



Escola Superior de Ciências Marinhas E Costeiras

Monografia para obtenção de grau de licenciatura em Química Marinha

Avaliação do Efeito do sulfato de Amónio na Extracção de Lípidos e Bases Voláteis Totais de Nitrogenio (BVT-N) em Bagre Africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

Autor:

(José Armando Molagueliua)

Quelimane, Novembro de 2025



Escola Superior de Ciências Marinhas E Costeiras

Monografia para obtenção de grau de licenciatura em Química Marinha

Avaliação do Efeito do sulfato de Amónio na Extracção de Lípidos e Bases Voláteis Totais de Nitrogenio (BVT-N) em Bagre Africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

Autor:

(José Armando Molagueliua)

Presidente de Juri:

(Msc. Tomas Samo)

Supervisor:

(Lic. Hélder João)

Avaliador:

(Lic. Paula Milice)

Quelimane, Novembro de 2025

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família Molagueliua, que sempre acreditou em mim e depositou em mim a sua confiança. Em especial, ao meu saudoso pai, Armando Molagueliua, que já não está entre nós, mas cuja memória permanece viva no meu coração, e à minha mãe, Marta Pauzinho, pelo amor, força e apoio incondicionais.

Estendo igualmente esta dedicação aos meus irmãos Armando Molagueliua, Último Armando Molagueliua, Jaime Armando Molagueliua, Leonardo Armando Molagueliua, Madalena Armando Molagueliua, Justina Armando Molagueliua e à minha “versão feminina”, Estefânia Armando Molagueliua, que, cada um à sua maneira, contribuíram para que esta conquista fosse possível.

Agradecimentos

A Deus, agradeço, em primeiro lugar, pela dádiva da vida, pela saúde, pela proteção e pela oportunidade de concluir esta etapa académica, permitindo-me chegar até aqui com determinação e perseverança.

Ao meu orientador, dr. Hélder João, manifesto a minha mais sincera gratidão pelo acompanhamento dedicado, pela orientação precisa e pela disponibilidade constante para esclarecer dúvidas e partilhar conhecimentos. O seu apoio foi determinante para a concretização deste trabalho.

À minha família, base sólida e fonte de inspiração, agradeço, de forma especial, aos meus pais Armando Molagueliua (que descanse em paz) e Marta Pauzinho pelo amor incondicional, pelos valores transmitidos e pelo incentivo permanente. Aos meus irmãos, Leonardo Armando, Último Armando, Justina Armando e Jaime Armando, expresso a minha gratidão pelo suporte inabalável em todas as fases deste percurso.

À minha companheira, Marisa Trindade, agradeço pela paciência, compreensão e encorajamento constantes, elementos essenciais para a superação de desafios ao longo destes anos.

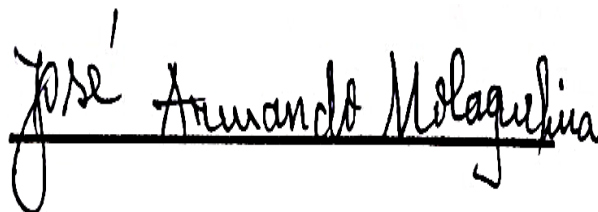
Aos colegas de longa data Hélio Pereira Magalua, Luís Alexandre Simbine, Bento Arlindo Manuari, Ali Daudó Omar, Amina Ali Sufo, Jéssica de Fátima Morengo, Ludónio Verde Leão, Sinata Djede, Erica Doda, Rogério Ocomane, Izac Carimo, Osvaldo Nazaré, Josefina Lampião, Neide Horta, Sandra Lucas, Gécia Direitinho e Daniel Sacur agradeço pela amizade e solidariedade e por demonstrarem que a união é um valor inestimável.

Ao corpo docente da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, pelo compromisso com a formação académica e pela dedicação à excelência no ensino, dirijo o meu reconhecimento, em especial à Msc. Inocência Paulo, Msc. Yolanda Mula, dra. Paula Catarina Milice, Msc. Carlota Alves, Msc. Sara Tembe, Msc. Célio Machaieie, Msc. Anabela Cafermane, Msc. Teófilo Ferraz, Msc. Banito Magestade, Msc. Rodrigues Pita, Prof. Doutor Fialho Nihama, Msc. Anselmo Chauque, Dr. Emílio Alfandega, Dr. Noca Furaca, dra. Adelina Langa e Msc. Horácio Respeito.

Por fim, reitero a minha gratidão ao dr. Hélder João, não apenas pela orientação académica, mas também pela atenção, compreensão e incentivo pessoal ao longo desta jornada.

