

SUZANA MARIA CAVALCANTE DOS SANTOS

**ANÁLISE DO TEOR RESIDUAL DE SO₂ NA RECEPÇÃO DE
CAMARÃO EM UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE PESCADO DE
RECIFE-PE**

**GARANHUNS – PE
2019**

SUZANA MARIA CAVALCANTE DOS SANTOS

**ANÁLISE DO TEOR RESIDUAL DE SO₂ NA RECEPÇÃO DE
CAMARÃO EM UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE PESCADO DE
RECIFE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Medicina Veterinária da Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de graduação em Medicina Veterinária.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos Pinheiro Franque.

**GARANHUNS – PE
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

S237a Santos, Suzana Maria Cavalcante dos

Análise do teor residual de SO₂ na recepção de camarão em unidade de beneficiamento de pescado de Recife - PE / Suzana Maria Cavalcante dos Santos. - 2019.

55 f. : il.

Orientador(a): Marcos Pinheiro Franque
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Medicina Veterinária, Garanhuns, BR-PE, 2019.

Inclui referências

1. Camarão 2. Sulfitos 3. Dióxido de enxofre I. Franque, Marcos Pinheiro, orient. II. Título

CDD 639.543

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DO TEOR RESIDUAL DE SO₂ NA RECEPÇÃO DE
CAMARÃO EM UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE PESCADO DE
RECIFE-PE**

Trabalho de conclusão de curso elaborado por:

-
SUZANA MARIA CAVALCANTE DOS SANTOS

Aprovada em 07/02/2019

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos Pinheiro Franque
Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE

Profa. Dra. Anamélia Salles de Assis
Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE

Taylane de Almeida Pereira
Médica Veterinária Autônoma



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS**

IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

I. ESTAGIÁRIA

NOME: Suzana Maria Cavalcante dos Santos MATRÍCULA Nº: 097.800.794-83

CURSO: Medicina Veterinária PERÍODO LETIVO: 2018.2

ENDEREÇO PARA CONTATO: Rua Joaquim Tenório Cavalcante, 134, Boa Vista,
Arcoverde-PE.

FONE: (87) 99612-0963

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos Pinheiro Franque

SUPERVISOR: Simone Maria Floro dos Anjos

FORMAÇÃO: Médica Veterinária

II. EMPRESA/INSTITUIÇÃO

NOME: Blanke Indústria de Pescados LTDA.

ENDEREÇO: Rua Historiador Luis do Nascimento, 450, Várzea.

CIDADE: Recife ESTADO: Pernambuco

CEP: 50950-200

FONE: (81) 2138-9100

III. FREQUÊNCIA

INÍCIO E TÉRMINO DO ESTÁGIO: 17/09/2018 a 29/11/2018

TOTAL DE HORAS ESTAGIADAS: 405 horas

AGRADECIMENTOS

Ao longo de minha vida acadêmica, e época que a precede, alguns nomes merecem ser citados, lembrados e saudados por suas contribuições, diretas e indiretas, nessa caminhada.

Agradeço a minha família (Maria José e Oscar, meus pais, e irmã Hosana Cavalcante), que mesmo inicialmente sem acreditar nessa possibilidade tão distante a pessoas como nós, ainda sim, apoiaram das formas possíveis para que isso pudesse estar sendo concretizado hoje. Obrigada por serem meu orgulho e principal inspiração.

Aos meus colegas de curso e trajetória acadêmica, Priscilla Borges, Hellen Almeida, Poliana Nunes, Gorete Barros, Wallésia Oliveira, Dária Carla, Karlla Keyla, Sabrina Raquel, Amanda Guedes, Ana Claudia, Juliana Gomes, em especial a Marcelo Lira, meu companheiro de jornada acadêmica ao longo de todos esses anos, destilo a minha gratidão pelos momentos vividos, ajudas cedidas e soluções para os desafios cotidianos. Desejo-lhes todo o sucesso possível em qualquer caminho que desejem trilhar.

À Dayanne Barbosa, Júlia Araújo, João Paulo Rosas, Andréia Monteiro, deixo minha gratidão pela amizade de anos, em especial a Wellington Grein por sua amizade, dedicação, incentivo, inspiração, companhia e se fazer presente mesmo a quase 3.000 km de distância.

À Eurides Cordeiro, Isis Morgana, Simone Floro presto meus agradecimentos pelo conhecimento, paciência, altruísmo e momentos de descontração durante as 405 horas que passamos juntos, em especial, ao meu colega de trabalho Luan Aleksander Silva por aquecer os dias gélidos com seu bom humor, criatividade, energia e dedicação. Coragem, sucesso e evolução sempre.

À Profª. Dra. Elizabete Rodrigues, pelo incentivo, mão amiga e boas palavras nos momentos, iniciais e finais, quando mais precisei.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Pinheiro Franque, por ter instigado e guiado a realização desse trabalho e pelas palavras ditas que, com certeza, sempre serão lembradas ao longo da vida e trajetória profissional que ainda irei trilhar.

Meus agradecimentos à direção da Noronha Pescados pela oportunidade dada, não só para a realização desse trabalho, mas também pela experiência profissional e de vida que com certeza foram relevantes para minha formação.

“Quem deseja aprender a voar deve primeiro aprender a caminhar, a correr, a escalar e a dançar. Não se aprende a voar voando.”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

O pescado é um alimento de origem animal de rápida deterioração e dentre as diferentes espécies, o camarão apresenta maior velocidade de deterioração. Por essa razão, o metabisulfito de sódio é um conservante amplamente utilizado na carcinicultura, com intuito de evitar a melanose em camarões após a captura. Contudo, o produto final tem que chegar ao mercado consumidor com valor residual máximo para SO₂ estabelecido em legislação de 100ppm em camarão cru e 30ppm em camarão cozido. Neste sentido, a realização deste trabalho teve o objetivo de analisar o teor residual de SO₂ em camarões recebidos em unidade de beneficiamento de pescado de Recife. Para tanto, no período de 17 de setembro a 29 de novembro de 2018, foi determinado o teor residual de SO₂ em 26 amostras de lotes de camarão coletadas na recepção da indústria. Os lotes eram oriundos dos estados do Ceará (02/26), Pará (04/26), Paraíba (03/26), Pernambuco (06/26) e Rio Grande do Norte (11/26). Ainda, das 26 amostras de lote, 19 eram camarão cinza, quatro de camarão rosa com casca e três de camarão rosa descascado e pré-cozido. Nas amostras analisadas, o teor residual de SO₂ variou de 6,4 a 115,3 ppm, com a observação de 11,53% das amostras acima do limite estabelecido para consumo, porém, ainda seriam processados pela indústria. As amostras de camarão rosa com casca tiveram média de SO₂ de 59,74 ppm, seguido do camarão rosa descascado pré-cozido 24,02 ppm e camarão cinza fresco de 32,02 ppm. As amostras de camarão que tiveram maior teor residual médio de SO₂ fora as oriundas do estado do Rio Grande do Norte, com média de 49,34 ppm e duas acima de 100ppm. Além dessas, uma amostra oriunda do Pará estava acima de 30ppm, que é o limite para consumo do produto cozido. Por outro lado, 52,2% (12/23) das amostras de camarão cru tiveram resultados abaixo de 20ppm o que pode colocar em risco a qualidade da conservação do camarão a ser recebido e processado pela indústria. Deste modo, é possível concluir que não há padronização ou controle do uso do conservante metabisulfito de sódio pelos fornecedores de camarão, o que exige um constante monitoramento do teor residual de SO₂ na recepção do estabelecimento industrial para evitar perdas econômicas decorrentes da deterioração do produto, e garantir, ao mesmo tempo, a qualidade e a segurança do camarão que será processado e comercializado pela indústria e consumido pela população.

Palavras-chave: Aditivos, sulfitos, *Litopenaeus vannamei*, camarão rosa.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização da Blanke Indústria de Pescados LTDA.....	13
Figura 2. Recepção do pescado. A- Matéria prima sendo recepcionada e encaminhada a câmara de espera; B- Camarão ainda dentro de caminhão sendo coletado para análises.....	15
Figura 3. Salão de produção. A- Processamento do camarão; B-Processo de filetagem manual e mecânica do salmão.....	16
Figura 4. Análise de parasitos com auxílio de luz negra.....	17
Figura 5. Embandejamento do camarão para congelamento.....	17
Figura 6. Glaciamento. A- A- Imagem de filé durante o processo de glaciamento; B- Filé com <i>glazing</i> ; C- Filé sem <i>glazing</i>	18
Figura 7. Produto sendo avaliado quanto ao seu peso e índice de glaciamento. A- Produto sendo pesado com embalagem; B- Sem embalagem e com <i>glazing</i> ; C- Tendo seu glaciamento retirado; D- Passando por processo de gotejamento; E- Pesado sem <i>glazing</i>	19
Figura 8. Pesagem e embalagem do pescado.....	20
Figura 9. Camarão rosa apresentando melanose. A- Melanose em exopodito e endopodito do urópodo; B- Melanose na base dos pléopodos e pereiópodos.....	30
Figura 10. Representação esquemática da decomposição do metabissulfito de sódio na natureza.....	35
Figura 11. Aparatos para Monier-Williams. A- Modificações da AOAC em 1984; B- Modificações por Tanner.....	38
Figura 12. Aparatos para realização de Monier-Williams. A- Descrito pela OAOAC em FDA (2019); B- Descrito por Adolfo Lutz (2008).....	40
Figura 13. Método descrito por Instituto Adolfo Lutz com adaptações para camarão pela UFPE.....	41
Figura 14. Processamento das amostras. A- Amostra de camarão com 50g; B- Medição e adição de reagentes a amostra; C- Processo de destilação; D- Amostra em ebulição em balão redondo; F- Solução no <i>erlenmeyer</i> que recebeu o gás destilado após a titulação na cor verde.....	45
Figura 15. Teor residual médio de SO ₂ , em ppm, por tipo de camarão analisado na etapa de recepção em unidade de beneficiamento de Recife-PE.....	47

Figura 16. Teor residual médio de SO₂(ppm) por local de origem, na etapa de recepção de camarão em unidade de beneficiamento de Recife-PE..... 48

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Temperatura dos setores na Blanke Indústria de Pescados LTDA.....	21
Tabela 2. Fontes de dióxido de enxofre e seus respectivos conteúdos de SO ₂ ativo.....	32
Tabela 3. Teor residual de dióxido de enxofre (SO ₂) em amostras (n=26) de camarão na etapa de recepção em unidade de beneficiamento de pescado de Recife-PE.....	46

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Critérios microbiológicos para camarão fresco, resfriado, parcialmente cozido e congelado.....	28
Quadro 2. Critérios microbiológicos para camarão cozido congelado.....	28

SUMÁRIO

	Página
Capítulo I - Descrição do local de estágio e atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório.....	13
Capítulo II – Análise do teor residual de SO ₂ em camarão durante recepção em unidade de beneficiamento de pescado.....	23
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1 Controle de qualidade do camarão.....	25
2.2 Aspectos gerais da deterioração do camarão	28
2.3 Melanose em camarão.....	29
2.4 Importância do uso de agentes sulfitantes em camarão.....	31
2.5 Riscos à saúde pelo emprego de agentes sulfitantes em camarão.....	32
2.6 Impactos ambientais do uso de sulfitos em camarão.....	34
2.7 Legislação aplicada ao emprego de metabissulfito no Brasil.....	35
2.8 Principais métodos de análise para detecção de sulfitos em camarão.....	37
2.8.1 Método Monier-Williams	37
2.8.2 Modificações do método Monier-Williams	38
2.9 Principais estudos realizados sobre uso de conservante em camarão no Brasil.....	42
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1 Amostragem.....	44
3.2 Determinação do teor residual de dióxido de enxofre das amostras.....	44
3.3 Análise dos dados.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5 CONCLUSÃO.....	51
6 REFERÊNCIAS.....	52

CAPITULO I – DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

1- LOCAL DO ESTÁGIO E SUAS CARACTERÍSTICAS

O Estágio Supervisionado Obrigatório foi realizado na Blanke Indústria de Pescados LTDA., no período de 17 de setembro a 29 de novembro de 2018, com duração total de 405 horas. Durante esse período foi realizado o acompanhamento de todos os processos que envolvem o controle de qualidade da empresa. Sob a supervisão da Médica Veterinária Simone Maria Floro dos Anjos, Coordenadora do Setor de qualidade e orientação do professor Dr. Marcos Pinheiro Franque da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns.

A Blanke Indústria de Pescados LTDA., está situada no bairro da Várzea (Figura 1), da cidade do Recife-PE e pode ser, de acordo com o Decreto Nº 9.013, de 29 de março de 2017 que dispõe sobre o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), classificada como unidade de beneficiamento de pescado (BRASIL, 2017). A empresa conta com mais de 200 colaboradores possuindo área sócio-administrativa, área de produção e área de serviço.



Figura 1. Localização da Blanke Indústria de Pescados LTDA. Fonte: Google Maps.

A empresa atua há 50 anos no mercado beneficiando pescado para marcas como Noronha Pescados e Pescados Swift, produzindo e comercializando peixes, moluscos e crustáceos. Possui Serviço de Inspeção Federal (SIF) estando apta a atender não só o mercado interno, assim como, o mercado externo.

