redução da aceitabilidade pelo consumidor resultando na desvalorização de mercado.

A melanose é a formação de pontos insolúveis de melanina que são resultantes da oxidação dos fenóis presentes na composição do camarão, devido à ação enzimática da tirosinase ou polifenoloxidase. Esta enzima está presente em abundância no trato intestinal e circulatório do crustáceo (BRIEF, 2002).

A tirosinase não produz diretamente os pigmentos amarronzados, mas sim as *ortho*-quinonas que são produtos da ação enzimática que sofrem uma condensação química, a qual pode envolver aminas ou proteínas, gerando produtos poliméricos com a cor marrom (MANHEEM et al., 2012)

Com a elevação dos fatores extrínsecos no *pós-mortem*, como a temperatura e o tempo, as bactérias começam a agir e dessa forma, aceleram esse processo bioquímico (ANTONY et al., 2011; BENJAKUL et al., 2008; NIRMAL; BEJAKUL, 2009).

Outro componente presente na constituição química do camarão é a hemocianina, uma proteína que contém cobre e tem função de transportar o oxigênio e está muito relacionada à tirosinase, presumindo-se que haja envolvimento da proteína com a formação da melanose (DECKER; TUCZEK, 2000; SRIKET et al., 2007).

Os produtos formados pela melanose não são nocivos, não alteram outras características sensoriais como o sabor e o aroma, porém, os consumidores associam o escurecimento com deterioração microbiana e estado de putrefação (FOSSATI, 2014; FURLAN, 2013; OLIVEIRA, 2005).

Existem vários métodos conservantes para retardar o efeito da melanose; Yokoyama (2007) fez experimentos com 4-hexilresorcinol e verificou que a concentração de 0,1% obteve boa conservação em relação ao surgimento da melanose no camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* por 10 dias.

Fossati (2014) constatou em seus experimentos usando vários aditivos antimelanóticos e observando seus efeitos num período de onze dias, tais sejam a água, cloreto de sódio a 2%, metabissulfito de sódio a 2,5%, nitrito de sódio a 1% e ácido cítrico a 2% no camarão *Xyphopenaeus kroyeri*, que o metabissulfito de sódio foi o tratamento mais eficiente quanto à evolução da melanose, apresentando os menores graus ($1,27 \pm 0,47$; $p < 0,05$) em todos os dias

de observação. O cloreto de sódio também obteve boa efetivação quanto ao grau de melanose $1,76 \pm 0,60$ e $1,78 \pm 0,76$ no 9º e 11º dia, respectivamente.

2.5 INFLUÊNCIA DO COZIMENTO NAS CARACTERÍSTICAS DO CAMARÃO

Segundo Brasil (2010), a cocção ou cozimento é o processo pelo qual o camarão é submetido a uma fonte indireta de calor em equipamento específico, propiciando uma cocção da matéria-prima de maneira uniforme, sob condições conjugadas de tempo e temperatura para obter o produto desejado. No caso dos camarões, pode haver mistura de espécies, porém, devem ser do mesmo gênero que possuem características sensoriais semelhantes.

O produto é geralmente obtido pela imersão em solução de água com sal, em ponto de ebullição. Este processo térmico é um dos meios mais eficazes para a conservação de alimentos, pois ajuda na preservação e tem boa demanda de mercado. Vários são os benefícios do emprego da cocção, pois inativa os microrganismos, melhora as propriedades físicas, sensoriais e microbiológicas e causa alterações teores da composição química do crustáceo (NIAMNUY; KERDPIBOON; DEVAHASTIN, 2012).

Porém, a cocção em excesso desnatura demasiadamente as proteínas, reduzindo seu teor, acarretando assim em um encolhimento das fibras, resultando num enrijecimento da textura (MIZUTA et al., 1999; NIAMNUY; DEVAHASTIN; SOPONRONNARIT, 2007). Contudo, a cor vermelha ou amarela é intensificada devido à liberação do pigmento carotenoide pela desnaturação das proteínas (CARNEIRO et al. 2013).

Chefs japoneses possuem um controle rigoroso para não ultrapassar a média de um minuto de tempo de cocção do camarão, na verdade, é praticamente estabelecido o tempo de 0,5 minutos de cocção nas cozinhas profissionais, pois, segundo experiências dos *Chefs* em relação à preferência dos consumidores, este é o melhor tempo para obter características sensoriais ótimas de camarão cozido (BENJAKUL et al., 2008).

A temperatura alcançada no interior geométrico do camarão durante o processo da cocção, também possui grande influência sobre a textura do camarão. A relação entre textura e cocção é muito complicada: camarões que alcançam temperaturas maiores que os 75°C em seu interior, tornam-se mais rígidos devido à perda da suculência (BENJAKUL et al., 2008). Todas as variações de parâmetros supracitadas são de muito interesse na indústria de

processamento de camarão nos países produtores, com bom índice de importação, por isso devem ser constantemente monitoradas, através de um rigoroso controle de qualidade.

A relação entre o processo da cocção e as alterações do teor nutricional do pescado é complexa e a indústria deve ter bastante controle nessa etapa, pois o consumidor procura, cada vez mais, por produtos saudáveis e de qualidade (NIAMNUY; DEVAHASTIN; SOPONRONNARIT, 2007).

2.6 USO DE METABISSULFITO DE SÓDIO NO TRATAMENTO DO CAMARÃO

A conservação do pescado apresenta muitos problemas, uma vez que a decomposição ocorre rapidamente, devido aos inúmeros microrganismos presentes na pele, nos intestinos, nas guelras, condições que aceleram o início da deterioração. Além disso, o pH próximo da neutralidade, a elevada atividade de água nos tecidos e altos teores de compostos nitrogenados não proteicos fazem com que o pescado seja considerado um dos produtos de origem animal mais susceptível ao processo da deterioração (ARAÚJO, 2010; LOVATTO et al., 2012).

Metabissulfito de sódio (MBS, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), também conhecido como dissódico sulfito, sal dissódico, pirossulfito de sódio, bissulfito de sódio ou sulfito de sódio anidro, é um agente redutor usado como antioxidante e um agente de sulfonação. Além disso, MBS exerce um efeito inibidor contra a proliferação de microorganismos, um atributo que, juntamente com a sua propriedade antioxidante, valida a sua ampla utilização na indústria de alimentos. Vários estudos têm sido publicados que demonstram o efeito genotóxico exercido pela a maioria dos produtos químicos utilizados para esse fim (COSTA et al., 2011; LOVATTO et al., 2012).

Conforme a Tabela 1, o enxofre corresponde a 34% do metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) na prática, um valor de 67,39% de SO_2 ativo é usado.

Tabela 1 - Fontes de dióxido de enxofre (SO_2) e seus respectivos conteúdos de SO_2 ativo

Nome químico	Fórmula	Conteúdo de SO_2 ativo (%)
Dióxido sulfúrico	SO_2	100,00
Sulfito de sódio, anidro	Na_2SO_3	50,82
Sulfito de sódio, heptahidratado	$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25,41
Sulfito hidrogenado de sódio	NaHSO_3	61,56
Metabissulfito de sódio	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	67,39
Metabissulfito de potássio	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$	57,63
Sulfito de cálcio	CaSO_3	64,00

Fonte: FIB (2012).

No Brasil, o órgão responsável por legislar sobre o uso de aditivos em alimentos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que, através da Resolução CNS/MS Nº 04 de 24 de novembro de 1988 (BRASIL, 1988), estabelece o emprego devido de aditivos por razões tecnológicas, nutricionais ou sensoriais.

A ANVISA ainda fiscaliza quanto ao procedimento realizado pelo Ministério da Saúde de liberação do International Numbering System (INS), um sistema de numeração de aditivos alimentares elaborado pelo Comitê do Codex Alimentarius da Organização Mundial de Saúde. O aditivo deve ser identificado no rótulo do alimento pelo nome ou pelo INS; no caso do Metabissulfito de Sódio é o INS 223 (AUN et al., 2011). Na UE, o MBS está incluso no ANEXO II, Parte B, Grupo 3 com identificação europeia de número E 223 (BONERBA et al., 2013).

2.6.1 Níveis de teor de sulfitos recomendados

O camarão é um produto de difícil conservação e de deterioração rápida, por este motivo, a legislação brasileira permite o uso de MBS no gelo ou na água (ANTONY et al., 2011).

No beneficiamento de camarão, os sulfitos são usados como inibidores da reação oxienzimática de escurecimento formadora de melanose em crustáceos. Para a inibição do aparecimento de manchas pretas, o uso de sulfitos constitui um dos métodos mais simples, de custo mais barato e o mais eficiente, tendo como agente ativo o dióxido de enxofre (SO_2) (NIRMAL; BEJAKUL, 2012).

A Resolução CNS/MS Nº 04, de 24 de novembro de 1988 (BRASIL, 1988), estabelece os limites máximos do uso de aditivos e de coadjuvantes de tecnologia do camarão congelado,

em diversas formas de apresentação, incluindo o camarão descascado e descabeçado cozido, onde os teores devem estar de acordo com a legislação nacional e com as regulamentações pelo órgão competente da saúde. Na mesma portaria, destaca que deve conter no rótulo que ocorreu o uso do metabissulfito de sódio (BRASIL, 1988).

Na literatura encontramos recomendações de uso de concentrações MBS após a despensa do camarão, bem acima dos valores recomendados pela legislação. Lucien (2003) relata que após a despensa, o camarão é imediatamente resfriado a 5°C e imerso em solução de MBS em concentrações de 7 a 8%, durante um tempo de sete a oito minutos. Estes valores estão mais coerentes com a realidade praticada pelas fazendas produtoras de camarão que não possuem nenhuma uniformização entre as suas práticas de uso do conservante.

Moura , Dantas e Santos (2008) investigaram a contaminação por MBS em amostras frescas cruas de camarão *Litopenaeus vannamei*, coletadas na CEASA-RN, supermercados e feiras de regiões do Natal-RN e encontraram uma grande faixa de variação, 26,7 a 114,2 ppm de SO₂, constatando que muitos valores estavam acima do limite máximo de 100 ppm permitido pela Legislação Brasileira, para amostras cruas.

Para fins de exportação, deve-se atentar para o fato de que cada país tem uma regulamentação quanto ao uso de aditivos químicos nos alimentos. Estas normas visam principalmente proteger a saúde do consumidor por ingestão excessiva de produtos químicos. Nos EUA, por exemplo, o órgão regulador Food and Drug Administration (FDA) permite um teor residual de até 100 ppm no camarão cru. Enquanto para os padrões australianos, esse valor reduz-se para 30 ppm (IRIANTO; GIYATMI, 2008).

Na UE, foi estabelecido o Regulamento de Nº 1129/2011 da Comissão de 11 de novembro de 2011 (COMISSÃO EUROPEIA, 2011). No regulamento, o camarão está classificado na classe 09.1.2 - moluscos, crustáceos processados, e permite a utilização de sulfitos como aditivos, indicando o nível máximo (expressa em mg/kg de SO₂) apenas em partes comestíveis de crustáceos e cefalópodes cozidos por unidades de venda: < 80 unidades SO₂ mg/kg = 135; 80 ≤ 120 unidade SO₂ mg/kg = 180; > 120 unidades SO₂ mg/kg = 270 (BONERBA et al., 2013).

O uso excessivo de MBS após a despensa do camarão induz a alterações indesejáveis nas características sensoriais do camarão, principalmente na textura e na cor, ocasionando uma desconfiguração do exoesqueleto ou mesmo a não certificação do produto para a exportação (IRIANTO; GIYATMI, 2008; MORAIS, 2009). Ogawa et al. (2003) observa em seu estudo que o uso indiscriminado do MBS embranquece demasiadamente o camarão devido à desnaturação da proteína hemocianina, um pigmento protéico presente no sangue dos

crustáceos que contém o cobre. Por outro lado, concentrações usadas no tratamento inferiores a 1,25%, podem não serem eficazes quanto ao crescimento de bactérias mesófilas.

Durante o cozimento, os sulfitos migram da carne por lixiviação e se acumulam na água, como a água geralmente é reutilizada para cocções posteriores, o teor de sulfitos vai se acumulando gradativamente na água do cozimento, passando finalmente para a carne de camarão, durante os últimos ciclos de cozedura (MARTÍNEZ-ALVAREZ et al., 2009).

2.6.2 Ingestão Diária Aceitável de MBS

As reações quanto ao consumo de sulfitos variam de acordo com cada organismo; algumas pessoas toleram até 4 g de sulfito diário sem surtir efeitos colaterais (cerca de 50 mg/kg de peso corpóreo), outras podem ter dores de cabeça, náuseas, diarreia ou sensação de saciedade após comer pequenas quantidades (FAVERO; RIBEIRO; AQUINO, 2011).

A concentração usada no processamento do conservante, não reflete o teor residual dos sulfitos nos alimentos após o processamento e muito menos, no momento do consumo (AUN et al., 2011).

A ingestão diária aceitável (IDA) é a quantidade de SO₂, para este caso, que pode ser ingerida por via oral ao longo de um tempo de vida sem um risco apreciável para a saúde. A IDA é expressa por kg de peso corporal (pc) por dia. No caso dos sulfitos (expresso como SO₂), peritos do Comitê FAO/WHO de Especialistas em Aditivos Alimentares The Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) da Food and Agriculture Organization (FAO) e World Health Organization (WHO) estabeleceu o grupo IDA-valor para 0,7 mg/kg por dia (WHO, 2000).

No Brasil, a ANVISA que é responsável e autorizada de acordo com o estabelecido na Resolução do Grupo Mercado Livre Comum GMC Nº 11/2006 do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL, 2006), pela regulamentação do uso de aditivos, incorporou o mesmo nível de IDA já avaliado cientificamente pelo Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Comitê FAO/WHO de Especialistas em Aditivos Alimentares) - JECFA e estabelecido pelo Codex Alimentarius. Sempre que necessário, ocorrem atualizações na Lista Geral Harmonizada de Aditivos do Mercosul.

Na União Européia, o uso dos aditivos está assegurado através do Regulamento da Comunidade Européia (CE) de Nº 1129/2011 da COMISSÃO de 11 de novembro de 2011 do

Parlamento Europeu e do Conselho (COMISSÃO EUROPEIA, 2011), relativo aos aditivos alimentares e os Estados Unidos possuem regulamentação para alergênicos em alimentos e bebidas (FALCPA, 2004).

2.7 MÉTODOS FÍSICOS E SENSORIAIS PARA AVALIAÇÃO DA TEXTURA E DA COR DO CAMARÃO COZIDO

A maciez é um parâmetro importante para obter a satisfação do consumidor. Muitos métodos foram estudados para mensurar a maciez, porém, os métodos mais conhecidos são os instrumentais, que realizados concomitante às análises sensoriais, trazem muitas respostas relevantes (CARNEIRO et al., 2011; CHEN; OPARA, 2013; ISHIHARA et al., 2013)

O método instrumental pioneiro para medição da textura é o de corte com lâmina simples, Warner-Bratzler que obtém a força de cisalhamento. Apesar de todas as críticas, este é o mais usado e aceito até hoje (WHEELER et al., 1997).