Declaração de honra

Eu, José Armando Molagueliua declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de licenciatura em Química Marinha, pela Universidade Eduardo Mondlane.

A handwritten signature in black ink, reading "José Armando Molagueliua". The signature is written in a cursive style and is positioned above a solid horizontal line.

(José Armando Molagueliua)

Quelimane, Novembro de 2025

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de sulfato de amónio na extração de lípidos e bases voláteis totais de nitrogenio (BVT-N) no bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) em concentrações diferentes (0,1%, 0,3% e 0,5%). A metodologia baseou-se na fortificação das amostras com o sulfato de Amónio, seguida de análise em intervalos de tempo distintos (0, 2, 4 e 6 dias), aplicando-se técnicas laboratoriais padronizadas como a extracção por Soxhlet para os lípidos e destilação por arraste de vapor para a determinação das BVT-N. O pH foi medido com pH-metro digital após homogeneização das amostras em solução de ácido tetra acético. Os resultados demonstraram que a adição de sulfato de amónio influenciou significativamente os parâmetros avaliados. Para o bagre africano, observou-se aumento progressivo dos valores de BVT-N com a elevação da concentração do sulfato de amónio, atingindo 120,96 mg/100g com 0,5% de sulfato de amónio. O teor de lípidos também aumentou, alcançando 2,70% na mesma condição. No camarão rosa, o mesmo padrão foi identificado para as BVT-N, com máximo de 143,09 mg/100g, mas os lípidos apresentaram picos distintos, sendo o maior valor (0,424%) registado com 0,1% de sulfato de amónio. O pH manteve-se estável nas amostras fortificadas, demonstrando a capacidade do sulfato de amónio em limitar a acidez. A discussão permitiu estabelecer que o sulfato de amónio que atua como agente que precipita as proteínas, facilitando a extração de lípidos e compostos voláteis relevantes para a caracterização da qualidade do pescado. Além disso, os resultados mostram que o bagre africano apresentou teores lipídicos superiores aos do camarão rosa, enquanto este revelou maior concentração de compostos nitrogenados voláteis. Conclui-se que a aplicação de sulfato de amónio, aliada ao controlo do tempo de exposição, pode representar uma estratégia viável na caracterização do teor lipídico do pescado, contribuindo para melhorar o aproveitamento bioquímico de espécies estudadas.

Palavras-chave: Bagre africano, camarão rosa, lípidos, BVT-N, sulfato de amónio, Extração no pescado.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of ammonium sulfate on the extraction of lipids and total volatile base nitrogen (BVT-N) in African catfish (*Clarias gariepinus*) and pink shrimp (*Metapenaeus monoceros*) at different concentrations (0.1%, 0.3%, and 0.5%). The methodology was based on the fortification of samples with ammonium sulfate, followed by analysis at different time intervals (0, 2, 4, and 6 days), applying standardized laboratory techniques such as Soxhlet extraction for lipids and steam distillation for the determination of BVT-N. The pH was measured with a digital pH meter after homogenization of the samples in tetraacetic acid solution. The results demonstrated that the addition of ammonium sulfate significantly influenced the evaluated parameters. For African catfish, a progressive increase in BVT-N values was observed with increasing ammonium sulfate concentration, reaching 120.96 mg/100g with 0.5% ammonium sulfate. The lipid content also increased, reaching 2.70% under the same conditions. In pink shrimp, the same pattern was identified for BVT-N, with a maximum of 143.09 mg/100g, but the lipids presented distinct peaks, with the highest value (0.424%) recorded with 0.1% ammonium sulfate. The pH remained stable in the fortified samples, demonstrating the ability of ammonium sulfate to limit acidity. The discussion established that ammonium sulfate acts as a protein precipitator, facilitating the extraction of lipids and volatile compounds relevant to characterizing fish quality. Furthermore, the results show that African catfish had higher lipid levels than pink shrimp, while the latter had a higher concentration of volatile nitrogen compounds. It is concluded that the application of ammonium sulfate, combined with controlled exposure time, may represent a viable strategy for characterizing fish lipid content, contributing to improving the biochemical utilization of the species studied.

Keywords: African catfish, pink shrimp, lipids, BVT-N, ammonium sulfate, Extraction in fish.