O Controle de Qualidade é coordenado por uma Responsável Técnica (RT), também sendo composto por uma supervisora e auxiliares responsáveis pelo monitoramento dos

setores de produção como beneficiamento de camarão, beneficiamento de peixes, embalagem e das análises químicas do pescado.

Quanto aos programas de autocontrole, a empresa, segue medidas de acordo com programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimento Padrão de Procedimento Operacional (PPHO) e Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) que respeitam a legislação vigente e são diariamente supervisionadas e asseguradas por técnicos do setor de controle de qualidade, sob avaliação final dos auditores federais.

2 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o estágio na empresa foi possível acompanhar e participar do controle de qualidade nos diversos setores que a empresa possui e fases dos produtos na mesma. Dessa forma, foi possível conhecer todos os procedimentos necessários para garantir a qualidade do produto de sua recepção até expedição.

2.1 Recepção do pescado

Todo pescado recepcionado, antes de ser encaminhado para o seu devido processamento, é avaliado pelo setor de qualidade (Figura 2). Isso ocorre inicialmente pela avaliação do pescado ainda no caminhão, quanto a sua temperatura e condições de higiene do caminhão, sendo essas informações importantes para garantir que o pescado foi transportado em condições ideais, está apto para o processamento e venham a ser, após este, um alimento seguro ao consumidor. Produtos em caixas são inspecionados quanto a integridade, limpeza e demais conformidade destas. Também são coletadas informações relacionadas à sua procedência, de importância para cada tipo de pescado para seu registro e adequada rastreabilidade.



Figura 2. Recepção do pescado. A- Matéria prima sendo recepcionada e encaminhada a câmara de espera; B- Camarão ainda dentro de caminhão sendo coletado para análises. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Quanto à avaliação da identidade e qualidade do produto durante a recepção, foram avaliadas características organolépticas como odor, sabor e textura e aspectos em guelras, olhos, integridade e firmeza de pele, presença e quantidade de muco e possíveis lesões.

Na recepção do camarão, além de análises sensoriais e biometria, são observados aspectos gerais como: fase de muda, quantidade de camarões quebrados, presença de melanose, cabeça vermelha e sem cabeça. É analisado também, o teor residual do dióxido de enxofre, proveniente do uso de metabissulfito de sódio na despesca. Após todas as avaliações e análises, o pescado, é encaminhado à câmara de espera onde permanece até que seu processamento no salão de produção seja iniciado.

2.2 Salão de produção

No salão de produção ocorre o processamento do pescado em suas linhas específicas. Mesmo com a manipulação para o beneficiamento do produto, tomam-se os devidos cuidados para preservar a qualidade, assim como um produto com aspecto agradável.

Durante o estágio, no salão de produção foi possível acompanhar a auxiliar do setor de qualidade responsável pelo monitoramento do processamento do camarão, bem como da auxiliar responsável pelo monitoramento no processamento de peixes. Na linha de produção do camarão (Figura 3), depois de observado os aspectos gerais na hora da recepção, um dos pontos críticos nessa etapa é o controle da temperatura. Por ser beneficiada manualmente, a matéria prima fica propensa a ganhar calor, aumentando assim sua temperatura. Esse controle é feito a cada 20 minutos através de termômetro tipo espeto nos camarões e na água. Se a temperatura ultrapassasse 5,0 °C, as medidas corretivas eram aplicadas.

Na linha de peixes, além da temperatura, por parte do beneficiamento ser manual, outros aspectos como eficiência dos processos de filetagem é observado.



Figura 3. Salão de produção. A- Processamento do camarão; B- Processo de filetagem manual e mecânica do salmão. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Assim, há um constante monitoramento por parte do controle de qualidade desse setor, da presença e ausência de pele, couro, espinha e parasitos. A análise quanto à presença ou não de parasitos é feita com auxílio da mesa de luz branca e na sala com luz negra (Figura 4).



Figura 4. Análise de parasitos com auxílio de luz negra. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

2.3 Túnel de Congelamento

O pescado normalmente é colocado em bandejas (Figura 5) e submetido a congelamento rápido no túnel. Os túneis ficam em temperatura máxima de -20°C e o pescado permanece lá até atingir seu completo congelamento.



Figura 5. Embandejamento do camarão para congelamento. Fonte: Arquivo pessoal (2018)

2.4 Glaciamento e teste de desglaciamento do pescado

Antes de serem embalados, alguns produtos passam pelo processo de glaciamento (Figura 6). O glaciamento consiste na aplicação de água, adicionada ou não de aditivos, sobre a superfície do peixe congelado, formando-se uma camada protetora de gelo para evitar a oxidação e a desidratação. De acordo com a Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a o limite máximo para o glaciamento de peixe congelado e de 12% e 20% para crustáceos e moluscos, de acordo com o Ofício Circular GA/DIPOA MAPA nº 26, de 19 de agosto de 2010, que estabelece o limite máximo de glaciamento em pescado congelado. Esse peso, do produto glaciado, devendo ser compensado, evitando assim que o consumidor final seja lesado na hora da compra (BRASIL,2010; BRASIL, 2017).

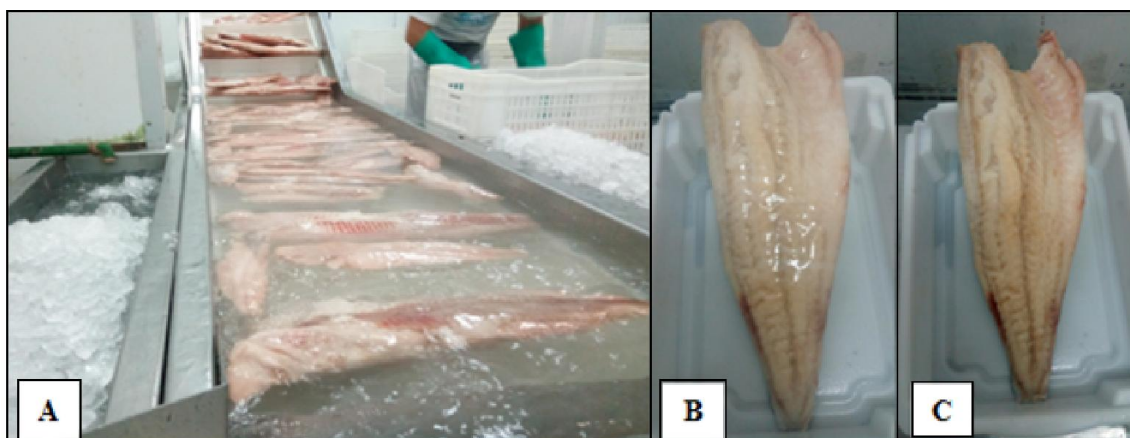


Figura 6. Glaciamento. A- Imagem de filé durante o processo de glaciamento; B- Filé com *glazing*; C- Filé sem *glazing*. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Amostras do produto final são selecionadas aleatoriamente para as análises. O produto é individualmente pesado com embalagem primária (peso bruto), sem a embalagem primária com glaciamento e após o seu desglaciamento. Através desse procedimento é possível estimar o índice de glaciamento do lote que está em processamento (Figura 7).



Figura 7. Produto sendo avaliado quanto ao seu peso e índice de glaciamento. A- Produto sendo pesado com embalagem; B- Sem embalagem e com *glazing*; C- Tendo seu glaciamento retirado; D- Passando por processo de gotejamento; E- Pesado sem *glazing*. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

2.4 Setor de embalagem

No setor de embalagem, foi possível acompanhar as atividades da auxiliar do controle de qualidade responsável pelo monitoramento deste. Os objetivos principais nessa fase é garantir que as embalagens estão conforme quanto às informações do produto, peso, quantidades e também índice de glaciamento. Os produtos eram pesados, embalados, selados e passados, através de esteira, pelo detector de metais antes de alocados em embalagens secundárias (Figura 8).

Também é feito o controle final do produto, através da seleção, aleatória, de caixas de produtos, prontas para serem expedidas com o intuito de avaliar peso e conformidades das

embalagens. Nas embalagens, tanto primárias como secundárias, é avaliado se peso, data de fabricação e validade, espécie, lote e Tabela nutricional correspondem ao conteúdo da embalagem. Avaliando também se estão, íntegras, limpas e certificando-se que estão bem seladas. Depois de embaladas, as caixas são dispostas em pallets e encaminhadas às câmaras de refrigeração, esperando para a expedição.



Figura 8. Pesagem e embalagem do pescado. Fonte: Arquivo pessoal (2018)

2.5 Expedição

Para evitar que o produto permaneça por muito tempo, a empresa segue o método de valorização de estoque “Primeiro que Entra é o Primeiro que Sai” (PEPS), também conhecido como “First in, First Out” (FIFO). A expedição funciona por caminhões frigoríficos, com temperatura máxima de -18°C , que garante assim que produto chegue ao mercado em boas condições. Nesta etapa feito o monitoramento não só da temperatura, como também da vedação e limpeza destes.

2.5 Outras atividades realizadas na rotina

2.5.1 Controle de temperatura

A temperatura dos locais em uma empresa que manipula o pescado é de total importância, e ajudam assim, na conservação da qualidade desse produto em todas as suas

etapas de beneficiamento. A temperatura, na Blanke Indústria de pescados LTDA, é monitorada em todos os ambientes da empresa onde matéria prima, produto e resíduos venham a passar ou permanecer (Tabela 1). A cada 2 horas, iniciando de 07:00 e a última sendo as 15:00, essas informações eram anotadas em planilhas e sob o sinal de qualquer anormalidade, o serviço de manutenção era acionado para que a correção fosse feita.

Tabela1. Controle de temperatura dos setores na Blanke Indústria de Pescados LTDA.

Setor	Temperatura
Recepção	Máx. 25°C
Câmara de espera	Máx. 15°C
Salão de produção	Máx. 19°C
Túneis de congelamento	Máx. -20°C
Embalagem	Máx. 17°C
Câmaras de estocagem	Máx. -18°C
Expedição	Máx. 22°C
Câmara de resíduos	Máx. 5°C

2.5.2 Controle de pH e cloração da água

Garantir a qualidade da água em uma empresa que manipula alimentos é de fundamental importância. Assim como a qualidade microbiológica, o índice de cloro e pH da água devem ser constantemente monitorados de modo a contribuir ótima qualidade sanitária e segurança dos alimentos manipulados na empresa. Durante o estágio, foram realizadas coleta e análise da água, a cada 2 horas em diferentes pontos na empresa, nas amostras analisadas através de fotômetro digital medidor de cloro e pH. O teor de cloro recomendado pela empresa varia de 0,2 a 2 ppm e o pH de 6,0 a 9,5.

2.5.3 Controle de iluminação e ventilação

A boa iluminação do ambiente é fundamental para garantir a melhor inspeção durante todo seu processamento, a manipulação do produto com segurança e maior higiene e para garantir a segurança dos operários, que em muitos casos, estão em proximidade e manipulando instrumental cortante, facas e serras. Quanto à ventilação, esta deve ser adequada evitando excesso de umidade, impedindo assim, a deterioração de estruturas e instalações e também a multiplicação de microrganismos que possam interferir negativamente

na qualidade do produto. Diariamente ventilação e iluminação eram averiguadas e o serviço de manutenção era acionado em caso de alguma não conformidade para que o problema fosse resolvido. A iluminação do ambiente se dava por lâmpadas fluorescentes, uniforme e coberta por protetores removíveis e de fácil higienização. Já quanto ao controle da umidade, era monitorada a presença de condensação pela estrutura.

2.5.2 Higiene dos funcionários e acesso ao setor de produção

A higiene dos operários, funcionários assim como do ambiente onde transitam na empresa, devem ser diariamente observados garantindo assim a segurança sanitária do que está sendo processado no setor produtivo. Durante a entrada no setor de produção, auxiliares do setor de qualidade analisavam a correta higienização dos operários no bloqueio sanitário, como lavagem de mãos e botas. Também se observa quanto à higiene pessoal, presença de barba, tamanho de unhas, lesões em mãos, uso de perfume e maquiagem, adornos e as condições higiênicas dos uniformes.

CAPITULO II – ANÁLISE DO TEOR RESIDUAL DE SO₂ NA RECEPÇÃO DE CAMARÃO EM UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE PESCADO DE RECIFE-PE

1 INTRODUÇÃO

A Pesca e a aquicultura desempenham grande papel da economia mundial (FAO, 2014). Em 2016 a aquicultura produziu 110.208.218 toneladas enquanto a pesca 92.009.588 toneladas (FAO, 2019). Esse aumento da aquicultura deve-se ao fato desta possibilitar produtos mais homogêneos, melhor possibilidade de rastreabilidade durante toda a cadeia, sendo também mais susceptível a planejamento e regularidade produtiva, contribuindo assim para a segurança alimentar e na geração de alimento de qualidade. Diferente disso, a pesca extrativista não atende as necessidades do mercado, dificultando a entrada no mercado competitivo (LOPES et al., 2016; EMBRAPA, 2018).

No Brasil, durante o ano de 2016, a aquicultura produziu 584971,104 toneladas, que apesar de menor que o ano de 2015, foi superior aos anos de 2013 e 2014. Ainda em 2016, as regiões sul e nordeste são as que apresentam a maior produção, porém a região nordeste teve a maior produção dos anos anteriores. O nordeste, segundo dados preliminares do IBGE de 2017, atingiu a produção de 152374,836 toneladas com um valor de produção de 1.726.335 reais, desta 50,89% (40486,746t) sendo camarão. Assim, a região nordeste respondeu por quase toda a produção de camaroneira do país, com 98,8% do total (IBGE, 2019).