Para a medição da cor objetiva, o instrumento usado é o colorímetro, cujas medições baseiam-se numa série de medidas de várias regiões da amostra, com a finalidade de obter a média da cor (TRINDERUP et al., 2015).

Assim, existe uma grande correlação entre a medida instrumental por corte de lâmina e, medição da cor objetiva e os testes sensoriais com panelistas treinados e não treinados (SILVA et al., 2015). A relação entre características sensoriais e instrumentais para as escalas de referência textura e cor, tem sido relatada em muitos estudos, Analia, Garcia e Guerrero (2011), Duan et al. (2014), Meullenet et al. (1998), Sun e Liu (2011), Wang et al. (2010).

Mohan et al. (2006) estudaram o efeito da cocção, adição de alguns ingredientes e a embalagem de camarões da espécie *Feneropenaeus indicus* sobre a cor e a textura, onde foi realizada a análise sensorial para avaliar os parâmetros cor e textura e concomitantemente, foram feitas análises de textura instrumental. Observaram resultados semelhantes em relação à dureza, obtendo valor de força de 3,33 kgf no texturômetro para o tipo de embalagem supracitada, sendo a amostra classificada sensorialmente com dureza, maior em relação aos outros tratamentos.

Martínez-Alvarez et al. (2009) estudaram diversos tratamentos e a evolução destes sobre a qualidade do camarão da espécie *Parapenaeus longirostris*, durante um período de estocagem de 15 dias, concluindo que as amostras de camarão que foram tratadas com MBS e

submetidas à cocção tradicional, em água fervente, obtiveram força de cisalhamento de 7,0 kgf, cor objetiva de L* 68,6; a* -0,4 e Cor W 65,6 e foram classificadas pelos panelistas como amostras com dureza ligeiramente maior e cor esbranquiçada em 68,9% das amostras.

Mallick et al. (2010), usaram diferentes tempos e temperaturas de cocção para comparar textura e cor, por métodos objetivos e subjetivos e verificaram que, à medida que o tempo de cocção aumentava, a força de cisalhamento decrescia (0,85 a 0,78 kgf) e a cor objetiva aumentava (cor a* de 12,36 a 13,66). Na análise sensorial, foram observadas as mesmas tendências; dureza ligeiramente menor e cor mais intensa para amostras com tempo de cocção maior.

Queiroga et al. (2014) estudaram vários tipos de congelamentos em amostras de *Litopenaeus vannamei*, com o tempo de estocagem de 90 dias e, verificaram que, apesar de não ter ocorrido diferença estatística significativa ($p<0,05$) para os valores da força de cisalhamento nas amostras tratadas com MBS, foram verificados valores menores, e, em relação à cor objetiva, os valores foram crescentes. Os panelistas observaram uma dureza menor nos congelamentos em nitrogênio líquido e em túnel de congelamento e uma cor vermelha característica, que permaneceu constante em todos os tratamentos.

Na tabela 2, estão reunidos alguns dados obtidos em pesquisas de correlação de cor e textura, por realização de análises instrumentais e sensoriais, em camarão de algumas espécies, pelos autores supracitados.

2.7.1 Textura

A textura é um dos parâmetros primários que compõe a qualidade sensorial dos alimentos. Até meados dos anos sessenta, não existiam muitas pesquisas sobre a textura, como um parâmetro relevante para o controle da qualidade dos alimentos, até que em 1992, textura foi definida pela ISO 5492 como: “Todos os atributos geométricos e mecânicos da superfície de um produto, perceptíveis por meio de receptores mecânicos, tácteis e se for o caso, visuais e auditivos.

Tabela 2 - Correlações entre análises instrumentais e sensoriais, de cor e textura, em camarão

Autores	Espécie	Tratamento (s)	Valores físicos	Classificação sensorial
Mohan et al. (2006)	<i>Feneropenaeus indicus</i>	Cocção Adição de ingredientes Enlatamento Embalagem tipo retortable pushes	Força de cisalhamento: 1,39 kgf; 3,33 kgf Cor: -----	Dureza maior em embalagens retortable pushes Cor mais intensa em enlatados
Martínez-Alvarez et al. (2009)	<i>Parapenaeus longirostris</i> (Camarão rosa)	MBS Cocção	Força de cisalhamento: 7,0 kgf Cor L: 68,6 Cor a*: -0,4 Cor W: 65,6	Dureza ligeiramente maior Cor esbranquiçada em 68,9% das amostras
Mallick et al. (2010)	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Cocção	Força de cisalhamento: 0,85 kgf; 0,81 kgf; 0,78 kgf Cor L: 52,81; 52,51; 48,37 Cor a*: 12,36; 12,57; 13,66 Cor b* mesma tendência da cor a*	Dureza ligeiramente menor para tempos de cocção maior Cor mais intensa no tempo de cocção maior
Queiroga et al. (2014)	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Congelamento em freezer doméstico a – 18°C; Congelamento em nitrogênio líquido a – 86°C Congelamento em túnel de congelamento a – 35°C Cocção MBS	Força de cisalhamento: 0,09 kgf Cor L: 48,4; 48,8; 48,7 Cor a*: -0,3; -0,26 ; 0,39 Cor b*: 1,86; 2,5; 2,7	Dureza menor nos congelamentos em nitrogênio líquido e em túnel de congelamento Cor vermelha característica, permaneceu constante em todos os tratamentos

Fonte: dados da literatura

É um dos principais atributos avaliado nos alimentos, pois afeta diretamente vários indicadores de qualidade, como a sensação que é causada na boca, a digestão gástrica, umidade, vida de prateleira e a forma de transporte. O valor comercial, a aceitabilidade e a funcionalidade de um alimento são fatores muito influenciados pela textura. Além da composição química, propriedades físicas e sensoriais se relacionam com a textura. Por tantas razões a indústria está controlando mais a qualidade da textura durante o processamento dos alimentos (HOSSEINPOUR et al., 2014).

Para avaliar a textura, existem os métodos instrumentais e sensoriais. No primeiro caso, interessa saber a resistência mecânica e a plasticidade. Para esse tipo de análise podem ser encontrados valores de traça, cisalhamento simples, cisalha de Kramer, compressão, pressão diametral, achatamento, estampagem, fluxo em fendimento e a resistência ao dobrar,

à penetração de cilindro e ao corte (CHEN; OPARA, 2013; GARCIA LOREDO; GUERRERO, 2011).

O método supracitado é cada vez mais usado na Indústria, pois a estimativa da dureza é completamente útil na otimização de variados processos, na verificação da melhor cocção, assado, entre outros processos.

A medida objetiva de textura, portanto, não é uma característica única. Apesar de existirem fatores geométricos, químicos, térmicos, acústicos e fisiológicos que possam ter um papel importante na avaliação da textura, pode-se afirmar que o estímulo da percepção é principalmente mecânico e, em consequência, quase todos os métodos instrumentais de avaliação de textura são ensaios mecânicos (DUAN et al., 2014; CARNEIRO et al., 2011).

Para avaliar esse atributo sensorialmente, é necessária uma aplicação de questionários sobre as experiências sensoriais durante as análises. Nos questionários, é possível avaliar as sensações causadas devido à estrutura interna dos alimentos, em relação às medidas de propriedades mecânicas como: firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade e viscosidade. A textura também é relativa às sensações tátteis, medidas como partículas geométricas, granulosidade, arenosidade, cristalinidade e flocação; ou propriedades de suculência; umidade, oleosidade e secura.

Do conceito sensorial se deduz que a textura não é uma propriedade simples, mas um conjunto de propriedades (COSTELL; DURÁN, 2009). Sendo assim, muitos estudos usam a relação entre os métodos sensorial e instrumental para a avaliação da textura em produtos alimentícios, por exemplo, Yuan e Chang (2007), sobre o queijo, Wang et al. (2010) sobre o coelho branco doce cremoso, Chen, Wang e Li (2010) sobre a carne suína, Sun e Liu (2011) pipoca de milho instantânea.

2.7.2 Cor

A aparência e as implicações resultantes de qualidade desempenham um papel significativo na aceitação pelo consumidor (CABRITA, 2012). A cor é um fator crucial para qualidade de frutos do mar, termicamente processados, uma vez que influencia na aceitação do consumidor, pois a avaliação do produto é baseada em experiências anteriores (TRINDERUP et al., 2015).

O aquecimento excessivo produz perdas consideráveis na qualidade e particularmente nas propriedades sensoriais dos alimentos. Camarões contem carotenoides, que são pigmentos largamente distribuídos na natureza e que promovem a coloração do amarelo alaranjado a vermelho (BINDU et al., 2013; BROOKMIRE et al., 2013; SÁNCHEZ-CAMARGO et al., 2011; WANG et al., 2010).

Os principais carotenoides nos crustáceos são astaxantina, cantaxantina, beta-caroteno e outros xantófilos, sendo a astaxantina vermelha, do grupo prostético, a mais estudada. Estes pigmentos estão ocultos, cobertos com cadeias de proteínas, que dão a cor cinza aos camarões. Com o calor, a camada de proteína é destruída, e as moléculas de astaxantina são liberadas, alterando assim a cor dos camarões (HERNÁNDEZ BECERRA et al., 2014; MALLICK et al., 2010; SÁNCHEZ-CAMARGO et al., 2011; WANG et al., 2010).

2.8 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A capacidade de retenção de água (CRA) é um dos fatores mais importantes para as carnes e mais especificamente os pescados, pois interfere significativamente na textura, suculência e maciez dos produtos. A carne desprovida de atributos sensoriais se torna visualmente indesejável para o consumidor, pois o tamanho tem redução significativa devido ao cozimento, prejudicando a impressão global do produto.

A CRA é a habilidade que o músculo tem em reter a água na fase *post-mortem*. Isto dá uma medida da água retida, sob condições padronizadas e constitui um importante parâmetro para comparação entre os lotes de amostras, bem como para fins preditivos. A intensidade da interação entre água e proteínas varia de acordo com a sua distância. A água é diretamente ligada à superfície das proteínas formando um escudo primário que é regulado por uma forte ligação através de grupos polares e carregados. Esta interação irá depender do aminoácido específico e da sequência para cada proteína (GONÇALVES et al., 2009; TOLDRÁ, 2003).

O teor de água no músculo varia de 70 a 80%, dependendo do músculo, da espécie, da idade. É o composto mais abundante contido no músculo, porém sofre perdas durante o processamento, como na cocção e na evaporação. A Indústria tem interesse na redução de perdas e o tipo de processamento é importante por razões econômicas. A perda excessiva também gera desinteresse na compra, devido à redução de tamanho, dureza na textura e redução da suculência (TOLDRÁ, 2003).

Vários fatores influenciam na CRA como a umidade e o pH das proteínas musculares. A interação entre o pH e a carga líquida presente nas proteínas, torna-se mais negativa quando o pH está básico, retendo assim maior quantidade de água. No entanto, a ligação de água diminui rapidamente quando o pH se aproxima do ponto isoeléctrico (pH cerca de 5.0) (TOLDRÁ, 2003).

Após a captura do pescado, as proteínas miofibrilares se desnaturam rapidamente, sob temperatura de 5°C e após 5 dias, podem perder acima de 80% da CRA (GONÇALVES; RIBEIRO, 2009).

Sgarbieri (1996) e Ordóñez-Pereda (2004) explicam que, a capacidade de retenção de água (CRA), envolve uma interação entre a proteína e a água e que o tamanho da afinidade da proteína com a água, também se relacionam com outras propriedades funcionais tais como cor, textura, firmeza, maciez e principalmente a suculência. Dessa forma, conclui-se que, o elemento protéico é o principal elemento responsável pela CRA, porém o pH também tem grande influência, quando se observa a CRA em músculo de pescado da mesma espécie.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTEÇÃO DAS AMOSTRAS

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* tamanho 80/100, foi adquirido em uma fazenda produtora localizada no Litoral Norte da Paraíba. As amostras foram transportadas em caixa isotérmica, contendo gelo na proporção de 2:1, até o laboratório de Tecnologia do Pescado do IFPB campus Cabedelo. As amostras foram lavadas em água corrente, drenadas e imersas em solução clorada a 5 ppm por 15 minutos e, novamente, lavadas e drenadas. As amostras foram divididas em porções de 100 gramas cada e embaladas em sacos plásticos e levadas ao congelamento convencional, até a temperatura de $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$, até a realização das análises (FIGURA 1).

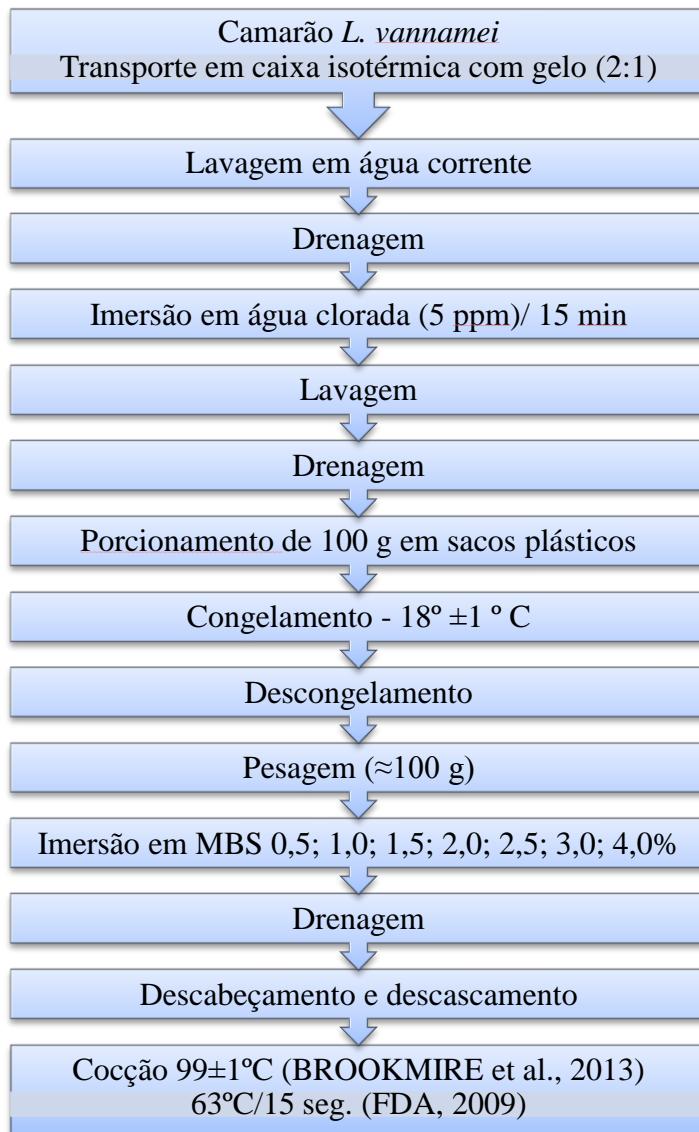
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As análises físico-químicas e químicas foram conduzidas por um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 8 experimentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8) e 3 repetições cada, totalizando 24 parcelas experimentais.