Lista de figuras

Figura 2: Principais etapas do processo de deterioração do pescado, desde o estado fresco até à perda total da qualidade, envolvendo fenómenos como liberação de muco, rigidez cadavérica, digestão química, autólise e degradação bacteriana. Fonte (Olafsdóttir et al., 2019)	11
Figura 3: Localização e Delimitação da área de estudo. Fonte: Autor.	13
Figura 4: Comparação temporal do teor de lípidos entre bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>) em concentrações diferentes 0,1%, 0,3% e 0,5% de sulfato de amónio, com curvas sobrepostas por tempo (0, 2, 4 e 6 dias).....	22
Figura 5: Variação das BVT-N no bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>) em função do tempo e da concentração de sulfato de amónio.	23

Lista de Tabelas

Tabela 1: Composição Química dos diferentes tipos de pescado. Fonte (Pateiro et al., 2021).....	5
Tabela 2: Variação do PH no Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>) e do Bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) submetido a diferentes concentrações de sulfato de amónio durante a extração , reflectindo o efeito do sulfato de amónia no controlo das alterações bioquímicas iniciais.....	18
Tabela 3: Alterações nos teores de Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (BVTN) no bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>) durante a extração, sob diferentes concentrações de sulfato de amónio.	20
Tabela 4: Evolução do teor de lípidos no Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>) e bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) ao longo da exposição em função do tempo (0, 2, 4 e 6 dias) sob efeito de diferentes concentrações de sulfato de amónio (0,1%, 0,3% e 0,5%).	21

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de Abreviaturas

- pH — Potencial hidrogeniónico (medida de acidez/ alcalinidade)
- BVT-N — Bases Voláteis Totais Nitrogenadas
- mg/100g — Miligrama por 100 gramas (unidade de concentração)
- % — Percentagem.
- (código 016QLQ) — É um código de balão volumétrico
- (código 008QLQ) — É um código de balança analítica
- (LIP) — Laboratório de Inspeção do Pescado

Lista de Símbolos

- NH_4^+ — Ião amónio (presente no sulfato de amónio)
- SO_4^{2-} — Ião sulfato (presente no sulfato de amónio)
- H_2O — Água
- CO_2 — Dióxido de carbono
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — Sulfato de amónio.

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos.....	ii
Declaração de honra	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Lista de figuras	vi
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de abreviaturas, símbolos e siglas	viii
Lista de Abreviaturas.....	viii
Lista de Símbolos	viii
CAPITULO I: Introdução.....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Problema de Pesquisa	2
1.2. Justificativa.....	3
1.3. Hipóteses	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Geral	4
1.4.2. Específicos	4
CAPITULO II: Revisão de literatura.....	5
2. Revisão de Literatura.....	5
2.1. Composição química de pescados	5
2.2. Definição de Lípidos	6
2.3. Importância dos lípidos	7
2.4. Lipídios no Bagre Africano (<i>Clarias gariepinus</i>)	7
2.5. Lipídios no Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>)	8

2.6.	Bases voláteis totais nitrogenadas (BVT-N).....	8
2.7.	PH como indicador de qualidade em pescados.....	9
2.8.	Alterações bioquímicas no armazenamento de pescados	11
2.9.	Sulfato de amónio ((NH ₄) ₂ SO ₄) na extração de lípidos e compostos voláteis totais.	12
CAPITULO III: Metodologia		13
3.	Metodologia	13
3.1.	Localização e Descrição Área de Estudo.....	13
3.2.	Materiais e Métodos	14
3.2.1.	Amostragem	14
3.3.	Análises laboratoriais	15
3.3.1.	Determinação do pH em Bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).....	15
3.3.2.	Determinação das Bases Voláteis Totais de Nitrogénio (BVT-N) em Bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>)	15
3.3.3.	Quantificação do teor de lípidos no Bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).....	16
3.4.	Análise dos Dados	17
CAPITULO IV: Resultados		18
4.	Resultados	18
4.1.	Bagre Africano(<i>Clarias gariepinus</i>).	18
4.2.	Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).....	18
4.3.	Quantificação de BVT-N em Bagre Africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).....	19
4.3.1.	Bagre Africano (<i>Clarias gariepinus</i>).	19
4.3.2.	Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).	19
4.4.	Determinação Lípidos em Bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>) e Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>)	20

4.4.1.	Bagre Africano (<i>Clarias gariepinus</i>)	20
4.4.2.	Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>)	20
4.5.	Relação entre os teores de lípidos de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).	21
4.5.1.	Relação entre os teores de bases voláteis totais de nitrogenio de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).....	22
CAPITULO V: Discussão dos Resultados.....		24
5.	Discussão dos Resultados.....	24
5.1.	Camarão rosa (<i>Metapenaeus monoceros</i>).....	24
I.	pH	24
II.	BVTN (base volátil total de nitrogénio)	24
III.	Lipídios	25
5.2.	Relação entre os teores de lípidos e bases voláteis totais de nitrogenio de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).	26
	BVT-N	26
	Lipídios	27
CAPITULO VI: Conclusão e Recomendação.....		28
6.	Conclusão e recomendação	28
6.1.	Conclusão	28
6.2.	Limitações e Recomendações	29
7.	Referenciasbibliográficas	30
8.	Anexos.....	34
	Figura 1: Script used	35
	Figura 2: Script used	35