Em comparação com os peixes, o camarão é mais perecível após a captura, devido as alterações *post mortem* ocorrerem mais rápido (ZENG et al., 2005). No processo de deterioração do camarão, a melanose, ou “*black spot*”, é um processo de oxidação enzimática que ocorre geralmente em função da oxidação de compostos fenólicos, através de reações enzimáticas na presença do oxigênio molecular. Esta alteração se caracteriza pela formação de manchas negras, que se iniciam no exoesqueleto e que, apesar de não oferecer riscos à saúde, tem grande importância econômica devido ao aspecto repugnante aos olhos do consumidor (NOLLET et al., 2012; CASTILHO-WESTPHAL, 2017; OSTRENSKY, 2017).

Na captura do camarão, o procedimento usual é a imersão dos camarões em água com gelo e solução de metabissulfito de sódio, provocando a morte mais rápida do camarão e inibindo, deterioração como, a melanose (CASTILHO-WESTPHAL, 2017; OSTRENSKY et al., 2017). Desta forma, o metabissulfito de sódio tem sido o mais empregado antimelanótico em camarão, por ser de fácil acesso, ter notáveis qualidades por efeito satinizante, antioxidante, antimicrobiano e inibidor de escurecimento, além de apresentar um maior

rendimento em dióxido de enxofre e estabilidade quando comparado aos outros compostos a base de sulfito, normalmente empregados (FIB, 2012; FAVERO et al., 2011; ANDRADE et al., 2015b).

O dióxido de enxofre não causa efeitos adversos na maioria das pessoas, se usado dentro das quantidades permitidas. Os limites máximos para sulfitos foram incluídas nas normas gerais para aditivos alimentares, desenvolvido pelo *Codex Committee*, sobre aditivos alimentares e contaminantes, e aprovado pelo *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), com a Ingestão Diária Aceitável (IDA) de 0-0,7mg/kg por peso corporal (WHO, 2000). A legislação brasileira, seguindo o Codex Stan 192-1995, estipula o limite máximo do teor residual de dióxido de enxofre, em camarão para consumo, de 100ppm para camarão cru e 30ppm para produto cozido (CONDEX STAN192-1995, 2018; BRASIL, 1988). Porém, o uso dos sulfitos como inibidor da melanose, apesar de ser comum, tem sido considerado um assunto delicado por os sérios riscos à saúde humana devido à ingestão ou uso de sulfitos reportados por alguns autores (WARNER, 1990; ANDRADE et al., 2015b).

No Brasil, os estudos acerca do metabissulfito de sódio em camarão seguem diversas linhas relacionadas a seu uso, efeitos na qualidade do camarão (CINTRA et al., 1999; GAMA, 2015), relação entre quantidade e tempo de exposição (GOÉS, 2006; ANDRADE et al., 2015), métodos alternativos ao sulfito (YOKOYAMA, 2007; FOSSATI et al., 2014), a pesquisa do teor médio residual de dióxido de enxofre na comercialização por região e os métodos de análise.

Diante do exposto, a realização deste trabalho teve o objetivo de analisar o teor residual de dióxido de enxofre (SO₂) em camarões na recepção de uma unidade de beneficiamento de pescado de Recife-PE, durante o período de 17 de setembro a 29 de dezembro de 2018.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A Pesca e a aquicultura desempenham grande papel da economia mundial, sendo importantes fontes de alimento, nutrição, renda e meios de vida para centenas de milhares de pessoas em todo o mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, desde 1990, o emprego do setor cresceu mais que o crescimento populacional (FAO, 2014). Em 2016 a aquicultura produziu 110.208.218 toneladas enquanto a pesca 92.009.588 toneladas (FAO, 2019). Esse aumento da aquicultura deve-se ao fato desta possibilitar produtos mais homogêneos, melhor possibilidade de rastreabilidade durante toda a cadeia, sendo também mais susceptível a planejamento e regularidade produtiva, contribuindo assim para a segurança alimentar e na geração de alimento de qualidade. Diferente disso, a pesca extrativista não atende as necessidades do mercado, dificultando a entrada no mercado competitivo (LOPES et al., 2016; EMBRAPA, 2018).

No Brasil, durante o ano de 2016, a aquicultura produziu 584971,104t, que apesar de menor que o ano de 2015, foi superior aos anos de 2013 e 2014. As regiões sul e nordeste são as que apresentam a maior produção, porém a região nordeste teve a maior produção dos anos anteriores. Dados preliminares do IBGE mostram que o nordeste, em 2017, atingiu a produção de 152374,836t com um valor de produção de 1.726.335 reais, desta 50,89% (40486,746t) sendo camarão. Assim, a região nordeste respondeu por quase toda a produção de camarão do país, com 98,8% do total (IBGE, 2019).

A criação de camarão originou-se no século 15, no mediterrâneo. Em era moderna, a criação de camarão em grande escala foi possível após Dr. Motosaku Fujinaga, no Japão, alcançar a desova do *Marsupenaeus japonicus* (*Penaeus japonicus*). Durante os anos 70, houve a propagação de técnicas de cultivo comercial para países tropicais e subtropicais e posição importante no cenário internacional. Hoje a criação de camarão atingiu modernização e se estabeleceu em escala industrial em mais de 50 países (NUNES, 2001).

2.1 Controle de qualidade do camarão

O pescado é uma das principais fontes de proteína humana, e tem por característica sua alta digestibilidade, além de elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados que tem efeito cardioprotetor reduzindo o risco de doenças coronárias, podendo assim ser considerado um alimento bastante saudável do ponto de vista nutricional. Em contra partida, o pescado é o alimento de origem animal com maior probabilidade de deterioração devido a seu pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água, alto teor de nutrientes facilmente disponíveis a

microrganismos, além da destruição causada pelas próprias enzimas presentes e habitat natural (HUSS, 1995; SOARES 2012). O camarão quando comparado a peixes, tem velocidade de deterioração ainda maior (ZENG et al., 2005).

Da captura ao processamento e comercialização, a manipulação do pescado é fundamental na garantia na qualidade dos mesmos e a rapidez com que as alterações e deterioração desenvolvem vai depender de como foram aplicados os princípios básicos de conservação e do método de captura (SOARES et al., 2012).

A segurança e a qualidade de produtos alimentícios é um tópico importante na atualidade e que pode ser evidenciado pelo crescente número de leis que exigem a qualidade dos alimentos em várias etapas da cadeia de produção (SOARES et al., 2012). A qualidade e inocuidade do pescado estão relacionadas à contaminação por metais pesados, deterioração por ação de microrganismos ou de enzimas endógenas, toxinas, química, oxidação, autólise, além de possíveis alterações sensoriais e presença de parasitos (MACHADO et al., 2010).

Com objetivo de garantir a qualidade e segurança do mercado consumidor, independente dos cuidados tecnológicos utilizados, o camarão deve ser submetido à inspeção antes de ser beneficiado na indústria. A inspeção deve ser realizada mediante características organolépticas, análises físico-químicas e bacteriológicas, sendo a análise sensorial uma metodologia subjetiva de avaliação das propriedades organolépticas. Por isso, a análise sensorial deve ser levada como um parâmetro coadjuvante da qualidade do camarão (BRASIL, 2017; YOKOYAMA, 2007).

De acordo com o decreto nº 9.013, de 29 de março 2017 (BRASIL, 2017), que aprova o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem animal (RIISPOA), os controles oficiais do pescado e de seus produtos, no que for que for aplicável:

Art. 209. Os controles oficiais do pescado e dos seus produtos, no que for aplicável, abrangem, além do disposto no art. 10, o que se segue:

I - análises sensoriais;

II - indicadores de frescor;

III - controle de histamina, nas espécies formadoras;

IV - controle de biotoxinas ou de outras toxinas perigosas para saúde humana; e

V - controle de parasitas (BRASIL, 2017).

De acordo com a Portaria nº 191, de 26 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2018), em consulta pública por 90 dias, que propõem a Instrução normativa para anexar o regulamento técnico sobre identidade e requisitos mínimos de qualidade que deve atender o camarão fresco, o camarão resfriado, o camarão congelado, o camarão descongelado, o camarão parcialmente cozido e o camarão cozido, o camarão deve quanto as suas características sensoriais:

Art. 8º O camarão de que trata este regulamento deve atender as seguintes características sensoriais:

- I - aspecto geral brilhante e úmido;
- II - corpo em curvatura natural, rígida, artículos firmes e resistentes;
- III - carapaça bem aderente ao corpo;
- IV - coloração própria da espécie, sem qualquer pigmentação;
- V - olhos vivos, proeminentes;
- VI - ausência de odor amoniacal, sulfídrico, ranço ou indicativo de putrefação;
- VII - ausência de sabor desagradável (BRASIL, 2018).

Quanto às características físico-químicas:

Art. 12. O camarão fresco, o camarão resfriado, o camarão congelado e o camarão descongelado devem atender aos seguintes parâmetros físico-químicos:

- I - pH da carne inferior a 7,85 (sete inteiros e oitenta e cinco décimos); e
- II - bases voláteis total inferior a 30 mg (trinta miligramas) de nitrogênio/100g (cem gramas) de tecido muscular.

§ 1º A matéria prima para elaboração do camarão parcialmente cozido e do camarão cozido deve atender aos parâmetros físico-químicos constantes nos incisos I e II do caput.

§ 2º O limite máximo de dióxido de enxofre residual no produto final deve atender ao disposto em legislação específica (BRASIL, 2018)

E para fins de avaliação do lote:

Art. 9º Para fins de avaliação de lote considera-se defeituosa a unidade de amostra que apresentar:

- I - desidratação profunda em mais de 10% (dez por cento) do peso da unidade de amostra de camarão congelado ou em mais de 10% (dez por cento) da superfície do bloco, evidenciando uma perda excessiva de umidade que se manifesta claramente em formas de alteração da coloração;
- II - qualquer material estranho que não provenha dos camarões e que não constitua um perigo para a saúde humana, caracterizando descuido às práticas de higiene na elaboração;
- III - odores e sabores indesejáveis, persistentes, inconfundíveis, que sejam indicadores de decomposição ou rancificação, ou que não sejam característicos do produto; e IV - alterações evidentes na coloração própria da espécie que afetem mais de 25% (vinte e cinco por cento) da unidade de amostra (BRASIL, 2018).

Logo após a morte, as enzimas e microrganismos começam a ter acesso à musculatura do camarão e, se não bem conservados, se desenvolvem rápido nesse ambiente nutritivo. Os microrganismos podem ser divididos em deteriorantes, aqueles que provocam alterações no pescado por sua capacidade proteolítica, pectinolítica, lipolítica e outras, e patogênicos. Os patogênicos são aqueles que têm o potencial de provocar problemas de saúde (ZENG et al., 2005; YOKOYAMA, 2007). Por isso, de acordo com o Art. 13, ainda de acordo com o decreto nº191, de 26 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2018), em consulta pública por 90 dias, o camarão deve atender aos seguintes critérios microbiológicos (quadro 1 e 2):

Quadro 1. Critérios microbiológicos para camarão fresco, resfriado, parcialmente cozido e congelado.

Requisito	Critérios de aceitação			
	n	c	m	M
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	Ausência em 25g	-
Estafilococos coagulase positiva/g	5	2	500	1000
<i>Escherichia coli</i> /g	5	2	10	500

Fonte: BRASIL (2018)

Quadro 2. Critérios microbiológicos para camarão cozido congelado.

Requisito	Critérios de aceitação			
	n	c	m	M
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	Ausência em 25g	-
Estafilococos coagulase positiva/g	5	2	500	1000
<i>Escherichia coli</i> /g	5	2	10	500
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	Ausência em 25g	-

Fonte: BRASIL (2018)

2.2 Aspectos gerais da deterioração do camarão

A deterioração, por bactérias da microbiota, e o desenvolvimento de microrganismos patogênicos geralmente não ocorre em temperatura de refrigeração (YOKOYAMA, 2007). Enzimas que ajudam na degradação do camarão após a captura, como as polifenoloxidasas, através do congelamento e cozimento têm a sua atividade reduzida, porém podem voltar atividade em camarão resfriado e descongelado.

Asenzimas polifenoloxidasas (PFO) são as responsáveis pelo desenvolvimento da melanose em exoesqueletos de camarões. A melanose ou “*black spot*” envolve processos bioquímicos complexos que acontecem *post mortem*. E apesar de não oferecer riscos à saúde, o “*black spot*” é de grande importância econômica por, a priori, parecer aos olhos do consumidor, que o produto está em mau estado devido a seu aspecto repugnante (NOLLET et al., 2012).

Camarões com melanose não atendem as exigências abaixo:

Art. 11. O camarão que não atenda as características sensoriais estabelecidas no art. 8º e que apresente qualquer um dos defeitos estabelecidos no art. 9º não deve ser exposto à venda para o consumidor (BRASIL, 2018).

2.3 Melanose em camarão

O pescado é altamente perecível após sua captura, passando por alterações relacionadas a processos autolíticos, químicos, microbiológicos e sensoriais, que levam o pescado a passar por uma série de alterações até a sua completa deterioração (HUSS, 1995). O camarão é ainda mais perecível após a captura, por suas mudanças *post mortem* ocorrerem mais rápido em comparação com os peixes (ZENG et al., 2005).