Foram escolhidas quatro amostras (T1, T3, T5 e T7), intercaladas e com o teor residual máximo permitido pela legislação vigente, até 30 ppm para músculo comestível de camarão cozido (BRASIL, 1988), para as análises microbiológicas, físicas e sensoriais. As análises microbiológicas e físicas foram conduzidas por um Delineamento Inteiramente Casualizado de quatro amostras e três repetições cada, totalizando doze parcelas experimentais.

As análises sensoriais seguiram o delineamento em blocos incompletos casualizados.

Figura 1 - Fluxograma de obtenção do camarão marinho cozido



3.3 PROCEDIMENTOS DE IMERSÃO

As amostras foram submetidas às imersões de MBS ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) em valores que permitem um residual de SO_2 dentro dos limites estabelecidos por lei e o tempo de imersão dentro da faixa de tempo encontrada na literatura. As concentrações usadas foram de T1 (0,0%); T2 (0,5%); T3 (1,0%); T4 (1,5%); T5 (2,0%); T6 (2,5%); T7 (3,0%) e T8 (4,0%). Antes de qualquer análise, foram retiradas oito bolsas plásticas contendo 100 g de amostra cada, para descongelamento sob temperatura de refrigeração a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. As soluções de MBS

(Synth, 97% pureza) foram preparadas, usando água destilada refrigerada a 10°C, com volume final de 200 mL, ou 1:2 (camarão:solução de Na₂S₂O₅). Sete amostras foram submersas nas sete concentrações do conservante, sob temperatura constante de 10°C, em banho ultra termostatizado, com tempo programado para 5 minutos, 100 g de amostra não receberam nenhum tipo de tratamento T1 (0,0%). Ao fim do tempo, as amostras foram drenadas, descabeçadas e descascadas (camarão PUD – Peeled Undveneid, sem casca e sem cabeça) para posterior cocção (FIGURA 1).

3.4 COCÇÃO DAS AMOSTRAS

Levou-se em consideração o estudo de Brookmire et al. (2013) que empregaram uma temperatura de 99 ± 1°C, da solução de 1% de NaCl e água, numa razão de 10:1 de água:camarão, seguida da imersão dos camarões até obtenção da temperatura interna de 63°C por 15 segundos (FDA, 2009), medida com auxílio do termômetro tipo espeto (-50 a +300°C) a prova D'água, Incoterm com alarme (FIGURA 1).

3.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas das amostras de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* foram realizadas segundo a AOAC (2000), realizadas em triplicata. Todas as amostras foram armazenadas a -18°C e descongeladas a 5°C antes das análises.

3.5.1 pH

A determinação dos valores de pH foi feita através de pHmetro digital, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, pelo método 947.05 (AOAC, 2000).

3.5.2 Composição centesimal

A umidade foi definida por secagem em estufa a 105°C por 24 horas (método 950.46); a proteína bruta pelo método semimicro Kjeldahl ($N \times 6,25$) (método 928.08); e os lipídeos determinados por extração com clorofórmio e metanol, segundo método de Folch, Less e Stanley (1957).

3.5.3 Determinação de teor de sulfitos

Para a determinação do teor de sulfitos, foi empregado o método otimizado de Monier-Williams (M-W), conforme Hillery et al. (1989). O método consiste basicamente na destilação de uma porção da amostra na parte edível e posterior absorção de SO_2 com excesso de agente oxidante que o converte em Ácido sulfúrico. Para a expressão dos resultados, foi usada a seguinte a equação 1:

$$SO_2 = \frac{32,02 \times V \times 0,01 \times f \times 1000}{m} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

$32,02$ = miliequivalente-grama do SO_2 ;

V = volume de solução de $NaOH$ $0,01$ mol/L gasto na titulação em mL;

$0,01$ = concentração da solução de $NaOH$ em mol/L;

f = fator de correção para a solução de $NaOH$;

m = massa da amostra utilizada em g.

3.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas realizadas foram: Coliformes a 45°C , Estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella* sp/25 g, de acordo com os critérios estabelecidos pela

Legislação Brasileira, Resolução - RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da ANVISA/Ministério da Saúde - Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos - ANEXO I Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos, Grupo 7 – item a, utilizando a metodologia estabelecida pela Legislação Vigente do Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento, Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

3.7 ANÁLISES FÍSICAS

Foram selecionadas, ao acaso, as amostras já preparadas que seriam utilizadas na análise sensorial, para proceder às análises físicas.

3.7.1 Atividade de água

A atividade de água será analisada por medição direta em aparelho de medição de atividade de água. A verificação da atividade de água de cada amostra será realizada em medidor eletrônico de atividade de água da AQUALAB mod. CX2 (Decagon Devices, Washington, USA), sendo realizada de acordo com o método 978.18, descrito pela AOAC (2000).

3.7.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Foi determinada de acordo com o método modificado por Moura (2000), onde cerca de 1 g de amostras foi colocada entre duas folhas de papel-filtro (previamente secas até peso constante em estufa a 105°C). O conjunto foi colocado sob um peso de 10 kg por 10 minutos. A amostra foi retirada e pesada novamente. Pela diferença de peso inicial (Pi) e peso final (Pf)

foi obtida a quantidade de água livre da amostra, conforme equações 2. A capacidade de retenção de água determinada conforme Hofmamm et al. (1982) (Equação 3).

$$\% \text{ de Água Livre} = [(\text{mg de água livre}/\text{mg de amostra}) \times \text{percentagem de umidade}] \quad (\text{Eq. 2})$$

$$CRA = 100 - \text{percentagem de água livre} \quad (\text{Eq. 3})$$

3.7.3 Cor

A medição da cor foi realizada através de um colorímetro digital, que operou no sistema CIE (L^* , a^* , b^*), registrando os valores L^* Luminosidade, a^* intensidade de cor amarela e b^* intensidade de cor vermelha.

As análises foram realizadas em triplicata, sendo a análise de cor realizada utilizando-se um colorímetro digital Minolta (Modelo CR-300, Minolta, Mahwah/New Jersey, USA), através do sistema CIELAB, com iluminante D65. Neste sistema, o espaço colorimétrico é definido por L^* , a^* e b^* , sendo L^* a coordenada que corresponde à luminosidade, a^* , cromaticidade verde (-)/vermelho (+) e b^* , cromaticidade azul (-)/amarelo (+).

3.7.4 Rendimento na Cocção

A medição do rendimento no cozimento foi calculada através da pesagem da massa do camarão depois do cozimento e a massa antes do cozimento (Equação 4), seguindo metodologia descrita por Berry (1997):

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{massa depois do cozimento}}{\text{massa antes do cozimento}} * 100 \quad \text{Eq (4)}$$

3.7.5 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento foi realizada utilizando um texturômetro universal TA.XT plus Texture Analyser (STABLE MICRO SYSTEM®). O teste foi realizado com uma velocidades de 5 mm.s⁻¹, 2 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹ para pré-teste, do teste e pós-teste, respectivamente, usando a distância de 22 mm. Empregou-se a probe Warner-Bratzler (HDP/WBV), utilizando célula de carga de 25 Kg. A força máxima de cisalhamento, em Kg, foi automaticamente determinada pelo programa Texture Expert for Windows, versão 1.19.

3.8 ANÁLISES SENSORIAIS

3.8.1 Questões éticas

Para a realização da análise sensorial, este projeto foi submetido ao Comitê de Ética do Centro de Ciência da Saúde, da Universidade Federal da Paraíba. Este estudo foi realizado conforme os preceitos da Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012), do Conselho Nacional de Saúde estando entre eles o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Após a autorização para a execução do projeto, cuja certidão está sob número de CAAE 37086814.1.0000.5188 (ANEXO A) e de posse dos resultados das análises microbiológicas (APÊNDICE A) e físico-químicas, foram realizadas as análises sensoriais.

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Pescado do IFPB *campus Cabedelo*, de acordo com a carta de anuênciа expedida pelo Instituto (ANEXO B) e apresentada ao Comitê de ética, requisitada pelo órgão.

Houve divulgação em toda a comunidade acadêmica para os testes de recrutamento no IFPB *Campus Cabedelo*. Nos dias marcados para as análises, um questionário foi aplicado (APÊNDICE B), foram recrutadas 150 pessoas, as quais responderam questões relacionadas à participação na pesquisa de forma voluntária, melhores horários e dias para as aplicações dos testes, hábitos e frequência no consumo, doenças do trato respiratório que venham a agravar pelo uso de aditivos alimentares e consumo de crustáceos, questões sócio-demográficas e

motivos para o consumo do camarão, sendo permitido selecionar mais de uma resposta para a última questão.

Foram selecionados 96 participantes que responderam a alguns critérios; os julgadores foram informados que o experimento estava autorizado e em seguida assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, com todas as informações necessárias sobre a pesquisa e o tipo de produto analisado.

3.8.2 Teste de escala do ideal e teste de aceitação

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado, localizado no IFPB campus Cabedelo, em cabines sob luz branca, em três sessões com 32 julgadores diferentes em cada dia. Os julgadores determinaram a textura e a cor ideal, através de teste usando Escala Ideal. Ainda avaliaram aparência, sabor e aceitação global, através de Teste de Aceitação.

As amostras foram cozidas, de acordo com o estudo de Brookmire et al. (2013) e parâmetros recomendados pela FDA (2009), sendo servidas no mesmo momento e dispostas randomicamente de forma simultânea em bandejas, com códigos de três dígitos aleatorizados e diferentes para cada julgador, seguindo um delineamento em blocos incompletos casualizados, além da ficha de avaliação da escala do ideal (Figura 2) e da ficha de teste de aceitação (Figura 2). Os provadores realizaram as avaliações em cabines apropriadas, isolados, com luz branca e em temperatura ambiente. Durante o teste sensorial, foram disponibilizados água e biscoito água e sal para os julgadores, para minimizar o efeito de resíduos entre uma amostra outra (MEILGARD; CIVILLE, 1991).

Os julgadores realizaram teste de escala do ideal (Figura 2) para avaliar a textura, estruturada de 9 pontos, bilateral, decrescente, cujos valores variaram de +4 (extremamente mais que o ideal) a -4 (extremamente menos que o ideal), tendo o valor 0 atribuído a textura ideal, bem como para a cor, seguindo o mesmo esquema de avaliação usado para a textura.

Também foi aplicado o teste de aceitação (Figura 3), usando uma escala estruturada de 9 pontos, unilateral, decrescente de nível de aceitação, desde a nota 9 (gostei muitíssimo) à nota 1 (desgostei muitíssimo), para os atributos Aparência, Sabor e Aceitação Global.

Figura 2 - Modelo de ficha utilizada para o teste de escala do ideal

TESTE DO IDEAL			
JULGADOR:	DATA:		
<p>Você está recebendo seis amostras de filé de camarão cozido. Por favor, prove as amostras da ESQUERDA para a DIREITA, e avalie cuidadosamente a intensidade de cada um dos atributos sensoriais, de acordo com o seguinte critério:</p> <ul style="list-style-type: none"> + 4 – Extremamente mais que o ideal +3 – Muito mais que o ideal + 2 – Moderadamente mais que o ideal + 1 – Ligeiramente mais que o ideal 0 – Ideal - 1 – Ligeiramente menos que o ideal - 2 – Moderadamente menos que o ideal - 3 – Muito menos que o ideal - 4 – Extremamente menos que o ideal 			
ATRIBUTO	AMOSTRAS		
COR			
TEXTURA			
OBRIGADA!			

Figura 3 - Modelo de ficha utilizada para o teste de aceitação

TESTE DE ACEITAÇÃO			
JULGADOR:	DATA:		
<p>Por favor, avalie cada uma das seis amostras, levando em consideração os seguintes atributos: APARÊNCIA, SABOR e ACEITAÇÃO GLOBAL. Utilize a escala para descrever o quanto você gostou ou desgostou do camarão cozido. Marque na coluna correspondente ao produto avaliado, a posição da escala que melhor condiz com a sua opinião:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> (9) Gostei Muitíssimo (8) Gostei Muito (7) Gostei Moderadamente (6) Gostei Ligeiramente (5) Nem gostei, Nem Desgostei (4) Desgostei Ligeiramente (3) Desgostei Moderadamente (2) Desgostei Muito (1) Desgostei muitíssimo 			
Atributos	Amostras		
APARÊNCIA			
SABOR			
ACEITAÇÃO GLOBAL			
Comentários:		OBRIGADA!	

3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises químicas, físico-químicas e físicas foram submetidas à análise de variância, a ANOVA. Havendo diferença significativa entre os valores de f ($p \leq 0,05$), realizava-se o teste de Tukey para comparar as diferenças entre as médias da amostras, num nível de significância de 5%. O programa usado foi o Software Estatístico Statistica na versão 10.0, para a realização das análises (STATSOFT, 2010).

Nas análises sensoriais, foram construídos histogramas de frequência com os dados do teste de escala do ideal e ANOVA com teste de Tukey, quando era observada diferença significativa ($p \leq 0,05$), para o teste de aceitação.

As correlações entre as variáveis físicas e sensoriais, foram determinadas por análises de correlação do coeficiente linear de Pearson, r, cujo valor do coeficiente varia de +1 (correlação na mesma direção), 0 (sem correlação) a -1 (correlação em direção oposta).

REFERÊNCIAS

- ABCCAM, Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Boletim Mensal ABCC**. Boletim Internacional: Notícias da produção do mercado mundial e das tendências de demanda e preços de camarão cultivado. Ano 1, v. 8, p. 1-11, 2014.
- ABCCAM, Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Práticas de Manejo e **Medidas de Biossegurança: Fazendas de Engorda**, Nível I. 2012. Disponível em: <<http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2014/01/Manual-de-Boas-Praticas-de-Manejo-e-Biosseguran%C3%A7a.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- ADEPARÁ. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. Portaria ADEPORA nº 2275 de 14 de junho de 2013. Regulamento Técnico de Produção do Camarão Pré-cozido e Salgado. **Diário Oficial [da] União**. Pará, Junho de 2013.
- ANALIA, B.; GARCIA, L.; GUERRERO, S. N. Correlation between instrumental and sensory ratings by evaluation of some texture reference scales. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, p. 1977–1985, 2011.
- ANDRADE, G. C.; BISPO, E. S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n 4, p.721-726, 2009.
- ANTONY, M.; MESQUITA, E. F.; KAJISHIMA, S.; SOUZA, M. C. L. Análise sensorial do camarão santana ou vermelho *Pleoticus muelleri* (malacostraca: aristeidae), refrigerado. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 14, p. 87–90, 2011.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 10. ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 200. 1018 p.
- AQUINO, L. V. A. F. **Bacterioses em viveiros de camarão marinho em mossoró-rn**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: UFV. 2010. 596 p.
- AUN, M. V.; MAFRA, C.; PHILIPPI, J. C.; KALIL, J.; AGONDI, R. C.; MOTTA, A. A. Aditivos em alimentos. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, v. 34, n.5, p. 177-186, 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 & Technology**, v. 43, n. 6, p. 1066–1072, 2008.

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

BINDU, J.; GINSONA, J.; KAMALAKANTHA, C. K.; ASHAB, K. K.; SRINIVASA GOPALA, T. K. Physico-chemical changes in high pressure treated Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*) during chill storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 17, p. 37–42, 2013.