CAPITULO I: INTRODUÇÃO

1. Introdução

O sulfato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$, atua como fortificadoras, ou seja, com o papel de incrementar o nitrogênio não proteico em ensaios de quantificação de BVT-N (Howgate, 2009). A extração de bases voláteis totais (BVT-N) em organismos aquáticos refere-se à quantificação de compostos nitrogenados voláteis, principalmente amoníaco (NH_3), trimetilamina (TMA) e dimetilamina (DMA), que se formam durante o processo de degradação do tecido muscular, especialmente por ação de enzimas e da microbiota durante o armazenamento ou deterioração (Santos et al., 2017). E para extração de lipídios É um processo que visa separar os lipídios das demais substâncias, como proteínas, carboidratos e sais minerais, para posterior análise qualitativa ou quantitativa, por outra podemos dizer que a extração de lipídios consiste na separação física dos lipídios de uma matriz biológica, normalmente utilizando solventes orgânicos que dissolvem os lipídios, mas não os outros componentes celulares (Christie, 2003).

Estes parâmetros permitem avaliar a integridade bioquímica dos tecidos e prever a vida útil do produto, funcionando como indicadores fundamentais da qualidade do pescado durante o armazenamento (Huss, 1995). Portanto, este trabalho contribui para a compreensão dos efeitos do sulfato de amônio na qualidade bioquímica de produtos aquáticos e fornece subsídios para futuras aplicações na conservação e valorização nutricional de mariscos, beneficiando a segurança alimentar e a saúde humana por meio de proteínas de qualidade e lipídios essenciais.

Entre as técnicas utilizadas, a extração de lipídios tem sido amplamente estudada, pois os lipídios são compostos essenciais para a alimentação humana, além de estarem intimamente relacionados com a qualidade nutricional e o valor comercial do pescado (Mendonça et al., 2018). Além disso, a quantificação das bases voláteis totais nitrogenadas (BVT-N) é um indicador importante da degradação proteica, sendo crucial para avaliar a frescura do pescado e monitorar a ação de processos de deterioração microbiológica (Bellido et al., 2021).

Deste modo, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos do sulfato de amônio na extração de lípidos e compostos nitrogenados em bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*), bem como determinar a influência do tempo e da concentração do sulfato de amônio nos parâmetros químicos dos mesmos.

1.1. Problema de Pesquisa

A determinação da qualidade bioquímica de produtos pesqueiros é um dos principais desafios na química marinha e na indústria alimentar, especialmente no que se refere à estabilidade de compostos lipídicos e nitrogenados.

A deterioração do pescado está associada à oxidação dos lípidos e à formação de compostos voláteis nitrogenados, como amónia (NH_3), trimetilamina (TMA) e dimetilamina (DMA), produzidos pela ação enzimática e microbiana durante o armazenamento (Santos et al., 2017; Huss, 1995). A extração e quantificação desses componentes requerem metodologias precisas e adaptadas ao tipo de amostra biológica. O uso de solventes orgânicos em métodos clássicos, como Soxhlet ou Bligh & Dyer, embora amplamente validado, apresenta limitações relacionadas à toxicidade e à eficiência em matrizes com elevada concentração proteica, como peixes e crustáceos (Christie, 2003; Siqueira, 2006; AOAC, 2019).

Nesse contexto, o sulfato de amónio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) surge como um reagente alternativo de grande interesse por actuar como agente precipitante de proteínas e promotor da liberação de lípidos e compostos voláteis (Costa et al., 2021; Cavalcante et al., 2020). Estudos demonstram que a sua aplicação pode melhorar o rendimento de extração de lípidos e bases voláteis totais de nitrogénio (BVT-N), sem recorrer a solventes tóxicos, além de estabilizar o pH durante o processo de extração (Benjakul & Bauer, 2020; Karthiga et al., 2018). Contudo, ainda são escassas as investigações sobre a influência do sulfato de amónio na extração simultânea de lípidos e BVT-N em espécies tropicais de relevância socioeconómica em Moçambique, como o *Clarias gariepinus* e o *Metapenaeus monoceros*.