O camarão, após sua morte, passa por rápidas reações bioquímicas e químicas de origem autolítica, causada pelas próprias enzimas digestivas e pela reação menos ácida da carne (ANDRADE et al., 2015b; OSTRENSKY, 2017). Essas reações degradam componentes do músculo, como proteínas e lipídeos, formando compostos de baixo peso molecular (ANDRADE et al., 2015). O alto teor de aminoácidos livres e outras substâncias de baixo peso molecular solúveis, não nitrogenadas, que são responsáveis pelo sabor adocicado desejável em camarões, servem como nutrientes de fácil digestão, assim propiciando o rápido crescimento microbiano (ZENG et al., 2005).

A melanose, ou “*black spot*”, é um processo de oxidação enzimática que ocorre geralmente *post mortem* em função da oxidação de compostos fenólicos, através de reações enzimáticas na presença do oxigênio molecular. O “*black spot*” caracteriza-se pela formação de manchas negras, que se iniciam no exoesqueleto, na base dos pleópodos e dos pereiópodos e o telson (Figura 10), no final do camarão (CASTILHO-WESTPHAL, 2017; OSTRENSKY, 2017).

O aparecimento da melanose é um fenômeno que ocorre quando a tirosina, resultante do desdobramento de proteínas, por ação de bactérias, consegue ser oxidada na presença do oxigênio molecular, por enzimas do grupo das polifenoloxidasas (PFO), enzima tirosinase ou fenoxidase (presente em grandes quantidades no sistema digestivo e circulatório dos camarões). Assim, por meio de uma sequência de reações químicas, a tirosina transforma-se em melanina. Ou seja, a consequência da ação das PFO, sobre o camarão, é a produção das manchas negras na carapaça. Quando essa melanose está em graus mais avançados atinge o músculo do camarão (ANDRADE et al., 2015b; GÓES, 2005). A enzima responsável por esse processo de melanose contém íons de cobre em sua estrutura, podendo assim se ligar moléculas de oxigênio, de forma semelhante à hemocianina, pigmento respiratório de

crustáceos. A oxidação da tirosina desencadeia o enegrecimento do produto. Vale ressaltar que a tirosina é um aminoácido presente no hepatopâncreas dos camarões. Essas enzimas extravasam invadindo tecidos adjacentes (GÓES, 2005).

O escurecimento do camarão afeta a aparência do produto, dando aspecto repugnante, mas não causando danos a saúde humana. Podem ser descascados para a venda como “filés, porém, é rejeitado pelo mercado exterior e não são utilizados para a ornamentação culinária (MARTINELLI et al., 2007).

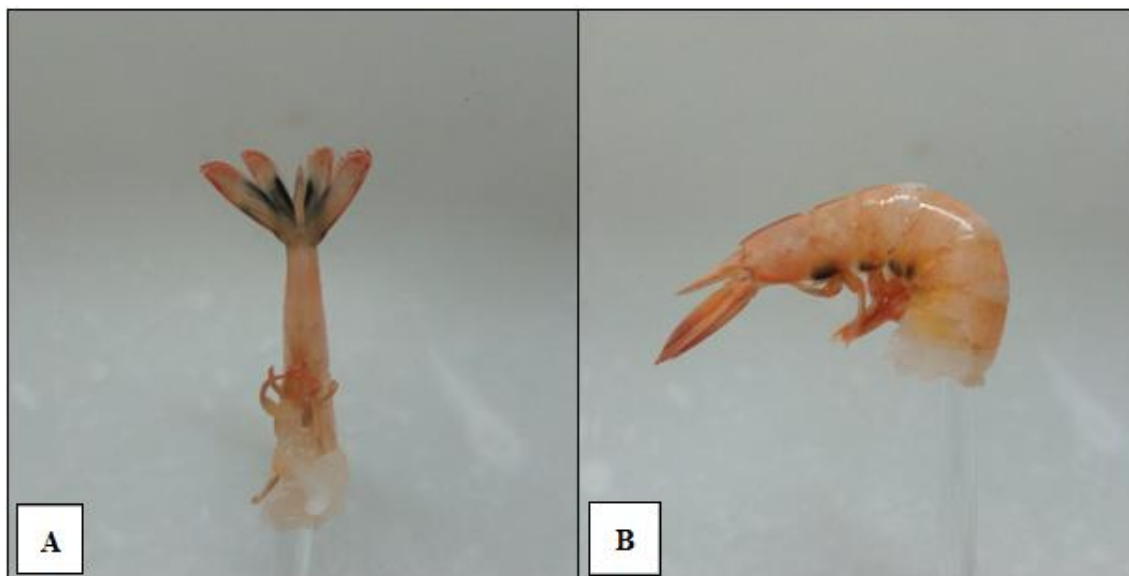


Figura 9. Camarão rosa apresentando melanose. A- Melanose em exopodito e endopodito do urópodo; B- Melanose na base dos pléopodos e pereiópodos. Fonte: Arquivo pessoal (2018).

As melaninas em animais são heteropolímeros derivados de quinonas e possui a função de, fundamentalmente, proteção contra a radiação ultravioleta. Nos artrópodes as o-quinonas e seus derivados são apontados como participantes em reações associadas à formação e reparo da cutícula de artrópodes. Estudos apontaram que a minimização de estresse durante o sacrifício de lagostas diminuía a o nível de escurecimento, devido a distribuição uniforme de substrato e enzimas. Percebe-se então que a melanose pode ocorrer *ante mortem* e *post mortem*, porém as reações de biossíntese dessa melanina são semelhantes nos dois casos. Locais de trauma, *ante mortem* e durante a captura, tornam-se pontos com presença de melanose (GÓES, 2005). Segundo Martinelli et al. (2007) a melanose é provocada por três fatores: estresse do camarão, tempo de exposição e temperatura elevada durante a despesca.

2.4 Importância do uso de agentes sulfitantes em camarão

Além de estar preocupada com as características sensoriais dos alimentos produzidos, a indústria de alimentos também visa à produção de alimentos estáveis, seguros e com longa vida de prateleira (FAVERO et al., 2011). Sulfitos, em várias formas, foram utilizados aos alimentos como agente conservante, e para outros propósitos, há vários séculos. O uso de agentes sulfitantes tem sido rastreado até a antiguidade, quando o dióxido de enxofre foi utilizado por romanos e egípcios com o intuito de desinfetar vasos de vinho (WARNER et al., 1990).

Os termos, “agente sulfitante” e “sulfito” referem-se ao dióxido de enxofre gasoso ou aos sais de sódio, potássio e cálcio de sulfito hidrogênio (bissulfito), dissulfito (metabissulfito) ou íons sulfito (MACHADO et al., 2006). Os sulfitos são muito utilizados na indústria de produtos alimentícios, na indústria de couro, química e farmacêutica por suas diversas funções alvejantes, desinfetantes, antioxidantes, como antimicrobiano, agente redutor e inibidor enzimático. Na indústria de alimentos o seu uso é comum devido seu efeito inibitório sobre bactérias, bolores, leveduras e na inibição de escurecimento enzimático e não enzimático durante processamento e estocagem, bem como impedir a, aparentemente inofensiva melanose em camarões, conhecida como “*black spot*”(FAVEIRO et al., 2011; WARNER et al., 1990; CASTILHO-WESTPHAL, 2017). Sua utilização, como aditivo de ação conservante, em muitos países, são regulamentados e limitados por legislação específica. No Brasil, segue-se as recomendações do *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA)(MACHADO et al., 2006).

O “*black spot*” refere-se a uma reação química natural onde ocorre a descoloração do tecido animal e surgimento de manchas negras, decorrente de reações químicas enzimáticas provocadas pela ausência do sódio e oxidação de compostos fenólicos, após o abate. A técnica comum para reduzir o “*black spot*”, e também a proliferação bacteriana, consiste na imersão do camarão em solução a base de sulfito em tanque com água e gelo. Esse método garante melhora na qualidade da carne e tempo de prateleira. As concentrações de dióxido de enxofre residual devem atender a legislação vigente (SILVA et al., 2005; OSTRENSKY et al., 2017).

O metabissulfito de sódio é o sulfito mais empregado como inibidor de melanose em camarão, isso pelo seu rendimento em dióxido de enxofre de 67,4%, sendo o maior quando comparado aos outros compostos a base de sulfito normalmente empregados (Tabela 2) (ANDRADE et al., 2015b; FIB, 2012). Tem como fórmula química $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, peso molecular 190.11 g/mol, número de registro CAS (do inglês *Chemical American Society*)7681-57-4 e número EINECS (do inglês *European Inventory of Existing Chemical Substances*) 231-673-

0(EFSA, 2016). Quando adicionado a uma matriz, pode se ligar de forma reversível ou irreversível a outras moléculas como aldeídos, cetonas, açúcares taninos e proteínas e originar diferentes formas combinadas de sulfitos. A parte dos sulfitos que não se liga aos compostos do alimento constituem uma mistura de dióxido de enxofre, íons bissulfito e íons sulfito em equilíbrio dinâmico e são considerados “sulfitos livres”. Essa fração convertida rapidamente em dióxido de enxofre molecular quando se acidifica o alimento sulfitado. A porcentagem de cada uma das três espécies químicas na matriz dependem do pH do alimento. O sulfito ligado de forma reversível pode dissocia-se e formar sulfitos livres (FAVERO et al., 2011; WARNER et al., 1991).

O modo como o dióxido de enxofre age, inibindo a reação do escurecimento enzimático, é complexo e boa parte desconhecido. O que se sabe é que ele pode agir diretamente sobre enzimas ou com intermediários formados durante a ação das enzimas (MELO FILHO et al., 2011). Supõe-se que o uso do metabissulfito de sódio, um composto redutor, é efetivo quanto ao escurecimento enzimático por ação de enzimas PFO, pois previne redução das o-quinonas para o-difenois, que são compostos menos escuros, ou pela complexação com produtos da reação enzimática assim formando compostos também de coloração mais clara. Outra hipótese é pela inativação irreversível da PFO (FAVERO et al., 2011).

Tabela 2. Fontes de dióxido de enxofre e seus respectivos conteúdos de SO₂ ativo.

Substância	Formula química	Rendimento teórico de SO ₂ (%)
Dióxido de enxofre	SO ₂	100%
Sulfito de sódio	Na ₂ SO ₃	50,82%
Bissulfito de sódio	NaHSO ₃	61,6
Metabissulfito de sódio	Na ₂ S ₂ O ₅	67,39%
Metabissulfito de potássio	K ₂ S ₂ O ₅	57,63%
Sulfito de cálcio	CaSO ₃ .2H ₂ O	64%
Bissulfito de potássio	KHSO ₃	53,3%

Fonte: Adaptado de FIB (2012); Favero (2011).

2.5 Riscos à saúde pelo emprego de agentes sulfitantes em camarão

A maioria dos aditivos alimentares não representam riscos à maioria da população, porém uma pequena parcela pode apresentar reações adversas. No caso de sulfitos, essa

reação pode ser caracterizada como intolerância e não alergia. Apesar dos sintomas serem semelhantes, nesse caso, o sistema imune não é envolvido nas reações da mesma forma (FAVERO et al., 2011).

Nas fazendas de camarão, o procedimento usual é a imersão dos camarões em água com gelo e solução de metabissulfito de sódio, provocando a morte mais rápida do camarão e inibindo o “*black spot*”. Porém, há muita polemica quando ao uso de sulfitos pelos seus efeitos potencialmente patogênicos, dando assim impulso ao desenvolvimento e técnicas alternativas como: aditivos antimelanóticos a base de 4-hexilresorcinol e embalagem com atmosfera modificada (principalmente por nitrogênio) combinada a congelamento (CASTILHO-WESTPHAL, 2017).

Em humanos foram descritas reações que incluem choque anafilático (por provocar constrição nas passagens brônquicas), dores de cabeça, dores abdominais, náuseas, tontura, urticária, angioedema, hipotensão, irritação gástrica local, distúrbios do comportamento, erupções cutâneas, diarreia e crise asmática nos indivíduos asmáticos sensíveis a sulfitos. Porém, segundo a *Food and Drug Administration* (FDA), apenas 5% dos asmáticos são sensíveis a sulfitos. Em 1986 muitos casos de reação por ingestão de sulfito fez o registro de sulfitos no *Generally Recognized As Safe* (GRAS) ser revogado, fazendo o regulamento da FDA definir que produtos contendo quantidade superior a 10 ppm, devem ter o uso do sulfito declarado no rotulo (WARNER et al., 1990; FAVERO et al., 2011).

De forma geral, os sulfitos são conhecidos por seus efeitos citotóxicos, mutagênicos e anti-nutricionais, além de interagirem com vitaminas, nicotinamida, tiamina, ácido fólico, reduzindo a qualidade nutricional do alimento (PIZZOFERRATO, 1998). A *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), responsável pelas recomendações seguidas por diversos países, inclusive o Brasil, quanto ao uso de sulfitos estipula valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) igual a 0,7 mg/kg peso corpóreo/dia, expresso como SO₂. Porém, observou-se que, os valores de ingestão podem superar a IDA se consumido alimentos próximos ao limite máximo, principalmente adultos pela ingestão de vinho (WHO, 2000; MACHADO et al., 2006).