BONERBA, E.; CECI, E.; BOZZO, G.; PINTO, A.; TANTILLO, G. Analysis of the sulphite content in shrimps and prawns. **Italian Journal of Food Safety**, v. 2, n. 1, p. 55–60, 2013.

BOZIARIS, I. S.; STAMATIOU, A. P.; NYCHAS, G. J. E. Microbiological aspects and shelf life of processed seafood products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, p. 1184–1190, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 457, de 10 de setembro de 2010. Regulamento técnico de identidade e qualidade para camarão congelado. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Setembro de 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Regulamento de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Dezembro de 2012. Seção I, nº 7, p. 59.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (Dispoa). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Janeiro de 2001. Seção I, nº 7-E, p. 45-53.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução CNS/MS n. 04, de 24 de novembro de 1988. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Dezembro de 1988. Seção I, p. 24716-24723.

BRIEF, R. I. **Guidelines of application of melanosis inhibitors and guidebook on inhibitors and processing technology of crustacean**. The CRUSTAMEL Report Summary. p. 1–2, Lisboa, Portugal, 2002.

BROOKMIRE, L., MALLIKARJUNAN, P., JAHNCKE, M., GRISSE, R. Optimum Cooking Conditions for Shrimp and Atlantic Salmon. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 2, p. 5303-53013, 2013.

CABRITA, J. G. N. **Estudo do comportamento do camarão Neocaridina heteropoda**. 2012. 120 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

CARDOSO, E. S., LEAL, C. L. C.; COSTA J. M.. O mercado e o pescado: uma primeira atualização dos circuitos econômicos e das cadeias produtivas do peixe em Santa Maria – RS The market and the fish: a first upgrade of economic circuits and of productive chains of fish in Santa Maria – RS. **Ciência e Natura**, v. 35, p. 226–231, 2013.

CARNEIRO, A. P. G.; FONTELES, T. V.; COSTA, M. G. M.; ROCHA, E. M. F. F.; RODRIGUES, M. C. P. Parâmetros de textura em barras de chocolate ao leite. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 2, p. 259-264, 2011.

CARNEIRO, C. S.; MARSICO, E. T.; RIBEIRO, R. O., CONTE Júnior, C. A.; ÁLVARES, T. S.; OLIVEIRA, E. F. Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). **LWT - Food Science and Technology**, v. 50 p. 401-407, 2013.

CHEN, L., WANG, J. Y.; LI, X.W. Regression analysis of instrumental texture characteristics and sensory characteristics of pork. **Trans. CSAE.**, v. 26, p.357–362, 2010.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Texture measurement approaches in fresh and processed foods - A review. **Food Research International**, v. 51, iss. 2, p. 823-835, 2013.

CINTRA I., H.; OGAWA N. B.; SOUZA M. R.; DINIZ F. M.; OGAWA M. Decomposition of trimethylamine oxide related to the use of sulfites in shrimp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p.314, 1999.

COMISSÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. Regulamentos nº 1129, de 11 de novembro de 2011. Regulamento do Conselho que estabelece uma lista de aditivos alimentares. **Jornal Oficial**, L 295/178, Novembro de 2011.

COSTA, R. A.; MOREIRA, B. A. B.; CARVALHO, F. C. T.; MENEZES, F. G, R; SILVA, C. M.; VIEIRA R. H. S. F. Staphylococcus coagulase-positiva e enterobactérias em camarão *Litopenaeus vannamei* comercializado in natura. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n 4, p. 566-571, 2011.

COSTELL, E., DURÁN, L. Food Texture: Sensory Evaluation. **Food Engineering**, v. 2, 2009.

DECKER, H., TUCZEK, F. Tyrosinase/catecholoxidase activity of hemocyanins: structural basis and molecular mechanism. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 25, p. 392–397, 2000.

DUAN, H. et al. Establishment of Fracturability Standard Reference Scale by Instrumental and Sensory Analysis of Chinese Food. **Journal of Texture Studies**, v. 45, p. 148–154, 2014.

EUA, **Código Alimentar**. 2009. Food and Drug Administration. US Public Health Service. College Park, Md .: US Departamento de Saúde e Serviços Humanos, Food and Drug Administration

FALCPA. Food Allergen Labeling and Consumer Protection **Public Law. 102-282**. 2004. Disponível em: < <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-106/pdf/STATUTE-106-Pg149.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

FAO. “*Penaeus vannamei* (Boone, 1931)”. Cultured Aquatic Species Information Programme. **Food and Agriculture Organization**, 2011.

FAVERO, D. M.; RIBEIRO, C. S. G.; AQUINO, A. D. Importância dos sulfitos para a saúde e indústria. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 1, p. 11-20, 2011.

FDA. **Overview of Food Ingredients, Additives & Colors**. 2014. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm094211.htm#foodadd>. Acesso em: 25 nov 2014.

FIB - FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Conservação de Alimentos por aditivos químicos**, Nº 22, 2012.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification osfotal lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497–509,1957.

FOSSATI, A. A. N. **Influência de aditivos alimentares sobre as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do camarão *xiphopenaeus kroyer***. 2014. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

FURLAN, E. F. **Qualidade e valorização do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862): aspectos sensoriais e vida útil em gelo**. 2013. 167 p. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

GARCIA LOREDO, A. B.; GURRERO, S. N. Correlation between instrumental and sensory ratings by evaluation of some texture reference scales. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 9, p. 1977-1985, 2011.

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

GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO J. L. D. Effects of phosphate treatment on quality of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) processed with cryomechanical freezing. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1435–1438, 2009.

GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) previously treated with phosphates. **International Journal of Refrigeration**, v. 31, n. 7, p. 1134–1144, 2008.

HA, T. T. T.; BUSH, S. R.; VAN DIJK, H. The cluster panacea?: Questioning the role of cooperative shrimp aquaculture in Vietnam. **Aquaculture**, v. 388-391, p. 89–98, 2013.

HERNÁNDEZ BECERRA, J. A.; FLORES, A. A. F.; VALERIO-ALFARO, G.; SOTO-RODRIGUEZ, I.; RODRÍGUEZ-ESTRADA, M. T.; GARCÍA, H. S. Cholesterol oxidation and astaxanthin degradation in shrimp during sun drying and storage. **Food Chemistry**, v. 145, p. 832-839, 2014.

HEU, M. S.; KIM, J. S.; SHAHIDI, F. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. **Food Chemistry**. V. 82, p. 235-242, 2003.

HILLERY, B. R.; ELKINS, E. R.; WARNER, C. R.; DANIELS, D.; FAZIO, T.; BALAZS, P.; BOSQUEZ, M. H.; CHADDHA, R.; CORDES, S.; COUTURE, K. Optimized Monier-Williams method for determination of sulfites in foods: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemist**, v.72, n.3, p. 470-475, 1989.

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

HOSSEINPOUR, S.; RAFIEE, S.; AGHBASHLO, M.; MOHTASEBI, S. S. A novel image processing approach for in-line monitoring of visual texture during shrimp drying. **Journal of Food Engineering**, v. 143, p. 154–166, dez. 2014.

HU, Y.; HUANG, Q.; BAI, Y. Combined electrohydrodynamic (EHD) and vacuum freeze drying of shrimp. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 418, 2013.

HUANG, H. H. LIUA, X-L.; XIANGB, J-H.; PING WANGC, P. Immune response of *Litopenaeus vannamei* after infection with *Vibrio harveyi*. **Aquaculture**, v. 406-407, p. 115–120, 2013.

IRIANTO, H. E.; GIYATMI, S. Post harvest technology of shrimp: Review of Indonesian experience. **Journal of Aquatic Food Post Harvest Technology of Shrimp**. n. 6, p. 37-41, 2013.

ISHIHARA, Y.; MOREIRA, R.; SOUZA, G.; SALVIANO, A.; MADRUGA, M. Study of the Warner-Bratzler shear force, sensory analysis and sarcomere length as indicators of the tenderness of sun-dried beef. **Molecules**, v. 18, n. 8, p. 9432–9440, 2013.

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

LI, C.; WENG, S.; CHEN, Y.; YU, X.; LÜ, L.; ZHANG, H.; HE, J.; XU, X. Analysis of *Litopenaeus vannamei* Transcriptome Using the Next-Generation DNA Sequencing Technique. **PLoS ONE**, v. 7, n. 10, 2012.

LIRA, G. M.; SILVA, M. C. D.; SILVA, K. W. B.; PADILHA, B. M.; CAVALCANTI, S. A. T. de Q.; OLIVEIRA, K. I. V. de; ALBUQUERQUE, A. L. I. Avaliação da Qualidade Físico-Química e Microbiológica do Camarão Espigão (*Xiphopenaeus Kroyeri*, Heller, 1862) In Natura e Defumado. **Boletim do CEPPA**, v. 31, n. 1, p. 151-160, 2013.

LOVATTO, M. T.; BISOGNIN, D. A.; TREPTOW, R. O.; STORCK, L.; GNOCATO, F. S.; MORIN JUNIOR, G. Processamento mínimo de tubérculos de batata de baixo valor comercial. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 258-265, 2012.

LUCIEN, H. Processo de Despesca do Camarão “Hoso” (Head on Shell On); Melanose, Pontos Negros e Metabisulfito de Sódio. **Revista da ABCC**, v. 5, n. 1, p. 90–97, 2003.

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

MALLICK, A. K.; GOPAL, T. K. S.; RAVISHANKAR, C. N.; VIJAYAN, P. K.; GEETHALAKSHMI, V. Changes in instrumental and sensory properties of indian white shrimp in curry medium during retort pouch processing at different f0 values. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 5, p. 611–632, 2010.

MANHEEM, K.; BENJAKULA, S.; KIJROONGROJANAA, K.; VISESSANGUANB, W. The effect of heating conditions on polyphenol oxidase, proteases and melanosis in pre-cooked Pacific white shrimp during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 131, n. 4, p. 1370–1375, 2012.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada centesimal. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 168–176, 2009.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, O. LÓPEZ-CABALLERO, M. E. GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354 p.

MERCOSUL - Mercado Comum do Sul. **Resolução nº 11, de junho de 2006**. Regulamento técnico MERCOSUL sobre “lista geral harmonizada de aditivos alimentares e suas classes funcionais”. Disponível em: <http://www.mercosur.int/msweb/portal%20intermediario/Normas/normas_web/Resolucoes/PT/GMC_2006_RES-011_PT_RTM-Geral%20Aditivos.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2014.

MEULLENET, J.; LYON, B. G.; CARPENTER, J. A.; YON, C. E.. Relationship between sensory and texture profile attributes. **Journal of Sensory Studies**, v. 13, p. 77–93, 1998.

MIZUTA, S.; YAMADA, Y.; MIYAGI, T.; YOSHINAKA, R. Histological Changes in Collagen Related to Textural Development of Prawn Meat During Heat Processing. **Food chemistry and toxicology**, v. 64, n. 6, 1999.

MOHAN, C. O.; RAVISHANKAR, C. N.; BINDU, J.; GEETHALAKSHMI, V.; SRINIVASA GOPAL, T. K. Effect of thermal process time on quality of “Shrimp Kuruma” in retortable pouches and aluminum cans. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, p. 496–500, 2006.

MONTERO, P. The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with different melanosis-inhibiting formulas. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1335–1344, 2009.

MORAIS, C. A. **Comparação dos níveis de Sulfito detectados no Camarão de Superfície com os limites máximos constantes do RIGQ**. 2009. Disponível em: <www.inip.gov.mz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=16&Itemid=63&lang=pt>. Acesso em: 03 mai. 2014.

MOURA, E. F.; DANTAS, T. N. C.; SANTOS, M. J. Comércio do Natal-RN por resíduo de SO₂ devido ao uso de Metabissulfito. **Revista da FARN**, v. 7, n. 1, p. 63–71, 2008.

MOURA, O. M. **Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne rã-touro e perfil das indústrias de abate**. 2000. 227 p. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2000.

MURATORI, M. C. S. M.; VELOSO, A. P. B.; COSTA, A. P. R.; PEREIRA, M. M. G.; GUIMARAES, C. M. M.; CALVET, R. M., SANTOS, Y. F. M.; CARDOSO FILHO, F. C. Vibrio parahaemolyticus em carcinicultura marinha “Vibrio parahaemolyticus” in marine shrimp farming. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 289–296, 2014.

NIAMNUY, C.; DEVAHASTIN, S.; SOPONRONNARIT, S. Changes in protein compositions and their effects on physical changes of shrimp during boiling in salt solution. **Food Chemistry**, v. 108, p. 165–175, 2007.

NIAMNUY, C.; KERDPIBOON, S.; DEVAHASTIN, S. Artificial neural network modeling of physicochemical changes of shrimp during boiling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 110–116, 2012.

NIRMAL, N. P.; BEJAKUL, S. Effect of Green Tea Extract in Combination with Ascorbic Acid on the Retardation of Melanosis and Quality Changes of Pacific White Shrimp During Iced Storage . **Food Bioprocess Technol**, v. 5, p. 2941-2951, 2012.

NIRMAL, N. P.; BEJAKUL, S.; Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage . **Food chemistry**, v. 116, n. 1, p. 323 -331, 2009.

OGAWA, N. B. P.; ARAÚJO, I. W. F.; LUCENA, L. H. L.; OGAWA, M. Teor residual de SO₂ em camarões congelados exportados pelo estado do ceará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v.3, n.1, p. 191-196, 2003.

OKPALA, C. O. R.; CHOO, W. S.; DYKES, G. A. Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 110–116, 2014.

OLIVEIRA, V. M. **Estudo da qualidade do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), inteiro e descabeçado, estocado em gelo.** Tese (Doutrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A. **Tecnologia dos Alimentos:** Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. 280 p.

QUEIROGA, I. M. B. N. **Efeito do frio na qualidade sensorial do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).** Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimento) 2013. 83 p. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

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

ROBERTO, C.; ALMEIDA, M. O.; LOBÃO, R. A. Aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 13, n. 1, p: 33 - 42, 2013

ROCHA, I. Carcinicultura Brasileira: processos tecnológicos, impactos sócio-econômicos, sustentabilidade ambiental, entraves e oportunidades. **Revista ABCCAM**, v. 20, p. 10, 2010.

ROCHA, M. M. R. M. **Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2010. 185 p. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2010.

RODRIGUES, T. P.; FREITAS, M. Q.; MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; MELLO, S. C. R. P.; COSTA, I.; ZÚNIGA, N. O. Evaluation of quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivation, eviscerated and stored in ice. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 15, n. 2, p. 67-71, 2008.

SÁNCHEZ-CAMARGO, A. P.; MARTINEZ-CORREAB, H. A.; PAVIANIA, L. C.; CABRALA, F. A. Supercritical CO₂ extraction of lipids and astaxanthin from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). **Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, p 164-173, 2011.

SANTOS, R. M. Avaliação Físico-Química e Nutricional do *Macrobrachium Olfessi* sob as formas In Natura e salgado cozido. **Scientia Plena**, v. 7, n. 10, p. 1–4, 2011.