Diante disso, analisar o efeito do sulfato de amónio na extração de lípidos e na quantificação de BVT-N em espécies de interesse socioeconómico, como o bagre africano (*Clarias gariepinus*) e o camarão rosarosa (*Metapenaeus monoceros*), torna-se essencial para o desenvolvimento de metodologias mais eficazes, acessíveis e adaptadas às condições laboratoriais locais. *Dai que surge a seguinte questão:*

De que forma o sulfato de Amónio poderá influenciar na Extração de Lípidos e Bases Voláteis Totais de Nitrogénio (BVT-N) em Bagre Africano (Clarias gariepinus) e Camarão rosa (Metapenaeus monoceros)?

1.2.Justificativa

A escolha deste tema foi pelo facto de que há interesse em (LIP) validar o método nos parâmetro de bases volateis e lípidos. Por esta razão houve a necessidade de se fazer um estudo para avaliar o efeito de sulfato de amónio na extração de lípidos e bases volateis em espécie *Clarias gariepinus* e *Metapenaeus monoceros*. Alem disso, o conhecimento do teor de lipídios nos alimentos é de extrema importância para uma boa orientação na dieta de um indivíduo, portanto compreender como o sulfato de amónio afeta a estabilidade dos lípidos em *clárias gariepinus* e *Metapenaeus monóceros* é crucial para a identificação de teores ideais de lipídios e BVT-N que contribuem para melhorar o aproveitamento nutricional de peixes e mariscos, e reduz riscos de deterioração. Alem disso os resultados deste estudo poderão melhorar a saúde publica, e a indústria alimentar.

1.3.Hipóteses

- **Hipótese (H₀):** O uso de sulfato de amónio não influencia significativamente os teores de lipídios nas amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)
- **Hipótese (H₁):** O uso de sulfato de amónio influencia significativamente os teores de lipídios nas amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral

- Avaliar o Efeito do sulfato de Amónio na Extração de Lípidos e Bases Voláteis Totais de Nitrogenio (BVT-N) em Bagre Africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

1.4.2. Específicos

- Quantificar as (BVT-N) e pH nas amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%);
- Quantificar os lípidos nas amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%);
- Relacionar os teores de lípidos e bases voláteis totais de nitrogenio de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).

CAPITULO II: REVISÃO DE LITERATURA

2. Revisão de Literatura

2.1.Composição química de pescados

Os pescados, incluindo peixes e mariscos como o camarão, constituem uma fonte alimentar de elevada qualidade nutricional, sendo amplamente consumidos em diversas regiões do mundo. A sua composição química distingue-se por um elevado teor de água, proteínas de alto valor biológico, quantidades variáveis de lípidos, bem como vitaminas e minerais essenciais à saúde humana (Cruz, 2023). Em geral, os peixes e crustáceos apresentam entre 65% e 80% de água, 15% a 20% de proteína e de 0,1% a mais de 10% de lípidos, dependendo da espécie, habitat, fase de crescimento e estado fisiológico (Chua, 2019).

Tabela 1: Composição Química dos diferentes tipos de pescado. Fonte (Pateiro *et al.*, 2021)

Categoria	Espécie	Água (%)	Carboidratos (%)	Proteínas (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
Crustáceos	Caranguejo	80	0.6	16.1	1.6	1.7
Crustáceos	Lagosta	79.2	0.5	16.2	1.9	2.2
Moluscos	Carne de marisco	80.3	3.4	12.8	1.4	2.1
Moluscos	Ostras	80.5	5.6	9.8	2.1	2
Peixes com ossos	Anchova	74.6	0	20.5	4	1.2
Peixes com ossos	Bacalhau	82.6	0	16.5	0.4	1.2
Peixes com ossos	Salmão (Pacífico)	63.4	0	17.4	16.5	1

Segundo flexa *et al.*, (2016), as proteínas presentes nos pescados são consideradas completas, por conterem todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para o organismo humano. Estas proteínas são altamente digestíveis, devido à reduzida presença de tecido conjuntivo no músculo dos peixes e mariscos, o que favorece a sua rápida degradação durante a digestão. Este perfil proteico contribui significativamente para o crescimento, reparação e manutenção dos tecidos do corpo humano, sendo particularmente importante em dietas com elevado valor nutricional (Lopes *et al.*, 2016).