O dióxido de enxofre, liberado quando o metabissulfito de sódio reage com a água, podendo causar irritação em olhos, laringe e traquéia, podendo assim ser considerado agente de insalubridade máxima. Esses efeitos mostram que os cuidados no uso de sulfitos, quanto a seu potencial efeito nocivo à saúde e segurança não só dos consumidores, mas também, dos manipuladores quanto à importância no uso de EPI como botas, luvas, máscara e roupa adequada (FIGUEIRÊDO et al., 2006; OSTRENSKY et al., 2017).

2.6 Impactos ambientais do uso de sulfitos em camarão

Além dos potenciais efeitos toxicológicos do uso de sulfitos no camarão, durante a despesca e abate, o não tratamento do efluente pode causar sérios transtornos ambientais, mais especificamente, nos mananciais hídricos. A decomposição do metabissulfito na natureza pode levar à queda do pH e da alcalinidade da água, aumento no consumo de oxigênio e consequentemente provocando a morte da flora e da fauna aquática da região adjacente onde foi realizado o descarte (Figura 10)(CASTILHO-WESTPHAL,2017;ANDRADE et al., 2015b).

A solução com metabissulfito de sódio na água, reage com o oxigênio dissolvido formando sulfato ácido de sódio. Este, por sua vez, se dissocia em sódio, íon sulfito e íons hidrogênio. Os íons hidrogênio vão ser responsáveis pelo abaixamento no pH e da alcalinidade total das águas receptoras pela neutralização dos bicarbonatos. Cada miligrama de metabissulfito de sódio pode consumir 0,15 mg de oxigênio dissolvido (ANDRADE et al., 2015b).

Recomenda-se que efluentes de metabissulfito devem ser armazenados em tanque até que a solução tenha se oxidado. A solução deve então ser tratada com 0,4 kg de hidróxido de cálcio ou hidróxido de sódio/kg de metabissulfito de sódio originalmente presente na solução, com o intuito de neutralizar a acidez antes que efluente seja finalmente descartado (FIGUEIRÊDO et al., 2006).

De acordo com a Resolução do CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011 que dispõem sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, é admitido quantidade máxima de 1,0 mg/L de sulfeto no efluente (BRASIL, 2011), porém percebe-se que há, na maioria dos casos, o não tratamento do efluente antes de ser descartado (FIGUEIRÊDO et al., 2006).

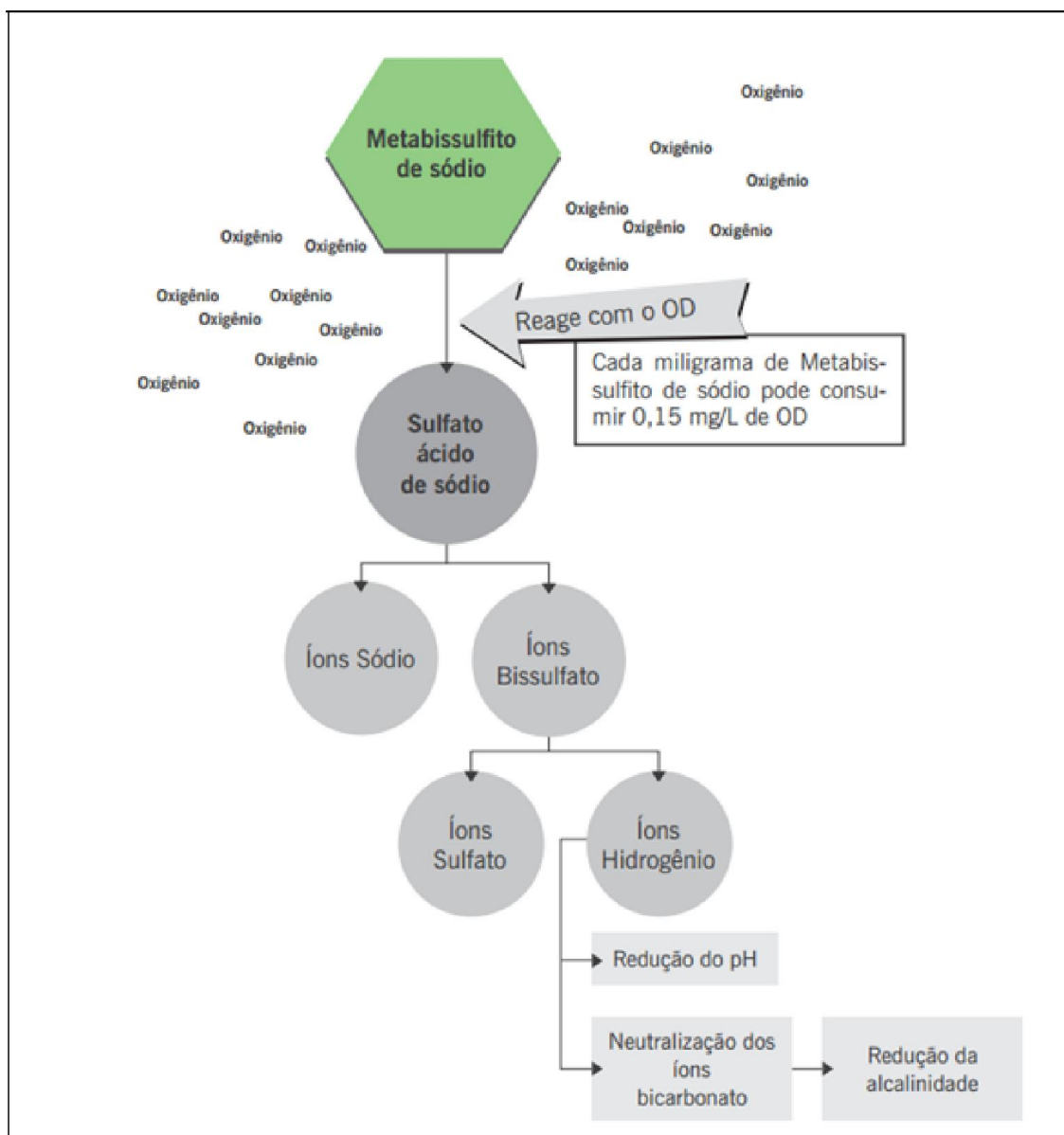


Figura 10. Representação esquemática da decomposição do metabissulfito de sódio na natureza. Fonte: Castilho-Westphal (2017).

2.7 Legislação aplicada ao emprego de metabissulfito no Brasil

De acordo com o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017) que dispõe sobre o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA):

Art. 270. A utilização de aditivos ou coadjuvantes de tecnologia deve atender aos limites estabelecidos pelo órgão regulador da saúde e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, observando o que segue:

- I - o órgão regulador da saúde definirá os aditivos e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos e seus limites máximos de adição; e
- II - o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal estabelecerá, dentre os aditivos e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos, aqueles

que possam ser utilizados nos produtos de origem animal e seus limites máximos, quando couber.

No Brasil, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Ministério da Saúde (MS) é responsável pela regulamentação de aditivos. Em 1961, o Decreto nº 50.040 dispõe sobre Normas Técnicas Especiais Reguladoras do Emprego de Aditivos Químicos Alimentares e definiu aditivo como (BRASIL, 1961):

Art. 2º - Consideram-se Aditivos para Alimentos, para os fins do presente decreto, as substâncias ou misturas de substâncias, dotadas ou não de poder alimentício, ajuntadas aos alimentos com a finalidade de lhes conferir ou intensificar o aroma, a cor, o sabor ou modificar seu aspecto físico geral ou ainda prevenir alterações indesejáveis.

Diversas atualizações na legislação brasileira desde então, e conforme o Regulamento Técnico de Aditivos Alimentares, aprovado na Portaria nº 540 de 1997, da Secretaria de Vigilância em saúde (SVS/MS), aditivo alimentar foi definido como (BRASIL, 1997):

1.2 – [...] qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento. Esta definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais.

O uso de aditivo é justificado pode ser justificado por razões tecnológicas, sanitárias, nutricionais ou sensoriais, porém devem ser utilizados aditivos autorizados e que suas concentrações não superem as recomendações de Ingestão Diária Recomendável (IDA) e devem atender as exigências de pureza estabelecidas pela FAO-OMS ou pela *Food Chemical Codex*. (BRASIL, 1997).

O uso de aditivo é proibido quando (BRASIL, 1997):

- 2.5.1 - houver evidências ou suspeita de que o mesmo não é seguro para consumo pelo homem;
- 2.5.2 - interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento;
- 2.5.3 - servir para encobrir falhas no processamento e/ou nas técnicas de manipulação;
- 2.5.4 - encobrir alteração ou adulteração da matéria-prima ou do produto já elaborado;
- 2.5.5 - induzir o consumidor a erro, engano ou confusão.

O uso de dióxido de enxofre, de forma direta ou indiretamente de sais de sulfito que o produzam como o sulfito de sódio, bissulfito de sódio, bissulfito de potássio, metabissulfito de sódio e metabissulfito de potássio é aceito como Geralmente Reconhecidos e Seguros (GRAS) pela *Food and Drug Administration* (FDA, 2019).

Quanto à utilização de aditivos em pescados, a Resolução do nº 04, de 24 de novembro de 1988, do Conselho Nacional de Saúde, determina o uso de sulfito exclusivamente na matéria prima após a captura, estipula limite máximo de dióxido de enxofre de 100ppm para camarão e lagosta cru e máximo de 30 ppm no produto cozido e que o rótulo do produto deve informar quando ao uso de sulfito no processamento do produto (BRASIL, 1988).

Quanto às concentrações de metabissulfito de sódio e o tempo de exposição, não existe padronização, existindo vários relatos na literatura de concentrações de 1,25 a 9%, em tempos que vão até 30 minutos. Porém, o uso do metabissulfito é bastante questionado por seus efeitos na saúde humana, efeitos na qualidade do camarão, impactos no meio ambiente e quanto à eficiência dos métodos de detecção do teor residual do dióxido de enxofre em camarão, sendo assim alvo de diversos estudos.

2.8 Principais métodos de análise para detecção de sulfitos em camarão

O método oficial para determinar o teor de sulfitos é o método Monier-Williams descrito na *Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 990.28* (MAPA, 2017). Porém, ao longo dos anos aumentou o interesse em métodos mais rápidos, baratos e precisos VYNCKE (1992). Existem outros métodos utilizados capazes de detectar SO₂ em alimentos como: Cromatografia, potenciometria, iodometria e métodos semi-quantitativos (fita reativa e métodos adaptados) (GOÉS, 2005).

2.8.1 Método Monier-Williams

Monier-Williams foi o primeiro dos métodos analíticos desenvolvidos para analisar sulfitos em bebidas e comida. O método clássico publicado por Monier-Williams em 1927, quantifica os sulfitos totais do alimento que corresponde aos sulfitos ligados. O método consiste basicamente na separação do SO₂ da matriz alimentar, por aquecimento com ácido clorídrico por tempo de uma hora. O SO₂ liberado transportado por uma corrente de gás inerte até ser coletado em solução de peróxido de hidrogênio (base), é oxidado por ácido sulfúrico e em seguida passa por titulação com solução de hidróxido de sódio.

vermelho de metila. O gás N₂ é conectado ao borbulhador e inicia-se o fluxo mantendo por aproximadamente 200 mL/min. Após a desoxigenação do sistema, transferir 50g da amostra processada, 5 mL de etanol e 95 mL de água para o balão. Liga-se o aquecimento e deixa-se em ebulição por 1h40min, após isso se recolhe a solução receptora, titulando-o com a solução e NaOH até que o ponto final amarelo persista por mais 20 segundos. Os resultados são expressos, em ppm, pelo uso da expressão a seguir:

$$SO_2 = \frac{32,02 \times V \times 0,01 \times f \times 1000}{M}$$

32,02 = miliequivalente-grama do SO₂;

V = volume de Solução de NaOH 0,01 mol/L gasta 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 de amostra utilizada, em g (BRASIL, 2011).

O método oficial provou ser confiável com uma variedade de alimentos, incluindo camarão. No entanto possui algumas desvantagens por ser demorado, trabalhoso, sujeitos a interferências de outros compostos de enxofre presentes e uma amostra relativamente grande. Além disso, o método é considerado relativamente insensível já que detecta apenas teores de dióxido de enxofre maiores ou iguais a 10 ppm, mostrando a necessidade de métodos mais rápidos e eficientes (VYNCKE, 1991; WARNER et al., 1990).

O instituto Adolfo Lutz descreve o método Monier-Williams com algumas modificações. Como reagente usa a água oxigenada 3%, ácido clorídrico, hidróxido de sódio 0,05M, vermelho de metila a 0,2% ou azul de bromofenol a 0,4% m/v. Utiliza amostra de 50g em no balão de reação do aparelho e adição de 350 ml de água e 20 ml de ácido clorídrico (podendo ser substituído por uma solução aquosa de ácido fosfórico. Se transfere 15ml e 5ml de água oxigenada a 3%, respectivamente nos frascos A e B, que devem estar mergulhados em banho de água gelada (Figura 12).