SCHLICKMANN, F. **Estudo das relações entre os produtores e comercializadores da carcinicultura na região de laguna e grande Florianópolis**. 2008. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Economia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos:** propriedades, degradações e modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SILVA, D. R. G.; TORRES FILHO, R. A.; CAZEDEY, H. P.; FONTES, P. R.; RAMOS, A. L.; RAMOS, E. M. Comparison of Warner – Bratzler shear force values between round and square cross-section cores from cooked beef and pork *Longissimus muscle*. **Meat Science**, v. 103, p. 1–6, 2015.

SILVA, M. M. Caracterização da variabilidade genética do camarão *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 em fazendas de produção da região de Canavieiras (BA). **Microbiology**, v. 11, p. 1–94, 2007.

SRIKET, P.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; KIJROONGROJANA, K. Comparative studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp(*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. **Food Chemistry**, v. 103 p. 1199–1207, 2007

STATSOFT, Statistica (software para windows 10). Versão 10.0. Tulsa: Statsoft; 2010.

SUN, H. T.; LIU, J. S. Sensory assess and instrumental analysis of instant corn texture. **Food Science and Technology**, v. 36, p. 288–291, 2011.

TAHIM, E. F.; ARAÚJO JÚNIOR, I. F. A Carcinicultura do Nordeste Brasileiro e sua Inserção em Cadeias Globais de Produção: foco nos APLs do Ceará. **Revista RESR**, v. 52, p.567-586, 2014.

TANGPRASITIPAP, A.; SRISALA, J.; CHOUWDEE, S.; SOMBOON, M.; CHUCHIRD, N.; LIMSUWAN, C.; SRISUVAN, T.; FLEGEL, T. W.; SRITUNYALUCKSANA, K. The microsporidian Enterocytozoon hepatopenaei is not the cause of white feces syndrome in whiteleg shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. **BMC veterinary research**, v. 9, n. 1, p. 139, 2013.

TOLDRÁ, F. Muscle foods: water, structure and functionality, **Food Science and Technology International**, v. 9, n.3, p. 173-177, 2003.

TRINDERUP, C. H.; Dahl, A.; Jensen, K.; Carstensen, J. M.; Conradsen, K.; Comparison of a multispectral vision system and a colorimeter for the assessment of meat color. **Meat Science**, v. 102, p. 1 – 7, 2015.

VIEIRA, R. H. S. D. F. et al. Antimicrobial susceptibility of Escherichia coli isolated from shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and pond environment in northeastern Brazil. **Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes**, v. 45, p. 198–203, 2010.

WANG, J.; ZHOU, R. Z., LI, S.; HUANG, J. Studies on the sensory and textural characteristics of white rabbit creamy candy. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, v.10, p. 239–242, 2010.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; JOHNSON, L. P.; MILLER, M. F.; MILLER, R. K.; KOOHMARAIE, M. A comparison of Warner–Bratzler shear force assessment within and among institutions. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 9, p. 2423–2432, 1997.

WHO - World Health Organisation. **Evaluation of certain food additives** (Fifty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, Nº 891 (Geneva: WHO), 2000. Disponível em: < <http://www.who.int/foodsafety/publications/jecfa-reports/en/>>. Acesso em: 3 mai. 2014.

WU, D.; SHI, H.; WANG, S.; HE, Y.; BAO, Y.; LIU, K. Rapid prediction of moisture content of dehydrated prawns using online hyperspectral imaging system. **Analytica Chimica Acta**, v. 726, p. 57–66, 2012.

YOKOYAMA, V. A. **Qualidade do camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* mediante a ação dos agentes antimelanóticos**. 2007. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

YUAN, S.; CHANG, S. K. C. Select odor compounds in soymilk as affected by chemical composition and lipoxygenases in five soybean materials. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 426-431, 2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO CIENTÍFICO

INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SULFITO SOBRE A QUALIDADE DO CAMARÃO MARINHO

INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SULFITO SOBRE A QUALIDADE DO CAMARÃO MARINHO¹

AUTOR^{1*}, AUTOR², AUTOR³, AUTOR⁴, AUTOR⁵

RESUMO - Camarão marinho cozido sem e com tratamento por metabissulfito de sódio (0 a 40 g kg⁻¹), foi analisado quanto ao teor de SO₂, para avaliar a influência do metabissulfito de sódio sobre a qualidade do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, relacionando os valores obtidos com as análises sensoriais e físicas, levando em consideração os teores residuais de sulfitos permitidos pela legislação vigente. Das oito amostras analisadas, quatro foram escolhidas (0, 10, 20 e 30 g kg⁻¹) para a realização dos testes sensoriais e análises de cor, força de cisalhamento, atividade de água, capacidade de retenção de água e rendimento de cocção. A análise sensorial foi realizada pelo teste de escala do ideal, para cor e textura, e o teste de aceitação para o sabor, aparência e aceitação global. Os resultados demonstraram que a cor e a textura ideais, ocorreram na amostra tratada com 20 g kg⁻¹ de metabissulfito de sódio e que as correlações entre os parâmetros físicos e sensoriais, apontaram preferência, pelas amostras que apresentaram cores mais alaranjadas, úmidas e dureza ligeiramente maior.

Palavras-chave: Metabissulfito de sódio, cocção, textura, cor, *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT - Marine shrimp cooked with and without sodium metabisulfite treatment(0 to 40 g kg⁻¹) were analyzed to evaluate the influence of SO₂ content on the quality of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei*, relating the values obtained with sensory and physical analysis, taking into account the residual levels of sulfites permitted by law. From eight samples, four were selected (0, 10, 20 and 30 g kg⁻¹) to carrying out the sensory test and analysis of objective color, shear strength, water activity, water retention capacity and cooking efficiency. Sensory analysis was performed using the ideal scale test to assess color and texture, in addition, the acceptance test was used for flavor, appearance and global acceptance. The results showed that the ideal color and texture occurred in the sample treated with 20 g kg⁻¹ sodium metabisulfite concentration and that the correlation between physical and sensory parameters indicated a preference by the samples which had more orange color, humidity and slightly hardness.

Keywords: Sodium metabisulfite, cooking, texture, color, *Litopenaeus vannamei*.

*Autor para correspondência

Parte de dissertação do curso de mestrado de

Correspondência

Correspondência

Correspondência

INTRODUÇÃO

O camarão marinho da espécie *Litopenaeus vannamei*, foi trazido para o Brasil em meados de 1980 para fins comerciais e o cultivo da espécie, desde então, tem aumentado devido à demanda de consumo. A espécie possui características que favoreceram a adaptabilidade no Brasil, como o elevado grau de rusticidade, crescimento rápido em todas as fases do ciclo, desenvolvimento rápido em densidades menores de estocagem e tolerância à grande amplitude térmica de 9 a 34 °C (HUANG et al., 2013; TAHIN 2014).

Uma das formas de apresentação do camarão nas prateleiras do mercado nacional e internacional é o filé cozido, que igualmente às outras formas, também recebe tratamento pelo antioxidante metabissulfito de sódio (MBS, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) após a despensa. O uso do MBS está amparado em várias legislações vigentes no país. No entanto, o seu principal resíduo, o dióxido de enxofre (SO_2), quando em concentrações altas no alimento, pode provocar reações adversas à saúde dos consumidores sensíveis (VIEIRA et al., 2008). Um limite máximo da concentração de SO_2 residual é estipulado pelos países importadores, variável de acordo com o mercado, situando-se na faixa de 0,04 a 0,3g kg^{-1} (FDA, 1998; ANVISA, 2008; VIEIRA et al., 2008; EU Directive, 2008). É importante salientar que, o limite de SO_2 residual de 0,03 g kg^{-1} , é recomendado pela legislação brasileira, mas apenas para a musculatura do camarão cozido (BRASIL, 1988). Em alguns métodos, as amostras são preparadas de acordo com o solicitante, em função do tipo de beneficiamento aplicado, que varia de acordo com o mercado para o qual o camarão é destinado (camarão inteiro, camarão sem cabeça e descascado).

O uso excessivo de metabissulfito de sódio (MBS, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) após a despensa do camarão, pode induzir a alterações indesejáveis nas características sensoriais do mesmo, como o branqueamento e o enrijecimento excessivo, ou ainda a não certificação do produto para a exportação, por ultrapassar os teores máximos permitidos (MORAIS, 2009; IRIANTO et al., 2013). Por esta razão, há uma grande preocupação em relação à qualidade do camarão após a cocção, principalmente quanto à maciez e a cor da carne, os quais podem ser comprometidos pela adição desuniforme de agentes sulfitanos (ARAÚJO, 2010; VIEIRA et al., 2008; LOVATTO et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência do MBS sobre a qualidade do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* e correlacionar os valores obtidos com as análises sensoriais e físicas, levando em consideração os teores residuais de sulfitos permitidos pela legislação vigente.

MATERIAL E MÉTODOS

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* tamanho 80/100 (92 peças/ kg), foi adquirido em uma fazenda produtora localizada no Litoral Norte da Paraíba. As amostras foram transportadas em caixa isotérmica, contendo gelo na proporção de 2:1 (gelo:camarão), até o laboratório de Tecnologia do Pescado do IFPB campus Cabedelo, sendo lavadas em água corrente, drenadas e imersas em solução clorada a 50 g kg⁻¹ por 900 segundos e, novamente, lavadas e drenadas. As amostras foram divididas em porções de 0,1 kg cada e embaladas em sacos plásticos, levadas ao congelamento convencional até a temperatura de -18 ±1 °C até a realização das análises.

As análises físico-químicas e químicas foram conduzidas por um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 8 experimentos e 3 repetições cada, totalizando 24 parcelas experimentais. Foram escolhidas quatro amostras cozidas, com o teor residual de até 0,03 g kg⁻¹ para as análises microbiológicas, físicas e sensoriais. As análises microbiológicas e físicas foram conduzidas por um (DIC) de quatro amostras e três repetições cada, totalizando doze parcelas experimentais. Os testes sensoriais seguiram o delineamento em blocos incompletos casualizados.

Foram retiradas oito bolsas plásticas, contendo 0,1 kg de amostra cada, para descongelamento sob temperatura de refrigeração a 5 ± 1°C. As soluções de MBS (Synth, 97% de pureza) foram preparadas, usando água destilada refrigerada a 10 °C, nas concentrações de T2 (5); T3 (10); T4 (15); T5 (20); T6 (25); T7 (30) e T8 (40) g kg⁻¹ com volume final de 0,20 L, ou 1:2 (camarão:solução de Na₂S₂O₅). Sete amostras foram submersas nas sete concentrações do conservante, sob temperatura constante de 10 °C, em banho ultratermostatizado da SOLAB, MODELO SL-152/6, com tempo programado para 5 minutos, sendo que 0,1kg de amostra não receberam nenhum tipo de tratamento, T1 (0,0g kg⁻¹). Ao fim do tempo, as amostras foram drenadas, descabeçadas e descascadas (camarão PUD – Peeled Undveneid, sem casca e sem cabeça), para posterior cocção.

Levou-se em consideração o estudo de Brookmire et al. (2013), que empregou uma temperatura de 99 ±1 °C da solução de 10 g kg⁻¹ de NaCl e água numa razão de 10:1 de água:camarão, seguida da imersão dos camarões até obtenção da temperatura interna de 63° C por 15 segundos (EUA, 2009), medida com auxílio do termômetro tipo espeto (-50 a +300°C) a prova d'água, com alarme da INCOTERM.

A composição centesimal das amostras de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, foi realizada segundo a (AOAC, 2000), em triplicata. Todas as amostras foram armazenadas a –18 °C e descongeladas a 5 °C, antes das análises. A determinação dos valores de pH foi

realizada por meio de pHmetro digital, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, pelo método 947.05 (AOAC, 2000); a umidade foi definida por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas (método 950.46); a proteína bruta pelo método semimicro Kjeldahl (N x 6,25) (método 928.08); e os lipídeos determinados por extração com clorofórmio e metanol, segundo a metodologia de Folch et al. (1957).

Para a análise de teor residual de sulfito, foi empregado o método otimizado de Monier-Williams (M-W), conforme Hillery et al., (1989).

As análises microbiológicas foram realizadas, de acordo com os critérios estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001) de Coliformes a 45 °C, Estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella sp/* 25 g. A metodologia usada foi a estabelecida pela Legislação Vigente (BRASIL, 2003).

O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética do Centro de Ciência da Saúde, da Universidade Federal da Paraíba, junto à Plataforma Brasil e autorizado sob o nº CAAE 37086814.1.0000.5188. Este estudo foi realizado conforme os preceitos da legislação brasileira (BRASIL, 2012), estando entre eles, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Pescado do IFPB campus Cabedelo, de acordo com a carta de anuência expedida pelo Instituto.

Houve uma divulgação, em toda a comunidade acadêmica, para a aplicação do questionário de recrutamento, no IFPB campus Cabedelo, para aproximadamente 150 consumidores, que responderam questões relacionadas à participação na pesquisa de forma voluntária, melhores dias para as aplicações dos testes, hábitos e frequência de consumo de camarão, doenças do trato respiratório que venham a agravar pelo uso de aditivos alimentares e consumo de crustáceos, questões sócio-demográficas e motivos para o consumo do camarão. Foram selecionados 96 participantes que responderam alguns critérios. Foi apresentado um termo de consentimento livre e esclarecido, informando aos julgadores sobre a autorização da aplicação dos testes, pelo comitê de ética.

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado, localizado no IFPB campus Cabedelo, em cabines individuais, sob luz branca, em três sessões de 32 julgadores não treinados, diferentes em cada dia. No momento da análise, as amostras foram cozidas de acordo com o estudo de Brookmire et al. (2013) e recomendações da FDA (2009), sendo servidas e dispostas randomicamente e de forma simultânea, em copos plásticos de 0,050 L, com códigos de três dígitos aleatorizados e diferentes para cada julgador em bandejas, seguindo um delineamento em blocos incompletos casualizados. Os julgadores avaliaram a textura e a cor ideal, através de uma escala estruturada de 9 pontos, bilateral,

decrescente, cujos valores variaram de +4 (extremamente mais que o ideal) a -4 (extremamente menos que o ideal), tendo o valor “0” (zero), atribuído à textura e à cor ideal. Ainda avaliaram a aparência, o sabor e a aceitação global, através do teste de aceitação, usando uma escala estruturada de 9 pontos, unilateral, decrescente de nível de aceitação, desde a nota 9 (gostei muitíssimo) à nota 1 (desgostei muitíssimo) (MEILGAARD et al., 1999).

Foram selecionadas, ao acaso, amostras suficientes preparadas para a análise sensorial, para proceder às análises físicas. A verificação da atividade de água de cada amostra foi realizada em medidor eletrônico da AQUALAB mod. CX2 (Decagon Devices, Washington, USA), sendo realizada de acordo com o método 978.18, descrito pela (AOAC, 2000).

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada de acordo com o método modificado por Moura (2000), onde cerca de 0,001 kg de amostra foi colocada entre duas folhas de papel-filtro (previamente secadas até peso constante em estufa a 105°C). O conjunto foi colocado sob um peso de 10 kg por 600 segundos. A amostra foi retirada e pesada novamente. Pela diferença de peso inicial (P_i) e peso final (P_f) foi obtida a quantidade de água livre da amostra. A percentagem de umidade foi determinada conforme (HOFMAMM et al., 1982).