Os lípidos dos pescados também são de grande importância, não apenas como fonte de energia, mas, sobretudo pelo seu conteúdo em ácidos gordos polinsaturados, nomeadamente os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), ambos do tipo ómega-3 (Lopes *et al.*, 2016). Estes compostos estão associados a benefícios comprovados para a saúde cardiovascular, desenvolvimento

neurológico e função imunitária (Coelho *et al.*, 2017). Espécies magras, como o bacalhau, apresentam baixos teores de lípidos (<2%), enquanto espécies mais gordas, como o atum, podem ultrapassar os 10%, tornando-se fontes privilegiadas destes nutrientes.

Além das proteínas e dos lípidos, os pescados fornecem diversos micronutrientes essenciais. Destacam-se as vitaminas do complexo B (B1, B2, B6, B12), vitamina D e A, bem como minerais como ferro, fósforo, cálcio, iodo, zinco e selénio (Maia *et al.*, 2021). Estes elementos têm funções cruciais no metabolismo celular, na formação de glóbulos vermelhos, na manutenção da saúde óssea e no fortalecimento do sistema imunitário, reforçando o papel dos pescados numa alimentação equilibrada (Sartori & Amâncio, 2012).

Importa ainda referir que a composição química influencia diretamente a perecibilidade dos pescados. A elevada quantidade de água e a riqueza em compostos nitrogenados e lípidos tornam-nos altamente suscetíveis à deterioração microbiológica e enzimática após a captura. Este facto torna indispensável o uso de métodos adequados de conservação e processamento, como a adição de conservantes ou o controlo da temperatura, para preservar a qualidade e a segurança do produto durante o armazenamento e a comercialização (Fonseca *et al.*, 2024).

2.2. Definição de Lípidos

Lípidios são substâncias de origem animal, vegetal ou microbiana que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, especialmente, naqueles de baixa e média polaridade. Representam a segunda fonte de energia para o consumo da célula, depois dos glicídios.

De acordo com Huss (1999) fundamentam a importância nutricional dos ácidos gordos nos seres humanos, considerados essenciais pois não são sintetizados pelo organismo humano e são responsáveis pelo crescimento humano e a cicatrização das lesões específicas da pele, em destaque os ácidos linoleicos e linolénicos.

- a) $H_3C - (CH_2)_4 - (CH=CH-CH_2)_2 - (CH_2)_6 - COOH$
- b) $H_3C - CH_2 - (CH=CH-CH_2)_3 - (CH_2)_6 - COOH$
- c) $H_3C - (CH_2)_4 - (CH=CH-CH_2)_4 - (CH_2)_2 - COOH$
- d) $H_3C - CH_2 - (CH=CH-CH_2)_5 - (CH_2)_2 - COOH$
- e) $H_3C - CH_2 - (CH=CH-CH_2)_6 - CH_2 - COOH$

2.3.Importância dos lípidos

Os lípidos além de serem conhecidos por serem insolúveis em água, são substâncias que possuem várias funções nos organismos vivos. Desempenham funções bioquímicas e fisiológicas fundamentais no organismo animal, nas células atuam como reserva energética (tecido adiposo) e estrutural (membrana celular lipoprotéica); quando metabolizados pela célula fornecem 9,40 Kcal de energia (2,25 vezes mais energia do que os carboidratos); também possibilita a condução nervosa e previne a perda de calor, e ainda auxilia na absorção de vitaminas, e agem como camada de proteção dos tecidos e do corpo (Botham e Mayes, 2012).

Os componentes lipídicos, principalmente os ácidos graxos, que estão presentes nas mais diversas formas de vida, desempenhando importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos (Sousa, 2016).

2.4.Lipídios no Bagre Africano (*Clarias gariepinus*)

O bagre africano é uma das espécies mais cultivadas em sistemas de aquicultura devido à sua resistência e alta taxa de crescimento. Este peixe apresenta uma composição lipídica que varia consideravelmente com fatores como dieta, idade e condições de cultivo. De maneira geral, o bagre tem uma proporção significativa de lipídios insaturados, particularmente ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, que são altamente valorizados do ponto de vista nutricional (Gomes *et al.*, 2023).

Os lipídios no bagre africano são importantes não apenas por sua contribuição nutricional, mas também por influenciar as características sensoriais do pescado, como sabor, textura e frescor. A quantidade de lipídios totais pode variar entre 3% a 8% do peso corporal total, dependendo da dieta e da fase de desenvolvimento do animal (Silva *et al.*, 2022). O perfil lipídico deste peixe é caracterizado por uma maior proporção de ácidos graxos insaturados, com destaque para o ácido oleico (C18:1) e ácido linoleico (C18:2), ambos conhecidos por seus efeitos benéficos à saúde cardiovascular humana (Santos *et al.*, 2021).