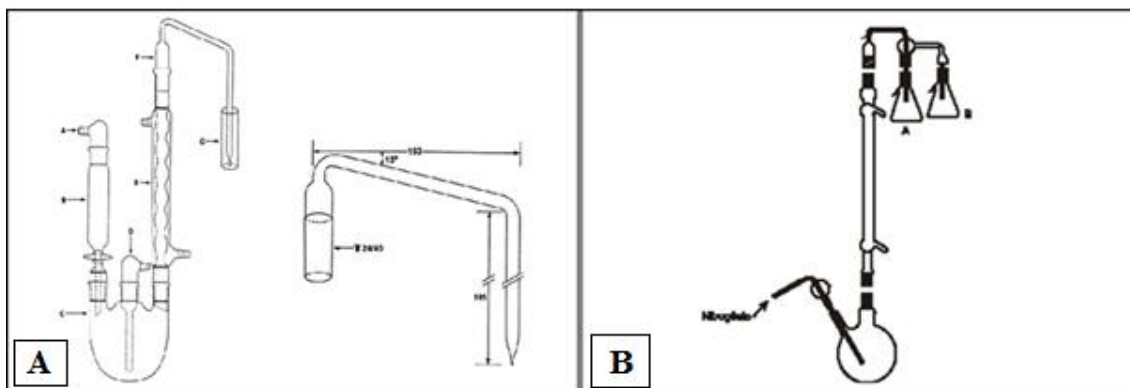


Figura 12. Aparatos para realização de Monier-Williams. A- Descrito pela OAC em FDA (2019); B- Descrito por Adolfo Lutz (2008).

Abre-se o nitrogênio e aquece-o de modo a manter a ebulição por 120 min. Após desligar, transfere-se a solução do franco B para o A, lavando com 10 ml de água destilada e adiciona 3 gotas do indicador para a titulação com a solução de hidróxido de sódio 0,05M. O valor encontrado, deve ser incluído no cálculo, a seguir, para se obter o valor de dióxido de enxofre (SÃO PAULO, 2008):

$$\frac{(A-B) \times M \times f \times 3,2}{P} = \text{Dióxido de enxofre por cento}$$

B = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,05 gasto na prova em branco;

A = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,05 M gasto na titulação da amostra;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio;

P = nº de g amostra;

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,05 M (SÃO PAULO, 2008).

Goés (2005, 5006) e Vieira (2008) mostram experimentos em camarão utilizando o método de titulação de SO₂ em suco, descrito por Instituto Adolfo Lutz, em 1985, com adaptações para camarão do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos de UFPE (Figura 13). Cada amostra possuindo 50g do camarão interior, ligeiramente triturado e homogeneizado com 50 mL de metanol no balão (nº 1) do aparelho de destilação, e foi também adicionado 15 mL de ácido fosfórico concentrado em balão (nº 2). Em dois balões, foram colocadas soluções contendo 60 mL de água destilada, 10 mL de peróxido de hidrogênio a 0,2% e 5 gotas de uma mistura de vermelho de metila e azul de metileno. Os balões com estas soluções foram tituladas até tomarem a cor verde.

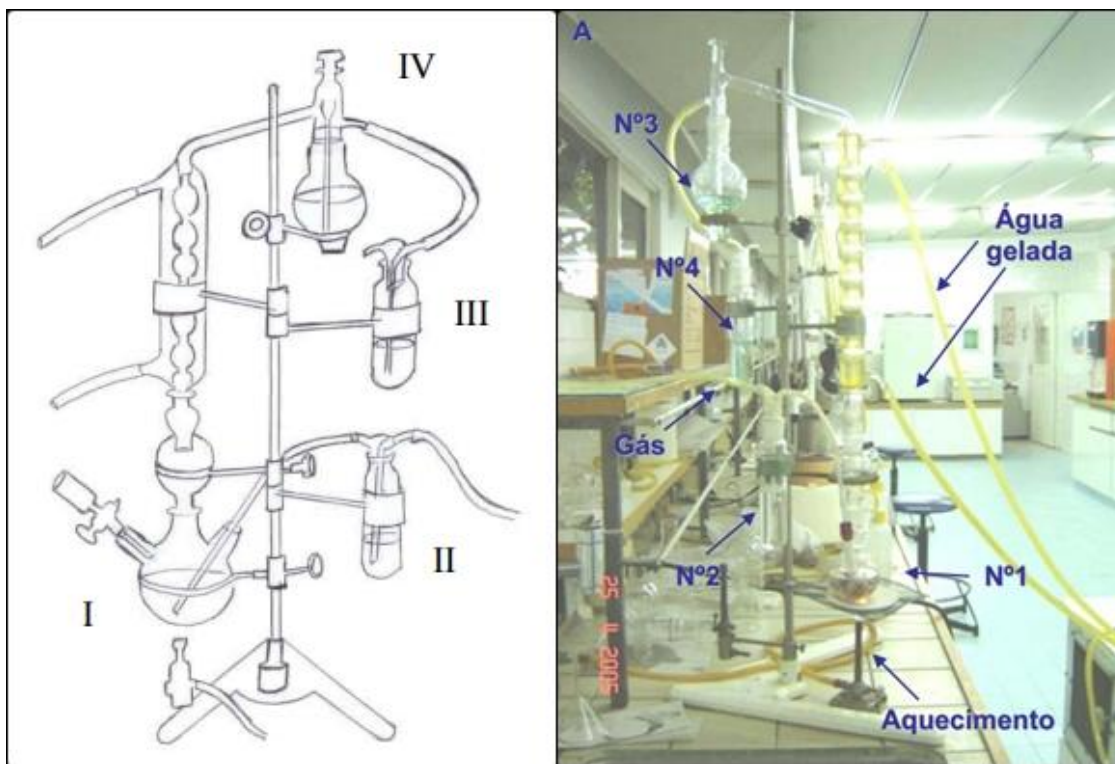


Figura 13. Método descrito por Instituto Adolfo Lutz com adaptações para camarão pela UFPE. Fonte: A- VIEIRA (2006); B- GÓES (2005).

Após montado o aparelho, inicia-se o fluxo de nitrogênio e o aquecimento durante 15 minutos após o início da ebulição e a solução tomar cor roxa. As soluções são transferidas para um *erlenmeyer* e tituladas com hidróxido de sódio 0,1N até a viragem para cor verde.

A concentração de SO_2 em ppm é encontrada pela fórmula:

$$\text{CSO}_2 = \frac{V \times F \times \text{Eq} \times N}{P}$$

V = volume em mililitro gasto na titulação com NaOH 0,1N;

F = fator da solução de NaOH;

Eq = equivalente grama do enxofre (3,2);

N = normalidade da solução NaOH;

P = peso da amostra em g.

Sobre o método, Góes (2005) também concluiu que apresentou grande sensibilidade para detecção de sulfitos e livres e combinados, não ocorrendo assim com o método de titulação iodométrica a frio e fita reativa.

2.9 Principais estudos realizados sobre uso de conservante em camarão no Brasil

No Brasil, os estudos acerca de metabissulfito em camarão seguem diversas linhas relacionadas a seu uso, efeitos na qualidade do camarão, relação entre quantidade e tempo de exposição, métodos alternativos ao sulfito, a pesquisa do teor médio residual de dióxido de enxofre por região e os métodos de análise.

Quanto à qualidade do camarão, que é submetido a tratamento com metabissulfito, os resultados são controversos. Cintra et al. (1999) apontam o metabissulfito como agente responsável pela decomposição da trimetilamina, formando dimetilamina e formaldeído, esses comprometendo assim a qualidade do pescado. Yokoyama (2007), em seu estudo onde compara os efeitos do metabissulfito de sódio e do 4-hexylresorcinol mostra que camarões submetidos a tratamentos com metabissulfito (1,25 e 2,5%) não apresentaram boa conservação, não diferindo do tratamento controle e o sulfito residual excedeu os limites máximos da legislação vigente. Porém, de acordo com Fossati et al.(2014), quando comparado o metabissulfito de sódio (2,5%) ao cloreto de sódio, nitrito de sódio e ácido cítrico, concluíram que o uso desses aditivos preserva a qualidade sem alterações sensoriais. De acordo com Gama (2015), a cor e textura ideal ocorrem quando o camarão é tratado com 20g.kg⁻¹, esta sendo a recomendação para produtores fabricantes de camarão cozido e que em qualquer concentração, segundo Góes (2006) o metabissulfito possui ação inibitória sobre bactérias mesófilas aeróbias.Segundo Moura (2008), o esperado é que o teor de SO₂ seja menor no corpo que na cabeça, já que boa parte seria absorvida pelo hepatopâncreas. Porém, em estudos verificou que a variação de absorção vai de 49,5% a 72,8%.

Há também estudos sobre a influência da concentração de metabissulfito de sódio, tempo de exposição do produto e teor residual do dióxido de enxofre diante destes tratamentos. Góes (2006) avaliou amostras submetidas a diferentes concentrações e constatou que concentrações de metabissulfito acima de 4% excederam os limites máximos permitidos pela legislação para camarão resfriado e congelado, entretanto, Vieira (2006) apresenta que níveis acima de 2.5% já conseguem exceder os níveis permitidos pela legislação. (2014) também encontrou essa correlação entre a concentração de metabissulfito de sódio e teor residual de SO₂. Ainda segundo Góes (2005), concentração a 1% apresenta boa conservação e inibição da melanose durante os 20 primeiros dias e concentrações de 2 a 3% conservam adequadamente o produto pelo período de 30 dias, todos sob congelamento. Já Andrade et al. (2015a), sugere tempo de imersão de 13 minutos em solução a 3%, de forma a obter teores aceitáveis pela legislação na musculatura do camarão.

Ainda foi possível inferir que tempos de exposição ao conservante influenciaram significativamente nos níveis de SO₂ residual e que no armazenamento durante 30 dias, não há redução significativa das concentrações de SO₂. Porém, Yokoyama (2007) concluiu, em seus estudos, que o tempo de armazenamento influenciou significativamente nos níveis residuais, porém não o suficiente para reduzir aos níveis aceitos pela legislação. Alguns métodos são propostos como alternativa ao uso de sulfitos no camarão. Yokoyama (2007) 4-hexylresorcinol é uma alternativa ao tradicional uso de sulfito, visto que conservou adequadamente o produto por pelo menos 10 dias, não só quanto a melanose, mas também quanto a outras análises. Fossati et al. (2014) mostra que o uso de nitrito de sódio, cloreto de sódio e ácido cítrico, também pode auxiliar na preservação da qualidade do camarão, porém os tratamentos com metabissulfito de sódio apresentaram os menores índices de melanose.

Apesar das concentrações sugeridas de metabissulfito na despesca e a obrigatoriedade de teor residual de dióxido de enxofre dentro dos padrões, Machado (2015) infere que na prática não há uma padronização quanto à concentração final de SO₂ no músculo do camarão, resultando em risco a saúde humana, além de impactos ambientais, este último pelo comum descarte inapropriado do efluente, identificado em estudos por Figueirêdo et al. (2006).

Quanto a região norte e nordeste, é possível observar essa falta de padronização quanto ao uso do metabissulfito pelos estudos de Moura (2008) e Ogawa et al. (2003). Foram encontrados níveis de SO₂ variando de 26,7 ppm a 114,2 ppm de SO₂ em amostras frescas de camarão cinza coletados na CEASA, supermercados e feiras do Rio Grande do Norte (MOURA, 2008). Já no estado do Ceará, quando avaliado o teor residual de SO₂ em camarões congelados, observou-se que 50% das amostras apresentavam valores acima de 100 ppm (30,8% situaram na faixa de >100-200 ppm, 15,4% entre >200 – 300 ppm e 3,8% acima de 300ppm) (OGAWA et al., 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostragem

A amostragem foi realizada durante o período do Estágio Supervisionado Obrigatório, de 17 de setembro a 29 de novembro de 2018 em unidade de processamento de pescado submetido ao Serviço de Inspeção Federal localizada em Recife-PE. As amostras (50g de camarão) foram coletadas sistematicamente, dentro do caminhão, durante a recepção do camarão. Foram coletadas 26 amostras de camarão de 26 lotes, oriundos dos estados do Ceará, Pará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, das quais 19 (73,1%) de camarão cinza, 4 (15,4%) amostras de camarão rosa com casca (sem cabeça) e 3 (11,5%) de camarão rosa descascado e pré-cozido. Após as coletas, as amostras foram levadas imediatamente ao laboratório do setor de qualidade da Blanke Indústria de Pescados LTDA para realização das análises.

3.2 Determinação do teor residual de dióxido de enxofre das amostras

Ao chegar ao laboratório, todas as amostras foram preparadas: Os camarões recebidos com casca foram descascados antes da realização da análise e ligeiramente triturados com tesoura. As amostras, de 50g cada, foram homogeneizadas com 50ml de álcool metílico e 15ml de ácido fosfórico concentrado no balão de fundo redondo. Em um erlenmeyer adicionou-se a solução com 60ml de água destilada, 10ml de peróxido de hidrogênio a 0,2% e 10 gotas de uma mistura de indicadores (vermelho de metila 0,03% e azul de metileno a 0,05%). Após o aparelho montado (Figura 14), é ligado o gás nitrogênio e a mata aquecedora e mantido até 15 minutos após a ebulição. Após o desligamento do gás e da manta, retirou-se o *erlenmeyer* que recebeu o gás destilado (dióxido de enxofre) e realizou-se a titulação desta com hidróxido de sódio 0,1 N até a viragem para a cor verde.

A concentração foi obtida, em ppm, utilizando a seguinte fórmula:

$$SO_2 = \frac{32,02 \times V \times 0,01 \times f \times 1000}{M}$$

32,02 = miliequivalente-grama do SO₂;

V = volume de Solução de NaOH 0,01 mol/L gasta 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 de amostra utilizada, em g.