A medição da cor foi realizada através de um colorímetro digital, no sistema CIELAB (SANTOS, 2008), registrando os valores L* Luminosidade, a* intensidade de cor amarela e b* intensidade de cor vermelha. As análises foram realizadas em triplicata, num colorímetro digital Minolta (Modelo CR-300, Minolta, Mahwah/ New Jersey,(USA), com iluminante D65. Neste sistema, o espaço colorimétrico é definido por L*, a* e b*, sendo L* a coordenada que corresponde à luminosidade, a*, cromaticidade verde (-)/vermelho (+) e b*, cromaticidade azul (-)/amarelo (+).

A medição do rendimento no cozimento foi calculada através da pesagem da massa do camarão depois do cozimento e a massa antes do cozimento, seguindo metodologia descrita por (Berry, 1997).

A força de cisalhamento foi realizada utilizando um texturômetro universal TA.XT plus Texture Analyser (STABLE MICRO SYSTEM®).O teste foi realizado com uma velocidade de $0,005\text{m s}^{-1}$, $0,002\text{ m s}^{-1}$ e $0,010\text{ m s}^{-1}$ para pré-teste, teste e pós-teste, respectivamente, usando a distância de 0,022 m. Empregou-se a probe Warner-Bratzler (HDP/WBV), utilizando célula de carga de 25 kg. A força máxima de cisalhamento, em Kg, foi automaticamente determinada pelo programa Texture Expert for Windows, versão 1.19.

Todas as análises químicas, físico-químicas e físicas foram submetidas à análise de variância, a ANOVA. Havendo diferença significativa entre os valores de f ($p \leq 0,05$), realizou-se o teste de Tukey para comparar as diferenças entre as médias da amostras, num nível de significância de 5%. O programa usado foi o Software Estatístico *Statistica* na versão 10.0 para a realização das análises (STATSOFT, 2010). Nas análises sensoriais, foram construídos histogramas de freqüência com os dados do teste de escala do ideal e ANOVA com teste de Tukey, quando era observada diferença significativa ($p \leq 0,05$), para o teste de aceitação. As correlações entre as variáveis físicas e sensoriais, foram determinadas por análises de correlação do coeficiente linear de Pearson, r, cujo valor do coeficiente varia de +1 (correlação na mesma direção), 0 (sem correlação) a -1 (correlação em direção oposta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A correlação entre a concentração usada de SO₂ em cada amostra, em g kg⁻¹, e o teor residual de SO₂ em g kg⁻¹, está apresentada na Figura 1, onde verifica-se a equação $y = 0,000x + 0,005$, com bom ajuste com $R^2=0,907$.

O teor residual de SO₂ na amostra não tratada com MBS ocorre devido à presença de grande quantidade de compostos sulfatados na composição dos alimentos, incluindo os aminoácidos sulfatados, sulfatos, sulfitos e sulfides, produzindo resultados com falso positivo. Sulfatados são compostos estáveis, sendo observados apenas em alguns alimentos que possuem determinadas enzimas (BONERBA et al, 2013).

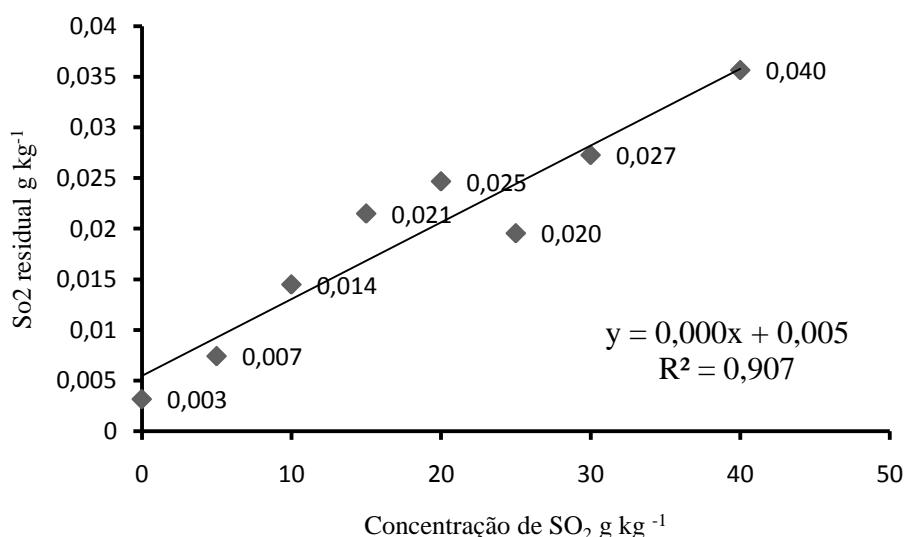


Figura 1. Correlação entre a concentração de MBS e teor de sulfitos

A Tabela 1 apresenta um estudo comparativo de todas as médias de teor residual de SO₂, das amostras de filé de camarão sem e com tratamento com o MBS. Os resultados tiveram uma grande variação nos teores de SO₂, apresentando uma teores entre de 0,003 e 0,040 g kg⁻¹.

Estudando a correlação entre algumas concentrações de MBS (10, 20, 30, 40 e 50 g kg⁻¹) e tempos de imersão de 600, 1200 e 1800 s, com emprego de temperatura constante de 7º C, em amostras de camarão cru (0,1 kg) da espécie *Litopenaeus vannamei* coletadas no litoral norte do Estado da Paraíba, Brasil, Andrade et al. (2014) também observaram correlações lineares, com um aumento significativo ($p \leq 0,05$) do teor residual de SO₂ no músculo do camarão, tanto com o aumento da concentração das soluções de MBS, quanto com o aumento no tempo de imersão, obtendo-se o teor residual máximo permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 1988) de 0,100 g kg⁻¹, quando as amostras foram imersas em soluções de MBS (Synth, 97% de pureza), na concentração de 30 g kg⁻¹ por um tempo de 780 segundos.

Tabela 1. Médias de teor de sulfito residual (g kg⁻¹) no músculo comestível do camarão cozido

Tratamento (g kg ⁻¹)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
SO ₂ (g Kg ⁻¹)	0,003 ^d	0,007 ^{cd}	0,014 ^{cd}	0,021 ^{abc}	0,025 ^{ab}	0,020 ^{bc}	0,027 ^{ab}	0,036 ^a

Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre concentrações pelo teste de Tukey a 5%. T1 – Tratamento 1 (Controle) ; T2 – Tratamento 2 – 5 g kg⁻¹ de MBS ; T3 – Tratamento 3 – 10 g kg⁻¹ de MBS ; T4 – Tratamento 4 – 15 g kg⁻¹ de MBS; T5 – Tratamento 5 – 20 g kg⁻¹ de MBS ; T6 – Tratamento 6 – 25 g kg⁻¹ de MBS; T7 – Tratamento 7 – 30 g kg⁻¹ de MBS e T8 – Tratamento 8 – 40 g kg⁻¹ de MBS

Os valores das médias e diferenças significativas das análises físico-químicas estão apresentados na Tabela 2.

O pH do músculo do camarão cozido (*Litopenaeus vannamei*), variou de 6,68 a 7,04 e diferença significativa ($p < 0,05$), foi verificada entre os tratamentos. Esses valores são pouco inferiores àqueles encontrados no experimento de Martinez-Alvarez et al. (2009), que variou de 7,3 a 7,5 ao avaliarem o efeito de diferentes métodos de cocção sobre a qualidade do camarão (*Parapenaeus longirostris*), como o vapor e a água em ebulação, usando amostras sem e com tratamento com anti melanóticos, o MBS e uma fórmula à base de 4-hexilresorcinol. Mol e Turkmen (2010) encontraram valores bem maiores para o lagostim antes ($8,34 \pm 0,01$) e após o cozimento com MBS e ácido cítrico ($8,31 \pm 0,01$; $p < 0,05$).

Houveram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos para o teor de umidade e os valores médios variaram de 75,58 a 78,84. Sriket et al. (2007) constataram uma diferença significativa ($p\leq 0,05$), comparando as propriedades físico-químicas e térmicas de duas espécies de camarão o tigre *Penaeus monodon* e o camarão branco *Litopenaeus vannamei* cujos teores de umidade encontrados foram $80,47\pm 0,26$ e $77,21\pm 0,18\%$, respectivamente. Niannuy, Devahastine e Soponronnarit, (2008) compararam os teores de umidade com as mudanças físicas no camarão cru e cozido, em solução de NaCl e encontraram valores muito próximos, sendo o teor de umidade do camarão cru, em torno de 80% e no camarão cozido esse teor foi reduzido para 75% para 60 segundos de cozimento e, 72% para 420 segundos de cozimento. Avaliando a influência do tempo de cocção sobre as características do camarão, Costa e Hatoori (2014) verificaram que houve diferença significativa ($p\leq 0,05$) no teor da umidade, quando os tempos de cocção foram elevados, os valores decresceram de 74,58 para 69,70%. Waravichanee et al. (2009) ao analisarem o teor de umidade do camarão branco descascado *P.vannamei* cozido e tratado com cloreto de sódio e bicarbonato de sódio, observaram que não houve diferença significativa ($p>0,05$) obtendo valores que variaram de $70,52 \pm 0,03$ a $71,77 \pm 0,19\%$. Martinez-Alvarez et al. (2009) também obtiveram valores parecidos na avaliação de vários parâmetros na obtenção do camarão cozido por vários tratamentos, onde, no tratamento com metabissulfito de sódio seguido de cocção, encontraram valores de teor de umidade de $73,3 \pm 0,3\%$.

Em relação ao teor de cinzas, não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$), entre os tratamentos. Uma vez que não ocorreu variação na concentração de cloreto de sódio usado no experimento, o teor de cinzas também não variou (SANTOS et al., 2011). Os teores médios de cinzas, em todas as concentrações, corroboram com aqueles encontrados no experimento de Sriket et al., (2007) onde, para o camarão tigre *Penaeus monodon* o teor de cinzas foi de $0.95 \pm 0.01\%$ e o teor do camarão branco *Litopenaeus vannamei* de $1.47 \pm 0.10\%$, porém, teve uma diferença significativa entre os valores num nível de 95% de confiança.

Os teores de proteína bruta variaram de 19,33 a 22,83% e houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos. Os valores encontrados no experimento estão coerentes com outros autores; Mohan et al., (2006) encontraram teores de proteínas semelhantes que variaram de $21,74 \pm 1,09\%$ a $24,28 \pm 0,21\%$ (média \pm desvio padrão) para o camarão indiano da espécie *Feneropenaeus indicus*, na avaliação das características químicas, físicas e sensoriais, quando submetido à cocção e a tipos diferentes de embalagens.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) no teor de lipídeos entre os tratamentos, os quais variaram de 1,24 a 3,49. No filé cozido do camarão marinho, não foi ultrapassado o teor de 3,5%, fenômeno explicado por vários autores na literatura, inclusive pelos especialistas em segurança alimentar e nutricional que afirmam que o maior conteúdo de lipídeos em crustáceos encontra-se na região da cabeça, mais precisamente no hepato-pâncreas (SÁNCHEZ-CAMARGO et al., 2011). Sriket et al., (2007) obtiveram teores de lipídeos muito semelhantes ($1.30 \pm 0.09\%$) ao avaliarem o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* durante um processo térmico.

Tabela 2. Valores médios das propriedades físico-químicas do camarão marinho *L. vannamei*

Tratamento	pH	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)
T1	7,04 ^{ab}	75,64 ^e	1,51 ^a	22,39 ^a	1,65 ^{bc}
T2	7,05 ^{ab}	75,58 ^e	1,57 ^a	21,67 ^b	2,23 ^b
T3	6,93 ^{bc}	76,14 ^{de}	1,65 ^a	21,17 ^{bc}	3,38 ^a
T4	7,08 ^a	78,84 ^a	1,41 ^a	22,83 ^a	2,03 ^b
T5	6,84 ^{cd}	77,77 ^b	1,49 ^a	21,15 ^{bc}	1,24 ^c
T6	6,80 ^{cde}	77,49 ^b	1,59 ^a	20,57 ^d	1,77 ^{bc}
T7	6,72 ^{de}	76,81 ^{cd}	1,61 ^a	20,94 ^{cd}	1,34 ^c
T8	6,68 ^e	77,31 ^{bc}	1,71 ^a	19,33 ^e	3,49 ^a

cozido sem e com tratamento com MBS

Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença entre concentrações pelo teste de Tukey a 5%.. T1 – Tratamento 1 (Controle) ; T2 – Tratamento 2 – 5 g kg⁻¹ de MBS ; T3 – Tratamento 3 – 10 g kg⁻¹ de MBS ; T4 – Tratamento 4 – 15 g kg⁻¹ de MBS; T5 – Tratamento 5 – 20 g kg⁻¹ de MBS ; T6 – Tratamento 6 – 25 g kg⁻¹ de MBS; T7 – Tratamento 7 – 30 g kg⁻¹ de MBS e T8 – Tratamento 8 – 40 g kg⁻¹ de MBS

De posse do certificado de aprovação, sob o nº CAAE 37086814.1.0000.5188, emitido pelo Comitê de Ética do Centro de Ciência da Saúde, da Universidade Federal da Paraíba e junto à Plataforma Brasil e, a partir dos resultados obtidos da análise de teor residual de sulfitos, pelo método M-W, foram selecionados 4 tratamentos intercalados (1, 3, 5, 7), com valores médios que não ultrapassassem o limite permitido pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 1988), para a realização dos testes sensoriais.

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

O conjunto de julgadores, não treinados, pertencentes à população do IFPB campus Cabedelo, foi composto por estudantes, professores, técnicos e terceirizados. Dentre os 96 julgadores, 49 responderam ser do gênero masculino e 47 do feminino. A faixa etária variou entre 18 a 60 anos, onde as frequências por intervalos de idade foram de 58,33% dos 18 aos 30; 34,38% dos 31 aos 40; 4,17% dos 41 aos 50 e 3,13% dos 51 aos 60 anos. Em relação ao grau de escolaridade, 1,04%, 32,30%, 53,42% e 31,25% tinha ensinos fundamental, médio, superior e pós-graduação, respectivamente. Segundo o consumo de camarão, 2,10% consumia de 2 a 3 vezes por semana; 23,96% uma vez por semana; 23,96% uma vez por mês e 50,00% consumia camarão ocasionalmente. Quanto ao preparo do camarão, 83,33% consumia frito; 80,21% cozido; 37,50% assado; 17,71% cru e 21,88% no vapor. Nestas duas últimas questões, foi informado que os julgadores podiam marcar mais de uma opção.

Quanto ao grau de importância, a Figura 2 representa um histograma de frequência, com os reais motivos para o consumo de camarão, na população pesquisada. Para 32% dos julgadores, era importante o camarão ser um alimento saudável; 36% julgaram ser muitíssimo importante o sabor e 27 e 29% responderam que é importante a aparência e a segurança alimentar.