Entretanto, como é o caso de muitos peixes, o bagre africano é vulnerável à oxidação lipídica, especialmente em condições de armazenamento inadequado. A oxidação dos lipídios pode afetar negativamente o sabor e a textura, além de gerar compostos voláteis indesejáveis que comprometem a qualidade sensorial do produto (Bello *et al.*, 2020). Portanto, a extração e preservação dos lipídios no processamento do bagre são etapas essenciais para manter a qualidade do pescado durante o armazenamento e comercialização.

2.5.Lipídios no Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

O camarão rosa é uma das espécies de camarão rosa mais consumida em todo o mundo, especialmente devido à sua alta taxa de crescimento e excelente aceitação no mercado. A composição lipídica do camarão rosa é distinta e, em geral, contém lipídios com alto valor nutricional, particularmente ricos em ácidos graxos essenciais como ômega-3 (EPA e DHA), que têm sido associados a benefícios para a saúde humana, como a redução do risco de doenças cardiovasculares (Farias et al., 2021).

Em termos de quantidade, o camarão rosa pode apresentar entre 1% a 3% de lipídios totais em seu peso corporal, com variações dependendo da alimentação e da fase de cultivo. A maior parte dos lipídios presentes são lipídios estruturais (fosfolipídios), essenciais para a integridade das membranas celulares, e lipídios energéticos, como triacilgliceróis, que são usados como reserva energética (Rodrigues et al., 2020). Como resultado, o camarão rosa é considerado uma excelente fonte de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), particularmente os ômega-3, que são amplamente reconhecidos por suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (Costa et al., 2022).

No entanto, a oxidação lipídica é um desafio significativo na conservação do camarão, dado que os lipídios poli-insaturados são altamente suscetíveis à perda de qualidade sensorial e nutricional quando expostos ao oxigênio e à luz (Santos et al., 2021). A extração eficaz de lipídios e a preservação da qualidade nutricional são, portanto, essenciais para garantir que o camarão rosa mantenha suas propriedades sensoriais e nutricionais durante o processamento e armazenamento.

2.6.Bases voláteis totais nitrogenadas (BVT-N)

A avaliação das Bases Voláteis Totais de Nitrogênio (BVT-N) em espécies de peixes, incluindo bagres africanos (*Clarias gariepinus*) e camarões, fornece informações úteis sobre o frescor e a qualidade dos frutos do mar. Compostos de BVT-N, como amônio, trimetilamina e dimetilamina, são produtos da degradação de proteínas que aumentam com o tempo de armazenamento prolongado ou com a ação microbiana, servindo como indicadores críticos de frescor. Níveis elevados de BVT-N estão associados à perda da qualidade sensorial e a potenciais riscos à saúde (Faria et al., 2022).

Diversos estudos demonstram que o camarão rosa possui tendência a desenvolver maiores concentrações de BVTN em comparação com peixes de água doce, mesmo em condições de temperatura controlada. Em (*Metapenaeus monoceros*), o TVB-N (que engloba as BVT-N) cresce de forma quase linear com o tempo, refletindo a vulnerabilidade das proteínas crustáceas à degradação enzimática e microbiana (Pan et al., 2019). O bagre, por outro lado, apresenta valores moderados de BVT-N apesar da presença de

amónia plasmática, devido a mecanismos fisiológicos que regulam a excreção de nitrogénio (FAO, 2020).

Em análises comparativas entre peixes e crustáceos, observa-se que os crustáceos tendem a atingir limites críticos de BVTN mais depressa, exigindo controlo mais rigoroso quanto ao tempo e à temperatura de armazenagem. Por exemplo, valores superiores a 30–35 mg N/100 g em camarão rosa indicam deterioração significativa, enquanto esse limite em peixes pode ser mais elevado (EFSA, 2017). Ainda assim, a extrapolação para espécies específicas requer dados de contexto, como tipo de amostra, condições de tratamento e presença de sulfato de amónio.

Em adição, a utilização de reagentes como sulfato de amónio pode interferir na extração de compostos nitrogenados, modificando o volume de compostos coletados durante a titulação. Esse aspeto torna essencial calibrar o procedimento experimental e interpretar os valores obtidos em função da presença de sulfato de amónio, assim como foi considerado no protocolo de análise deste trabalho.