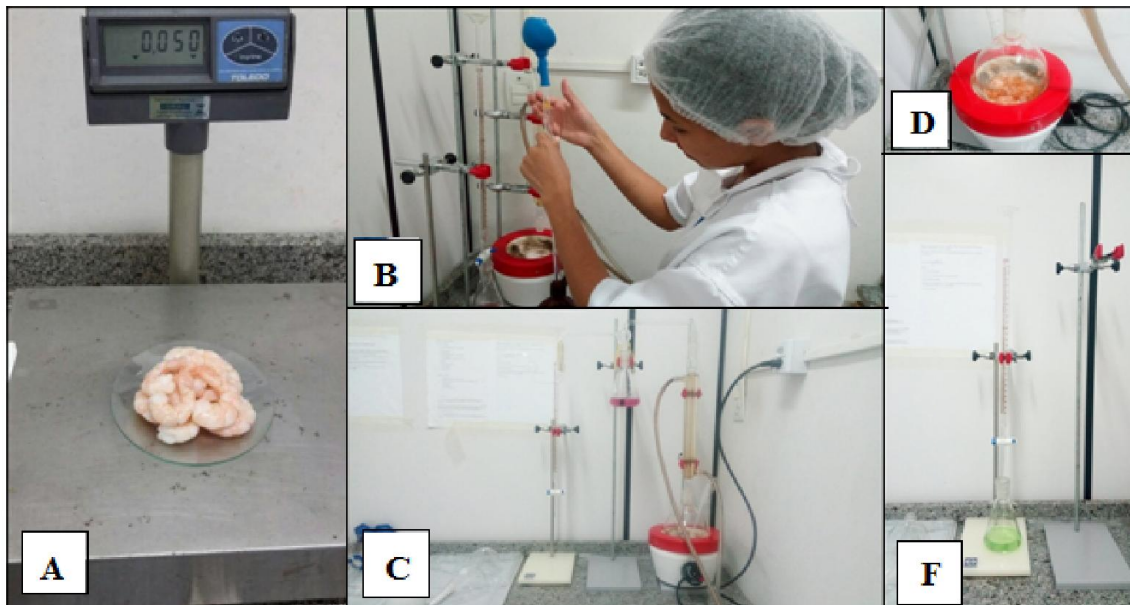


Figura 14. Processamento das amostras. A- Amostra de camarão com 50g; B- Medição e adição de reagentes a amostra; C- Processo de destilação; D- Amostra em ebulição em balão redondo; F- Solução no erlenmeyer que recebeu o gás destilado após a titulação na cor verde.

3.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados através de estatística descritiva e comparados com a legislação vigente (BRASIL, 1988).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises, foi verificado que o teor residual de SO₂ nas amostras coletadas na recepção da indústria variou de 6,4 a 115,3 ppm, com média de 28,8ppm ($\pm 25,6$). Do total de amostras, 11,5% (03/26) estavam acima de 100ppm. Vale ressaltar que as amostras foram analisadas antes de serem processadas pela indústria. Por outro lado, 52,2% (12/23) das amostras de camarão cru tiveram resultados abaixo de 20ppm o que pode colocar em risco a qualidade da conservação do camarão a ser recebido e processado pela indústria (GAMA, 2015).

Na Tabela 3 podem ser observados os resultados para as amostras dos diferentes tipos de camarão analisados. Das amostras analisados na recepção da indústria, 5,26% (01/19) de camarão cinza fresco, 25% (1/4) de camarão rosa com casca e 33,3% (1/3) de camarão rosa descascado e pré-cozido estavam fora do limite máximo estabelecido para produto final. O camarão rosa teve maior teor residual médio de SO₂ de 45,88ppm, sendo que as amostras de camarão rosa com casca tiveram teor residual de SO₂ médio de 59,74ppm e amostras de camarão rosa descascado pré-cozido com 24,02ppm, enquanto camarão cinza fresco teve teor residual médio de 32,02 ppm (Figura 15). As amostras analisadas de camarões recebidos com casca tiveram teor residual de SO₂ médio de 41,88 ppm sendo 59,74ppm camarão rosa e 24,02 ppm camarão cinza, enquanto o camarão descascado pré-cozido teor médio de 32,02ppm.

Tabela 3. Teor residual de dióxido de enxofre (SO₂) em amostras (n=26) de camarão na etapa de recepção em unidade de beneficiamento de pescado de Recife-PE.

Camarão/Região	n	Mín.(ppm)	Máx.(ppm)	Média(ppm)	DP
Cinza					
Rio Grande do Norte	8	12,81	115,3	39,23	33,27
Paraíba	3	12,81	25,62	19,53	6,42
Ceará	2	19,21	25,62	22,41	4,53
Pernambuco	6	12,62	19,21	14,91	3,33
Rosa com casca					
Rio Grande do Norte	1	-	-	96	-
Pará	3	12,84	38,43	23,49	13,32
Rosa descascado pré-Cozido					
Rio Grande do Norte	2	6,4	19,21	12,8	9,05
Pará	1	-	-	51,24	-

n= número de amostras analisadas; Mín.= mínimo; Máx.= máximo; DP= desvio padrão.

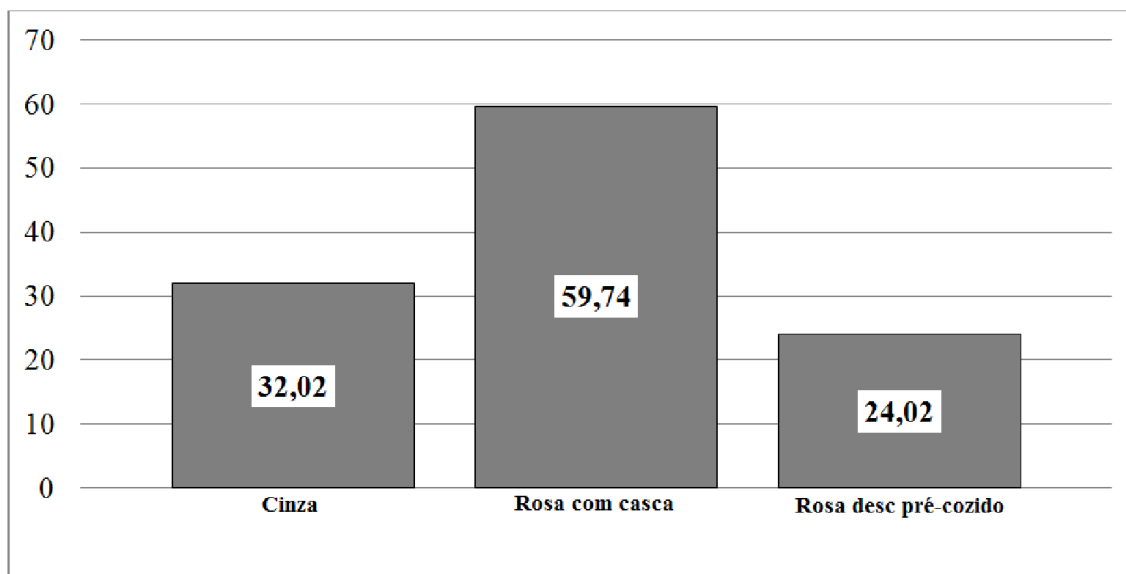


Figura 15. Teor residual médio de SO₂, em ppm, por tipo de camarão analisado na etapa de recepção em unidade de beneficiamento de Recife-PE.

Ao considerar a origem das amostras analisadas na recepção da indústria, 18,2% (2/11) das amostras de camarão oriundas do estado do Rio Grande do Norte estavam acima do limite máximo para consumo de camarão cru de 100ppm e teve média de 49,34ppm de teor residual de SO₂, sendo o maior teor residual observado e representou 66,7%(2/3) das amostras analisadas acima do limite máximo estabelecido para o produto final no mercado consumidor (Figura 16). O segundo maior teor residual de SO₂ encontrado foi observado nas amostras de camarão oriundas do Pará (37,36ppm), com 25% (1/4) das amostras analisadas acima do limite estabelecido para o produto final no mercado consumidor, seguido pelo estado do Ceará (22,41 ppm), Paraíba (19,53 ppm) e Pernambuco (14,91 ppm). As amostras oriundas do estado do Ceará tiveram média de 22,4 ppm, com mínimo de 19,21 e máximo de 25,62 ppm, ou seja, das 2 amostras uma abaixo de 20ppm, considerado baixo para a conservação do camarão segundo Gama (2015). Da mesma forma para as amostras de camarão analisadas, na recepção da indústria, oriundas do estado da Paraíba e de Pernambuco.

As amostras de camarão recebido com casca nada recepção na indústria, teve o maior teor residual médio de SO₂ de 41,88ppm, que o recebido sem casca de 32,03ppm. Segundo Daniels et al. (1992, *apud* Ogawa, 2003), em estudos trabalhando com camarão com casca e sem casca, observaram que uma porção significativa do dióxido de enxofre permanece na casca e que a retirada dela reduz o teor em >60%. Moura et al. (2008), encontrou grande faixa de variação de 26,7 ppm a 114,2 ppm, quando estudou sobre a contaminação de camarão no comércio de Natal-RN por resíduo de SO₂ devido ao uso de metabissulfito de sódio, e que há uma variação de absorção do conservante que vai de 49,5% a 72,8% apesar do esperado ser um teor de SO₂ residual menor no corpo do camarão, sendo apenas traços, já que a

concentração maior de metabissulfito ficaria no hepatopâncreas, localizado no cefalotórax do animal. Porém, no presente estudo, as amostras de camarão não foram analisadas com casca, podendo indicar o uso de concentração maior de metabissulfito e/ou maior tempo de exposição ao conservante.

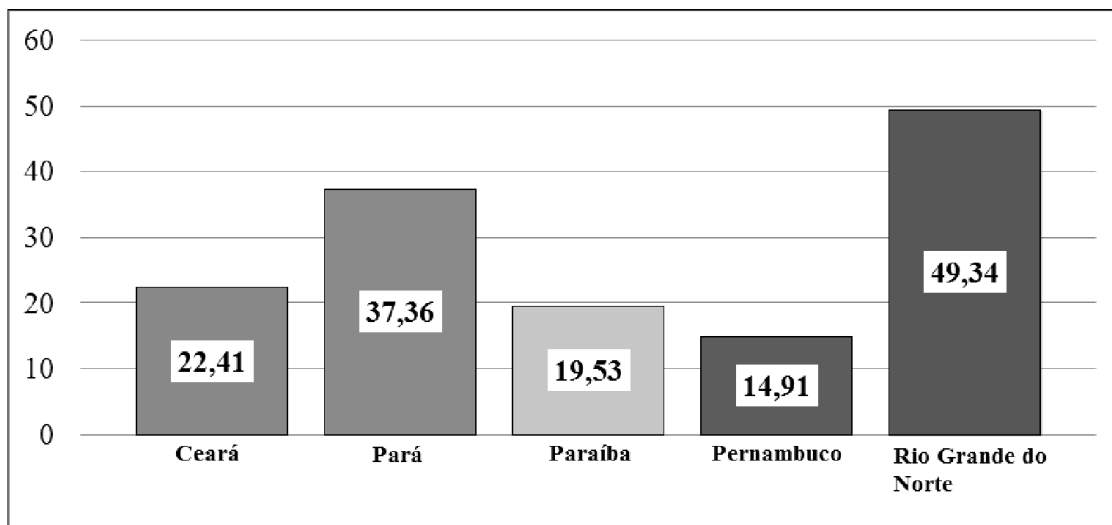


Figura 16. Teor residual médio de SO₂(ppm) por local de origem, na etapa de recepção de camarão em unidade de beneficiamento de Recife-PE.

Ainda, quanto ao camarão recebido com casca, 26,7% (4/15) das amostras analisadas eram de camarão rosa, que tiveram teor médio de 59,74 ppm, enquanto que as amostras de camarão cinza média de 32,02 ppm. Uma explicação para o maior teor de SO₂ no camarão rosa com casca, na recepção da indústria, seria pelo fato destes serem oriundos de regiões mais distantes da unidade de beneficiamento e o baixo teor residual do conservante ser potencialmente prejudicial à qualidade do camarão, visto que, segundo Ostrensky (2017), a melanose se inicia no exoesqueleto, base dos pleópodos e dos pereiópodos (patas) e final do corpo do camarão (telson).

O estado de origem com o maior teor residual médio de SO₂, nas amostras analisadas na recepção da indústria, foi o Rio Grande do Norte, com teor residual de SO₂ médio de 49,34 ppm, variações de 6,4 a 115,3 ppm, e com 66,7% (2/3) das amostras analisadas acima do limite máximo estabelecido para o produto final no mercado consumidor. O valor máximo encontrado foi semelhante ao encontrado por Moura (2008), ainda no estudo quanto à contaminação de camarão por resíduo de SO₂ no Rio Grande do Norte, quando também relatou ampla faixa de variação e máximo de 114,2 ppm de SO₂, evidenciando a não padronização no uso de metabissulfito e a necessidade de fiscalização no estado.