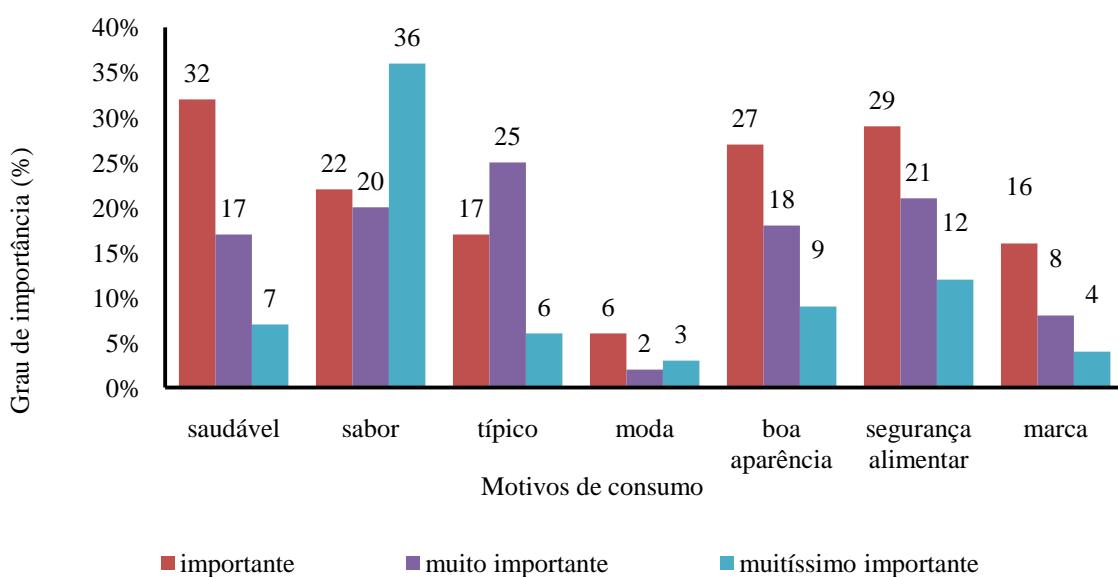


Figura 2. Histograma de frequência com motivos de consumo e grau de importância (%) do consumo de camarão

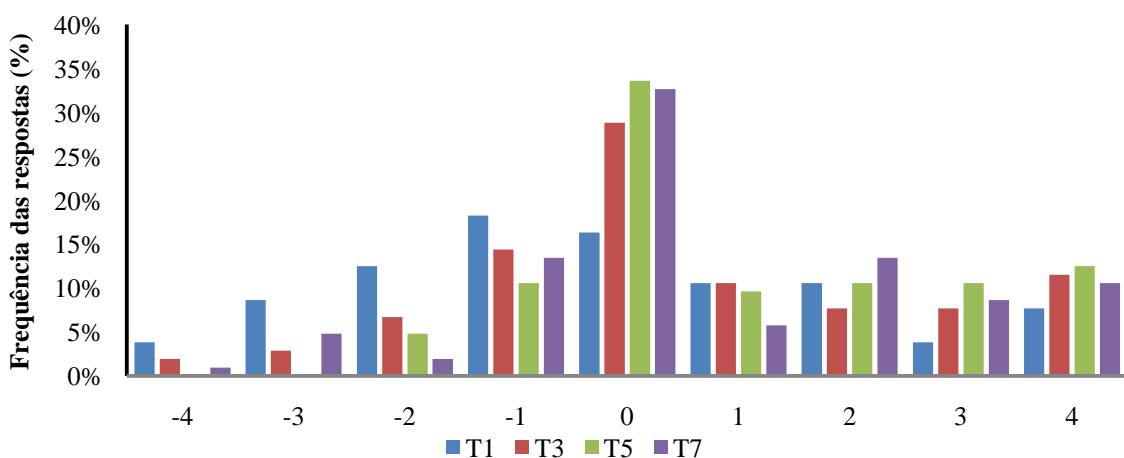
Os resultados do teste de escala do ideal, encontram-se nas figuras 3 e 4. Um atributo é considerado no nível ótimo, quando a frequência da resposta da escala do ideal, alcança um nível mínimo de 70%. O atributo não está no nível ótimo, quando 20% dos consumidores respondem nas categorias “mais que o ideal” e “menos que o ideal” (ABNT, NBR 14141, (1998) e Villegas, (2007)).

Neste caso, nenhuma amostra alcançou o nível de frequência maior que 70%, na figura 3, cor ideal. Contudo, observa-se que para as amostras de tratamentos 5 e 7, observou-se um nível menor que 20% para as categorias “menos que o ideal”, nas demais amostras, o limite de 20% foi ultrapassado para as categorias “mais que o ideal” e “menos que o ideal”.

A frequência da categoria “ideal” para a cor, foi crescente do tratamento T1 ao T7, variando de 16,32 a 32,64%, com o aumento da concentração de MBS. Porém, no tratamento T1, a frequência em relação à cor ideal, foi menor que para a categoria “ligeiramente menos que o ideal”, com 18,24% das respostas, concluindo-se que esta amostra não alcançou a idealidade da cor, e sim, a amostra 5, com 33,6% das respostas para a categoria “ideal”.

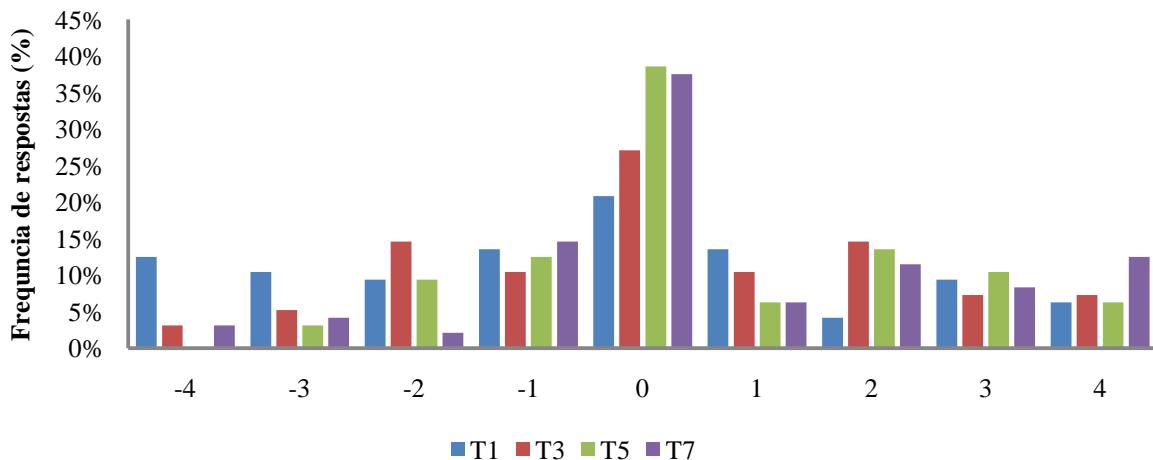
Já na figura 3, textura ideal, também não foram observadas frequências iguais ou maiores que 70% e nem menores que 20%, em nenhuma categoria. Porém, observou-se uma frequencia crescente, em relação à categoria “ideal” desde o tratamento T1 até o T5, de 19,2 a 35,52%, sendo este último tratamento de frequencia maior da categoria “ideal”.

Enfim, conclui-se pela frequência das repostas para a categoria “ideal” que para os atributos cor e textura, a idealidade encontra-se no tratamento T5.



Escala: 4 = extremamente mais que o ideal; 0 = ideal; -4 extremamente menos que o ideal

Figura 3. Histograma de frequência de respostas por categoria da escala do ideal para a cor, por tratamentos (Tratamento 1 (Controle) ; T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹ de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹ de MBS)



Escala: 4 = extremamente mais que o ideal; 0 = ideal; -4 extremamente menos que o ideal.

Figura 4. Histograma de frequência de respostas por categoria da escala do ideal para a textura por tratamentos, (Tratamento 1 (Controle) ; T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹ de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 – Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹ de MBS)

No teste de aceitação, Tabela 3., as médias variaram de 5,94, que ficou mais próxima à classificação de “gostei ligeiramente”, a 6,80 “gostei moderadamente”, para o atributo sabor de 5,30 “nem gostei, nem desgostei” a 7,00 “gostei moderadamente” para aparência, de 5,82 “gostei ligeiramente” a 7,00 “gostei moderadamente” e houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos 1 e 7 em relação ao sabor, em relação à aparência, 1 obteve a menor nota, 5,94, “gostei ligeiramente” e diferiu significativamente ($p<0,05$) das demais. Os tratamentos 3 e 5 estão entre as classificações “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” e, em relação à aceitação global, o tratamento 1 diferiu dos tratamentos T5 e T7. As menores médias obtidas, foram observadas para a amostra 1 (controle), em todos os parâmetros, indicando que o uso do MBS causou alterações desejáveis no camarão.

Tabela 3. Médias do teste de aceitação do filé de camarão cozido

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T3	T5	T7
Sabor	5,94 ^b	6,40 ^{ab}	6,74 ^{ab}	6,80 ^a
Aparência	5,30 ^b	6,72 ^a	7,00 ^a	6,80 ^a
Aceitação global	5,82 ^b	6,60 ^{ab}	6,90 ^a	7,00 ^a

Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre concentrações pelo teste de Tukey a 5%.. T1 – Tratamento 1 (Controle) ; T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹ de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 – Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹ de MBS

Os tratamentos 1; 3; 5 e 7, passaram por avaliações físicas, Tabela 4. No atributo cor, a cor L*, ou luminosidade, variou de 60,86 a 63,45, com diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos 5 e 7, indicando que foi detectada uma luminosidade alta nas amostras, pois sulfitos são potentes agentes redutores capazes de branquear as amostras (BONERBA et al. 2013); na cor a* ou intensidade do vermelho (+), variou de 12,95 a 17,43, com diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamento 1 e 5, 1 e 7 e, 3 e 5 e 3 e 7 a cor b* ou intensidade do amarelo, variou de 19,35 para 26,00 e ocorreu diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras. Todas as amostras apresentaram cores tendendo para o vermelho (a*) e para o amarelo (b*). Mallick et al., (2010) encontraram valores de a*, de $12,36\pm0,30$, $12,57\pm0,75$ e $13,66\pm0,30$ para o camarão processado para F0 5, 7 e 9, respectivamente. A mesma tendência também foi observada no caso do valor b* (azul ao amarelo). Queiroga et al. (2014) realizaram análise sensorial no camarão cozido com vários tratamentos e não encontraram diferença significativa ($p>0,05$) em relação às cores a* e b*, na amostra tratada com metabissulfito a 1%, com variações nos parâmetros de atmosfera modificada por 9 dias de sob refrigeração, no entanto, os autores encontraram diferença significativa ($p<0,05$) em relação à luminosidade, cor *L para as mesmas amostras.

Na textura, os valores da força de cisalhamento variaram de 16,76 a 23,66 e foi observada uma diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras 1 e 7. Martinez-Alvarez et al. (2009) verificaram que, lotes de camarão que foram tratados com agente sulfitantes, adquiriram maior força de cisalhamento, antes do cozimento. Todavia, após o cozimento, não foram detectadas diferenças significativas ($p>0,05$) em relação à textura nas mesmas amostras, porém todas tiveram valores altos de força de cisalhamento.

A capacidade de retenção de água não teve diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras e os valores não tiveram variação. Martinez-Alvarez et al. (2009) constataram que nem os métodos de cocção, nem os métodos de inibição de melanose, afetaram significativamente ($p<0,05$) a capacidade de retenção de água, a firmeza e a umidade dos camarões cozidos.

A atividade de água obteve valor menor no tratamento 1 e diferença significativa ($p<0,05$) entre este e os demais tratamentos e, em 3; 5 e 7, os valores se mantiveram constantes.

No rendimento na cocção, observou-se uma variação entre os valores dos tratamentos e diferença significativa ($p<0,05$), entre as amostras. Manheem et al. (2011) não encontraram

diferença significativa ($p<0,05$), em relação ao rendimento na cocção em amostras pré-cozidas com diferentes temperaturas alcançadas no núcleo do camarão.

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros físicos do filé de camarão cozido

	Tratamentos			
	T1	T3	T5	T7
Cor L*	63,07 ^{ab}	63,12 ^{ab}	60,86 ^b	63,45 ^a
Cor a*	12,95 ^b	13,06 ^b	17,43 ^a	16,09 ^a
Cor b*	19,35 ^c	21,64 ^{bc}	26,00 ^a	24,67 ^{ab}
Textura (N)	16,76 ^b	18,15 ^b	19,50 ^b	23,66 ^a
CRA (%)	99,45 ^a	99,39 ^a	99,53 ^a	98,45 ^a
Aa	0,96 ^b	0,98 ^a	0,98 ^a	0,98 ^a
RC (%)	65,05 ^a	55,95 ^{ab}	77,72 ^b	43,65 ^b

Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre concentrações pelo teste de Tukey a 5%.. T1 – Tratamento 1 (Controle) ; T3 – Tratamento 3 – 1 g kg⁻¹de MBS ; T5 – Tratamento 5 – 2 g kg⁻¹ de MBS ; T7 – Tratamento 7 – 3 g kg⁻¹de MBS

Os coeficientes de relação entre os atributos físicos e sensoriais, encontram-se nas tabelas 5 e 6. Na tabela 5, estão relacionados os valores dos atributos físicos, através das análises instrumentais com as médias obtidas no teste de escala do ideal, para o atributo cor. As correlações físicas positivas, ($p<0,05$), foram verificadas entre a cor a* e a atividade de água ($r= 0,9726$), bem como as cores a* e b*com a cor ideal ($r= 0,9809$; $r= 0,9505$). Estas correlações mostraram que os julgadores preferiram amostras com cores mais alaranjadas e úmidas. Houve correlação negativa ($p>0,05$) entre o rendimento na cocção e a cor ideal ($r= -0,9351$), quanto menor o rendimento na cocção, mais ideal foi a cor, segundo os julgadores.

Os coeficientes de correlação, entre os atributos físicos e a textura ideal, pelo teste de escala do ideal, encontram-se na Tabela 6. Não foram observadas correlações positivas e significativas, com $p<0,05$. Correlações negativas ($p<0,05$), foram observadas entre rendimento na cocção e textura ideal ($r= -0,9814$), mostrando que os julgadores estabeleceram como ideal, uma amostra com valor maior de força de cisalhamento e menor rendimento de cocção.

Tabela 5. Matriz de correlação de Pearson, r, entre valores das médias obtidas das análises físicas e da cor ideal do camarão marinho sem e com tratamento com MBS

Parâmetros	Cor L*	Cor a*	Cor b*	CRA	Aa	RC	Cor ideal
Cor L*	r	1	-0,3996	-0,5819	-0,5533	-0,2704	0,3742
	P		0,6003	0,4180	0,4466	0,7295	0,6557
Cor a*	r		1	0,9201	-0,3353	0,9726	-0,9521
	P			0,0798	0,6646	0,0273	0,0478
Cor b*	r			1	-0,3125	0,8040	-0,9705
	P				0,6874	0,1959	0,0294
CRA	r				1	-0,3126	0,4986
	P					0,6873	0,5013
Aa	r					1	-0,8679
	P						0,1320
RC	r						1
	P						0,0648
Cor ideal	r						1
	P						

CRA – Capacidade de retenção de água

Aa – Atividade de água

RC – Rendimento na cocção

Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson, r, entre valores das médias obtidas das análises físicas e da textura ideal do camarão marinho sem e com tratamento com MBS

Parâmetros	FC	CRA	Aa	RC	Textura ideal
FC	r	1	0,8955	0,6139	-0,8287
	P		0,1044	0,3860	0,1712
CRA	r		1	-0,3126	0,4986
	P			0,6873	0,5013
Aa	r			1	-0,8679
	P				0,1320
RC	r				1
	P				0,0185
Textura ideal	r				1
	P				

CRA – Capacidade de retenção de água

Aa – Atividade de água

RC – Rendimento na cocção

CONCLUSÃO

Os teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas do camarão marinho, estavam de acordo com os dados pesquisados na literatura e na legislação vigente.