Estudos de Silva (2009), sobre o dióxido de enxofre residual em camarões comercializados no estado do Pará no ano de 2007, apontou teores médios de dióxido de

enxofre residual de 501 ppm para camarão com casca e 538 ppm dos camarões sem casca (não sendo a diferença considerada estatisticamente significativa), assim estando acima do limite máximo permitido pela legislação. Diferentemente, no presente estudo, as amostras do lote de camarão do Pará foram analisadas na recepção e tiveram média de 37,36 ppm e a amostra única de camarão rosa descascado e pré-cozido teve resultado de 51,24 ppm, acima do limite permitido pela legislação de camarão cozido para consumo, que é de 30 ppm no produto final (BRASIL, 1988).

Todas as amostras analisadas na recepção que se encontravam acima do limite máximo do teor residual de SO_2 em camarão para consumo eram oriundas de regiões mais distantes da unidade de beneficiamento de pescado, indicando uso de maior concentração e/ou tempo de exposição do produto ao conservante metabissulfito de sódio. A correlação positiva entre concentração de metabissulfito de sódio utilizado e teor residual de SO_2 em camarão foi reportada por Gama (2015) em estudos sobre a influência do teor residual de sulfito sobre a qualidade do camarão marinho, e Góes (2005), em estudo sobre o uso de metabissulfito de sódio na pós-colheita do camarão marinho. Andrade et al. (2015a), quando estudou a padronização da concentração da solução de metabissulfito de sódio e do tempo de imersão para camarão cultivado, também observou esta correlação, sugerindo que a imersão do camarão em solução a 3% por tempo de 13 minutos para obter músculo comestível dentro dos padrões da legislação.

A chegada, na indústria, do camarão com teor residual de dióxido de enxofre maior que o permitido para consumo, não representa um risco direto à saúde do consumidor, pois este ainda será submetido a processamento antes de ser comercializado. Porém, a grande quantidade de sulfito utilizado no camarão pode ser prejudicial à qualidade do camarão, como aponta Cintra et al. (1999), ao concluir que o metabissulfito de sódio pode ser responsável pela decomposição da trimetilamina, formando dimetilamina e formaldeído, esses comprometendo a qualidade do pescado. Sob o ponto de vista tecnológico, a degradação da trimetilamina, segundo Andrade et al. (2015b), promove perda da capacidade de retenção de água, endurecimento do músculo após o cozimento e diminuição da aceitabilidade. Gama (2015), conclui que a cor e textura ideal ocorrem quando o camarão é tratado com 20 g.kg^{-1} . Além disso, o excesso no uso de conservante pode representar desperdício do conservante, rejeição do lote pelo comprador/importador, necessidade de lavagens subsequentes do produto nas unidades de beneficiamento e prejuízos ao meio ambiente por descarte inadequado do efluente (GOÉS et al., 2006; ANDRADE et al., 2015b).

Em relação aos estados de origem, os baixos resultados das amostras analisadas, na recepção da indústria, oriundas do estado do Ceará, Pernambuco e Paraíba, diferem dos

encontrados por Ogawa (2003), em camarões comercializado no estado do Ceará, quando relatou 50% das amostras analisadas acima de 100 ppm e algumas chegando a valores acima de 300 ppm. Baixas quantidades do conservante podem não ser suficientes para evitar o desenvolvimento de melanose nos camarões. A melanose apesar de não oferecer risco a saúde, é considerada por Nollet et al. (2012) de grande importância econômica devido ao aspecto repugnante aos olhos do consumidor e também por desta forma estar descaracterizando o produto quanto seus critérios de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2017; 2018).

Cabe destacar que a maioria dos estudos encontrados na literatura tem o foco na análise do camarão comercializado, enquanto que o presente estudo tem foco na análise do teor residual de SO_2 na etapa de recepção da indústria processadora, que tem como papel primordial impedir que o camarão chegue ao consumidor fora dos padrões estabelecidos na legislação.

5 CONCLUSÃO

Deste modo, é possível concluir que não há padronização ou controle do uso do conservante metabissulfito de sódio pelos fornecedores de camarão, o que exige um constante monitoramento do teor residual de SO₂ na recepção do estabelecimento industrial para evitar perdas econômicas decorrentes da deterioração do produto, e garantir, ao mesmo tempo, a qualidade e a segurança do camarão que será processado e comercializado pela indústria e consumido pela população.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. T.; ARAÚJO, N. G.; VENTURA, A. P. M.; LIRA, A. L.; MAGNANI, M.; CAVALHEIRO, J. M. O. Standardization of sodium metabisulfite solution concentrations and immersion time for farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Ciência Rural**, v. 45, n.3, p.499-504, 2015a.

ANDRADE, L. T.; VENTURA, A. P. M. Uso do dióxido de enxofre na despesca e beneficiamento de camarão. **Revista Principia**, v. 1, n. 28, p. 66-77, 2015b.

BRASIL. Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961. **Dispõe sobre as Normas Técnicas Especiais Reguladoras do emprego de aditivos químicos a alimentos**. Brasília, DF, jan 1961.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional da Saúde. Resolução Nº4, 24 de novembro de 1988, **Aditivos intencionais**. Brasília, DF, nov 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Aprova Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA**. Brasília, DF, mar 2017.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 21, de 31 de maio de 2017. **Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado**, Brasília, DF, mai 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 191, de 26 de dezembro de 2018. **Proposta de Instrução Normativa, anexa, que estabelece o Regulamento Técnico sobre a identidade e requisitos mínimos de qualidade que deve atender o camarão fresco, o camarão resfriado, o camarão congelado, o camarão descongelado, o camarão parcialmente cozido e o camarão cozido**. Brasília, DF, dez 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Ofício Circular DIPOA Nº26/2010. **Limite Máximo de Glaciamento em Pescados Congelados**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. ° 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes**, complementa e altera a Resolução n. ° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 25 de 2 de junho de 2011. **Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de pescado e seus derivados**. Brasília, DF, jun 2011.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G. **Segurança alimentar na carcinicultura integrada**. In: OSTRENSKY, A.; COZES, N. et al (ed). **A produção integrada na carcinicultura**

Brasileira: Princípios e práticas para se cultivar camarões marinhos de forma mais racional e eficiente 1ed. Curitiba: Instituto GIA, v.2, 2017, cap.11, p238-269.

CINTRA, H. A.; OGAWA, N. B. P.; SOUZA, M. R.; DINIZ, F. M.; OGAWA, M. Decomposition of trimethylamine oxide related to the use of sulfites in shrimp. **Food Science and Technology**, v.19, n.3, p.314-317, 1999.

CONDEX STAN 192-1995. General standard for food additives. **Condex Alimentarius**.FAO: Roma: 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192e.pdf> acessado em: dez. 2018.

EFSA.PANEL ON FOOD ADDITIVES AND NUTRIENT SOURCES ADDED TO FOOD (ANS). Scientific Opinion on the re-evaluation of sulfur dioxide (E 220), sodium sulfite (E 221), sodium bisulfite (E 222), sodium metabisulfite (E 223), potassium metabisulfite (E 224), calcium sulfite (E 226), calcium bisulfite (E 227) and potassium bisulfite (E 228) as food additives. **EFSA Journal**, v. 14, n. 4, p. 4438, 2016.

EMBRAPA. Pesca e aquicultura, 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>>.Acesso em: 25 dez. 2018.

FAO.**Report highlights growing role of fish in feeding the world**. Roma: Food Agriculture Organization. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/231522/icode/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Collections, 2016**. Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/collections/en>>. Acesso em: 4 de jan de 2019.

FAVERO, D. M.; RIBEIRO, C. S. G.; AQUINO, A. D. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.18, n.1, p. 11-20, 2011.

FDA. Food and Drugs Administration. **Monier-Williams Procedure (With Modifications) for Sulfites in Food, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration (November 1985)**. Code of Federal Regulation title 21, 2019. Disponível em <<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?an=21:2.0.1.1.2.7.1.3.1>>. Acesso em: 04 de jan de 2019.

FDA. Food additive status list. Food and Drugs Administration, 2019. Disponível em <<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm091048.htm>>.Acesso em: 14 jan. 2019.

FIB. Conservação de Alimentos por aditivos químicos. **Food Ingredients Brasil**. n.22, 2012. Disponível em <<http://www.revista-fi.com/materias/247.pdf>>.Acesso em: 14 jan. 2019.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; MORAIS, L. F. S.; PAULINO, D. W.; GOMES, R. B. Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. **Eng. sanit. ambient**, v. 11, n. 3, p. 231-240, 2006.

FOSSATI, A. M. N. **Influência de aditivos alimentares sobre as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do camarão *Xyphopenaeus kroyeri***. Porto Alegre, 2014. 90p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Veterinária. Universidade federal do Rio Grande do Sul.

GAMA, L. G. **Influência do teor residual de sulfito sobre a qualidade do camarão marinho**. João Pessoa, 2015. 86p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Paraíba.

GÓES, L. M. N. B. **Uso do metabissulfito de sódio na pós-colheita da camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**. Recife, 2005. 85p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GÓES, L. M. N. B.; MENDES, P. P.; MENDES, E. S.; RIBEIRO, C. M. F.; SILVA, R. P. P. Uso do metabissulfito de sódio no controle de microorganismos em camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Biological Sciences**, v.28, n.2, p153-157, 2006.

HUSS, H. H. **Quality and quality changes in fresh fish**. Rome: FAO, Fisheries Technical paper, n. 348. 1995.

IBGE. **Produção da aquicultura por tipo de produto, ano 2017**. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940#resultado>>. Acesso em: 4 de jan de 2019.

LOPES, L. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F.M. Perfil do Consumo de Peixes pela População Brasileira. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p.62-65, 2016.

MACHADO, T. M. ;FURLAN, E. F.; NEIVA, C., CASARINI, L.; ALEXANDRINO DE PÉREZ, A. C.; LEMOS NETO, M. J.; & TOMITA, R. Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal de municípios da costa sul de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 3, p. 213-223, 2010.

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

MARTINELLI, M. J.; FREITAS JÚNIOR, J. R. C. **Diagnóstico da carcinicultura marinha no estado do Pará**. In: BARROSO, G.F.; POERSCH, L.H.S; CAVALLI, R.O.(ed). **Sistemas de cultivos aquícolas: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. cap. 29, p. 273-290.

MOURA, E. F.; DANTAS, T. N. C.; SANTOS, M. J. Contaminação de camarão no comercio do Natal-RN por resíduo de SO₂ devido ao uso de metabissulfito. **Revista Uni-RN**,v. 7, n. 1, p. 63, 2008.

NOLLET, L. M. L; CHEN, F.; BOYLSTON, T.; COGGINS, P. C; GLORIA, M. B. **Handbook of Meat, Poultry and seafood Quality**, Wiley-Blackwell, 2 ed, 719p, 2012.

NUNES, A.J.P. O cultivo de camarão marinhos no nordeste do Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, V. 11, n. 65, p. 26-33, 2001.

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

OSTRENSKY, A. **Aspectos biológicos e fisiológicos de interesse para a carcinicultura**. In: OSTRENSKY, A.; COZES, N. (ed). **A produção integrada na carcinicultura Brasileira: Princípios e práticas para se cultivar camarões marinhos de forma mais racional e eficiente** 1ed. Curitiba: Instituto GIA, v.2, 2017, p 24-62.

OSTRENSKY, A.; COZES, N. **Um breve histórico da carcinicultura marinho Brasil** In: OSTRENSKY, A.; COZES, N. (ed). **A produção integrada na carcinicultura Brasileira: Princípios e práticas para se cultivar camarões marinhos de forma mais racional e eficiente** 1ed. Curitiba: Instituto GIA, v.2, 2017, p 64-69.

PIZZOFERRATO, L.; LULLO, G. D.; QUATTRUCCI, E. Determination of free, bound and total sulphites in foods by indirect photometry-HPLC. **Food Chemistry**, v. 63, n. 2, p275-279, 1998.

SILVA JUNIOR, I. F; OLIVEIRA, V. C. A aplicação do controle estatístico de processo numa indústria de beneficiamento de camarão marinho no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 3, 2005.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Saúde. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Adolfo Lutz, 2008.

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

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011. 78p

VIEIRA, K.P.B.A. **Influência da concentração de metabissulfito de sódio e tempo de exposição do camarão *Litopenaeus vannamei*** (Bonne, 1931). Recife, 2006. 70p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VIEIRA, K. P. B. A. Influência do aquecimento sobre diferentes métodos de titulação de SO₂ residual em camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, 2008.

VYNCKE, W. **Determination of total sulfite in shrimp: a review of methodology**. 14th meeting of the Working Group on Analytical Methods of the West-European Fish Technologists' Association (WEFTA), Nantes, 1991.

VYNCKE, W. **Determination of total sulfite in shrimp with rapid steam distillation methods**. 15th meeting of the Working Group on Analytical Methods of the West-European Fish Technologists' Association (WEFTA), Hamburg, 1992.

WARNER, C.R.; FAZIO, T. A review of sulphites in foods: analytical methodology and reported findings. **Food Additives & Contaminants**, v. 7, n. 4, p. 433-454, 1990.

WHO. World Health Organization. **Evaluation of certain food additives (Fifty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)**. Geneva: World Health Organization, 2010.

YOKOYAMA, V.A. **Qualidade do camarão da espécie *Xyphopenaeus kroyeri* mediante a ação dos agentes antimelanóticos**. Piracicaba, 2007. 126p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

ZENG, Q.Z.; THORARINSDOTTIR, K.A.; OLAFSDOTTIR, G. Quality of shrimp (*Pandalus borealis*) stored under different cooling conditions. **Journal of Food Science**, v.70, n.7, p 459-466, 2005.