Boas correlações foram obtidas entre as concentrações usadas de metabissulfito de sódio e o teor residual de SO₂, nas amostras de camarão marinho.

O metabissulfito de sódio exerceu influência significativa nas cores L*, a* e b*, na textura, na atividade de água e no rendimento da cocção.

Os julgadores estabeleceram que a cor e a textura ideais, ocorreram na amostra tratada com 20 g kg⁻¹ de metabissulfito de sódio com teor residual de sulfito de 0,025 g kg⁻¹, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

As correlações entre os parâmetros físicos obtidos nas análises instrumentais e sensoriais foram apontadas, pelos julgadores, nas amostras com cores mais alaranjadas, úmidas e com maior dureza.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba /campus Cabedelo.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14141: Escalas utilizadas, 1998.

ANDRADE, L. T. DE et al. Standardization of sodium metabisulfite solution concentrations and immersion time for farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Ciência Rural**. Santa Maria. p. 499–504, 2015.

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International, 17th ed. Arlington: AOAC, 937 p., 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução n.º 04, de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, p. 24716-24723, Jan. 1988.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 62 de 26 de agosto de 2003**, SEÇÃO 1, P.14, PUBLICADO NO DOU em Set. 2003.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução.**RDC nº 64, de 16 de setembro de 2008**. Publicado no D.O.U, Poder Executivo, Set. 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Seção 1,p. 59. Publicada no DOU nº 12, Dez. 2012.

BROOKMIRE, L., MALLIKARJUNAN, P., JAHNCKE, M., AND GRISSE, R.. Optimum Cooking Conditions for Shrimp and Atlantic Salmon. **Journal of Food Science** Vol. 78, nr. 2, 2013

BONERBA, E. et al. Analysis of the sulphite content in shrimps and prawns. **Italian Journal of Food Safety**, v. 2, n. i, p. 55–60, 2013.

COSTA, E. SANOS DA; HATTORI, G. Y. Influência do tempo de cozimento no rendimento do camarão *Macrobrachium amazonicum*. **XXIV congresso brasileiro de zootecnia**, p. 12–14, 2014.

DUAN, H. et al. Establishment of Fracturability Standard Reference Scale by Instrumental and Sensory Analysis of Chinese Food. **Journal of Texture Studies**, v. 45, p. 148–154, 2014.

FDA, Código Alimentar. 2009. Food and Drug Administration. US Public Health Service. College Park, Md .: US Departamento de Saúde e Serviços Humanos, Food and Drug Administration

FDA. Food and Drug Administration. 1998. Fish e Fisheries Products Hazards e Controls Guide. 2nd ed. Washington, D.C.: FDA, Office of Seafood. 276 p.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J.Biol. Chem.**, v.226, p.497–509, 1957.

GÓES, L. M. N. D. B.; USO. **Uso do metabissulfito de sódio na pós-colheita do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**.[s.l.] UFRPE, 2005.

- HILLERY, B. R. et al. Optimized Monier-Williams method for determination of sulfites in foods: collaborative study. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v.72, n.3, p. 470-475, 1989.
- HOFFMANN, K. Neus übes die bestimung der wasserbinding des nut hilf ilterpaperpremethods. **Fleishwirtsch**, 62, 87- 94, 1982
- HUANG, H. H. et al. Immune response of *Litopenaeus vannamei* after infection with *Vibrio harveyi*. **Aquaculture**, v. 406-407, p. 115–120, 2013.
- IRIANTO, H. E.; GIYATMI. Post Harvest Technology of Shrimp: Review os Indonesian Experience. **Journal of Aquatic Food Post Harvest Technology of Shrimp**, v. 6, n 1, p. 37–41, Jun. 2013.
- LOVATTO MT; BISOGNIN DA; TREPTOW RO; STORCK L; GNOCATO FS; MORIN JUNIOR G. Processamento mínimo de tubérculos de batata de baixo valor comercial. **Horticultura Brasileira**. v. 30, p. 258-265, 2012.
- MANHEEM, K. et al. The effect of heating conditions on polyphenol oxidase, proteases and melanosis in pre-cooked Pacific white shrimp during refrigerated storage. **Food Chemistry**. v. 131, p. 1370-1375, Out. 2011.
- MALLICK, A. K. et al. Changes in instrumental and sensory properties of indian white shrimp in curry medium during retort pouch processing at different F0 values. V. 41, p. 611-632, Abr. 2010.
- QUEIROGA, I. M. B. N. et al. Qualidade sensorial do camarão *Litopenaeus vannamei* congelado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1801, 2014.
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, O. et al. The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with different melanosis-inhibiting formulas. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1335–1344, 2009.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. 3rd ed. Boca Raton: **CRC Press**, 281p. 1991

MOHAN, C. O. et al. Effect of thermal process time on quality of “Shrimp Kuruma” in retortable pouches and aluminum cans. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, p. 496–500, 2006.

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, Abril, 2010.

MOURA, O. M. Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne rã-touro e perfil das indústrias de abate. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

NIAMNUY, C.; DEVAHASTIN, S.; SOPONRONNARIT, S. Changes in protein compositions and their effects on physical changes of shrimp during boiling in salt solution. **Food Chemistry**, v. 108, p. 165–175, 2008.

SÁNCHEZ-CAMARGO, A. P. et al. Supercritical CO₂ extraction of lipids and astaxanthin from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). **Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, p. 164–173, 2011.

SANTOS, F. L.; AZEREDO, V. B.; MARTINS, A S. A. Efeito do fornecimento de ração complementada com semente de linhaça sobre os macronutrientes e colesterol em tecidos de camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 4, p. 851-855, 2008.

SANTOS, R. M. et al. Avaliação Físico-Química e Nutricional do Macrobrachium Olfessi sob as formas In Natura e salgado cozido. **Scientia Plena**, v. 7, p. 1–4, 2011.

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

STATSOFT, Statistica (software para windows 10). Versão 10.0. Tulsa: Statsoft; 2010.

TAHIM, E. F. A Carcinicultura do Nordeste Brasileiro e sua Inserção em Cadeias Globais de Produção :foco nos APLs do Ceará. [s.d.].

European Union Directive. Regulation (EC) nº 1333/2008 of the European Parliament and of the Council. OJ L 354, 31.12.2008, p. 16. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:en:PDF>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

VIEIRA, K. P. B. A.; GÓES P. P.; BARROS, M. M. N.; GALVEZ, A. O.; MENDE, E. S. Influência do aquecimento sobre diferentes métodos de titulação de SO₂ residual em camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 83-88, 2008.

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

WARAVICHANEE LOPKULKIAERT, KRISANA PAOATSORNWATTANA, V. R. Effects of sodium bicarbonate containing traces of citric acid in combination with sodium chloride on yield and some properties of white shrimp (*Penaeus vannamei*) frozen by shelf freezing, air-blast and cryogenic freezing. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 3, p. 768–776, 2009.

WU, D. et al. Rapid prediction of moisture content of dehydrated prawns using online hyperspectral imaging system. **Analytica Chimica Acta**, v. 726, p. 57–66, 2012.

5 CONCLUSÕES

Os teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, do camarão marinho, estavam dentro dos padrões normais, de acordo com os dados pesquisados na literatura e na legislação vigente.

Boas correlações foram obtidas entre as concentrações usadas de metabissulfito de sódio e o teor residual de SO₂, nas amostras de camarão marinho.

O metabissulfito de sódio exerceu influência significativa nas cores L*, a* e b*, na textura, na atividade de água e no rendimento da cocção.

Os julgadores estabeleceram que a cor e a textura ideais, ocorreram na amostra tratada com 20 g kg⁻¹ de metabissulfito de sódio com teor residual de sulfito de 0,025 g kg⁻¹, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

As correlações entre os parâmetros físicos obtidos nas análises instrumentais e sensoriais foram apontadas, pelos julgadores, nas amostras com cores mais alaranjadas, úmidas e com maior dureza.

ANEXOS

ANEXO A – Certidão provisória de aprovação do projeto emitida pelo Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

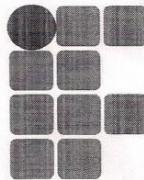
C E R T I D Ã O

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 10ª Reunião realizada no dia 23/10/2014, o Projeto de pesquisa intitulado: “**INFLUÊNCIA DO TEOR RESIDUAL DE SO2 SOBRE A TEXTURA DO MÚSCULO COMESTÍVEL COZIDO DO CAMARÃO MARINHO (LITOPENAEUS VANNAMEI)**”, da Pesquisadora Lanietti Galiza Gama. Protocolo 0553/14. CAAE: 37086814.1.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do resumo do estudo proposto à apreciação do Comitê.

Andrea M. L. Lima
Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SHAPE 1117510
Secretaria do CEP-CCS-UFPB

ANEXO B – Carta de anuênciia emitida pelo IFPB campus Cabedelo



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PARAÍBA
Campus Cabedelo

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA

Campus Cabedelo

CARTA DE ANUÊNCIA

Pelo presente documento, o Laboratório de Tecnologia e Análises de Pescados, sediado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus Cabedelo Brasil*, CEP: 58310-000, inscrita no CNPJ de nº 10.783.898/0010-66, representado pela Professora Turla Ângela Alquete de Arreguy Baptista, declara, que a discente de Mestrado, Lenietti Galiza Gama, matriculada regularmente sob o nº 2013105200 no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, está autorizada a executar seu projeto de pesquisa intitulado: *Influência do teor residual de SO₂ sobre a textura do músculo comestível cozido do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*)*.

Cabedelo, 22 de Agosto de 2014.

Turla Ângela Alquete de Arreguy Baptista

Diretora de Ensino – Campus Cabedelo

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultados das análises microbiológicas no camarão marinho *L. vannamei* cozido

	Coliformes a 35ºC NMP/g	Coliformes a 45ºC NMP/g	Staphylococcus aureus coagulase positiva UFC/g	Pesquisa de Salmonella
T1	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T2	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T3	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T4	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T5	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T6	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T7	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência
T8	<0,3	<0,3	<0,3	Ausência

NMP – Número mais Provável

UFC – Unidade Formadora de Colônia

APÊNDICE B – Questionário de recrutamento para análise sensorial de filé de camarão cozido



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 CENTRO DE TÉCNOLOGIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
 ALIMENTOS
 MESTRANDA: Lenietti Galiza Gama

Questionário de recrutamento para análise sensorial de filé de camarão cozido

Nome: _____ Telefone: _____

E-mail: _____

Perguntas:

1. Faixa etária:

() 18-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60 () acima de 61

2. Gênero:

() Feminino () Masculino

3. Grau de escolaridade:

() Ensino Fundamental () Ensino Médio

() Ensino Superior () Pós-Graduação

4. Você é fumante?

() Sim () Não

5. Você consome camarão?

() Sim () Não

6. Com que freqüência você consome?

() 2 a 3 vezes por semana () 1 vez por semana

() 1 vez por mês () Ocasionalmente

7. De que forma você consome o camarão?

() frito () assado

() cozido () cru

() no vapor

8. Qual real motivo de você consumir camarão?

	Importante	Muito importante	Muitíssimo importante
Porque é saudável			
Porque é saboroso			
Porque é típico			
Porque está na moda			
Porque tem boa aparência			
Porque tem segurança alimentar			
Por causa da marca			

9. Você está tomando alguma medicação que afete os sentidos, principalmente o olfato e o paladar?

() sim () não Qual? _____

10. Você pode consumir alimentos salgados?

() sim () não

11. Indique se você possui:

- () Alergia a crustáceos () Hipertensão
 () Doença crônica das vias nasais superiores
 () Outra doença. Qual? _____

Obrigada pela sua participação!

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre a **Influência do teor residual de SO₂ sobre a textura do músculo comestível cozido do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*)** e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Lenietti Galiza Gama aluna do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof **Dr. José Marcelino de O. Cavalheiro**

Os objetivos do estudo são realizar as análises físico-químicas, microbiológicas e físicas no camarão marinho cozido sem e com tratamentos por agentes sulfitanos; Verificar a concentração de sulfito no músculo comestível do camarão para cada concentração de metabissulfito de sódio ensaiada, correlacionando os mesmos aos valores de força de cisalhamento encontrados para tais concentrações; E relacionar os valores obtidos de força de cisalhamento, cor, pH, CRA (capacidade de retenção de água), RC (rendimento na cocção), teor de sulfito residual, com os resultados da análise sensorial.

A finalidade deste trabalho é contribuir para a Tecnologia do Pescado, uma vez que gerará informações que ainda são escassas na área, oferecendo dados que permitem identificar por meio da textura, se agentes sulfitanos foram adicionados na quantidade adequada de modo a garantir um produto de qualidade ao consumidor.

Solicitamos a sua colaboração para a realização das etapas de degustações, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de alimentos e publicar em revistas científicas. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo.

Informamos que as amostras dessa pesquisa foram atestadas quanto à sua qualidade microbiológica, bem como a sua composição química para garantir os teores, principalmente quanto ao nível do aditivo usado para que não ultrapasse o valor permitido pela legislação brasileira que dispõe sobre o uso de aditivos alimentares intencionais e coadjuvantes de tecnologia, a RESOLUÇÃO CNS/MS N.^o 04, DE 24 DE NOVEMBRO DE 1988 e sendo atualizada pela Anvisa de acordo com o avanço dos

conhecimentos científicos e tecnológicos, garantindo assim que os produtos dessa pesquisa não oferecerão riscos previsíveis, para a sua saúde.

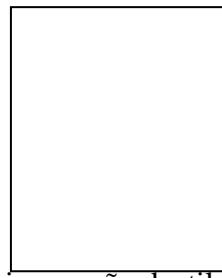
Avisamos que só poderão participar dessa pesquisa, provadores que não apresentem nenhum histórico de alergia aos produtos que serão provados, sendo estes compostos apenas por camarão marinho, sal, além do aditivo mencionado mais acima. Esse procedimento visa minimizar os riscos eventuais que possam acometer os provadores. Caso o provador apresente alguma alergia/intolerância a um dos produtos estudados são riscos eventuais: urticária, angiodemas, asma e quadros de anafilaxia (PEREIRA et al., 2008).

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (*se for o caso*).

Os pesquisadores estarão à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa ou Responsável Legal



Espaço para impressão dactiloscópica

Assinatura da Testemunha

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora Lenietti Galiza Gama

Endereço (Setor de Trabalho): Coordenação de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos – Centro de Tecnologia – UFPB/ campus I

Telefone: (83) 9996 0620

Email: letta.galiza@gmail.com

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB

☎ (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.