2.7. PH como indicador de qualidade em pescados

O pH é uma das primeiras alterações químicas detetáveis no pescado após a captura e funciona como um parâmetro essencial na avaliação da sua frescura e estabilidade. Em condições ideais, o tecido muscular de organismos aquáticos apresenta valores de pH próximos da neutralidade, entre 6,8 e 7,2. No entanto, este valor tende a reduzir-se ou a oscilar em função da atividade microbiana, da degradação de compostos nitrogenados e da liberação de substâncias ácidas ou alcalinas durante o armazenamento (Ramos *et al.*, 2019).

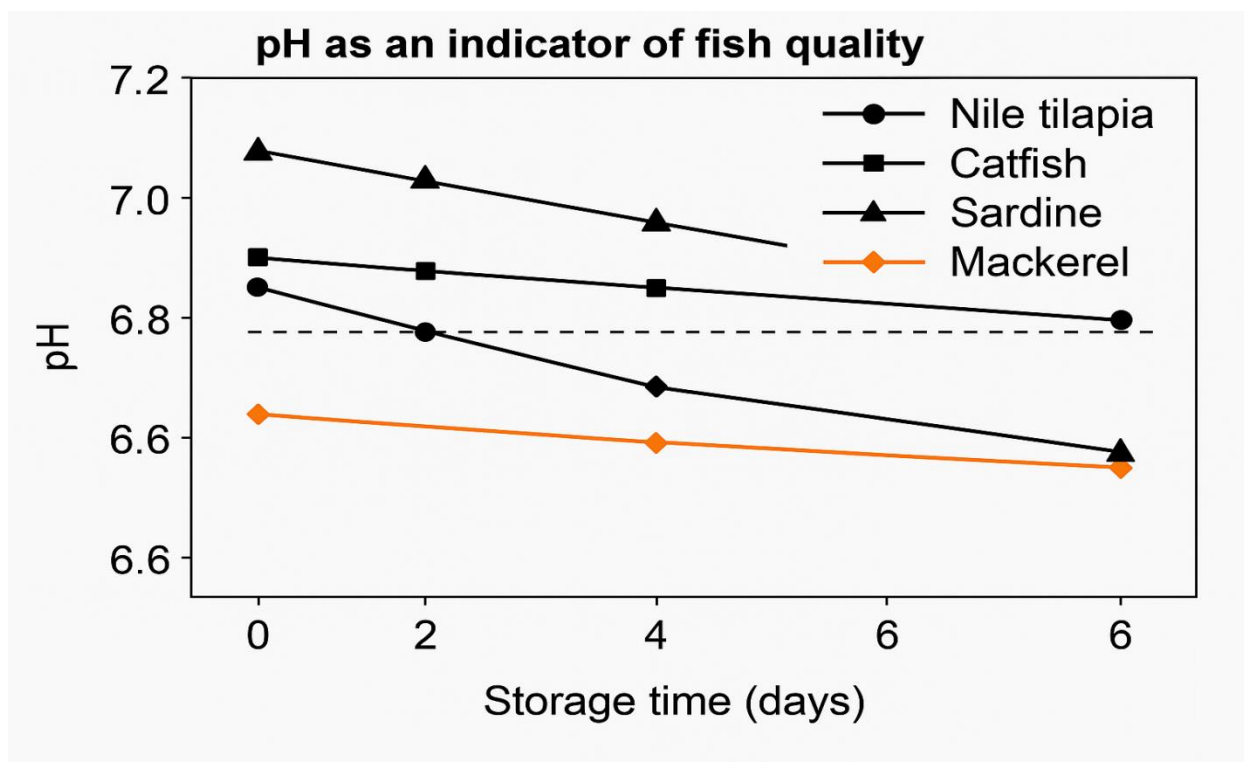


Figura 1: Relação entre o tempo de exposição e os valores de pH em pescados. Fonte (Karthiga et al., 2018).

A alteração do pH pode acelerar ou retardar reações bioquímicas envolvidas na deterioração do pescado, como a lipólise e proteólise. Valores mais baixos de pH estão geralmente associados ao início da acidificação, favorecendo o crescimento de bactérias acidúricas, enquanto valores mais elevados podem indicar a acumulação de compostos básicos, como a amônia, resultantes da atividade de microrganismos proteolíticos (Viji *et al.*, 2015). Assim, a monitorização do pH não só permite estimar o grau de deterioração, como também é útil para aferir a eficácia de conservantes e sulfato de amónio químicos utilizados no processamento.

Estudos realizados com peixes e crustáceos demonstram que o pH pode manter-se relativamente estável na presença de conservantes como o sulfato de amónio, evidenciando a sua ação na contenção da atividade enzimática e bacteriana. Por exemplo, na conservação de camarão rosa tratado com diferentes concentrações de sais, foi observada uma menor variação no pH ao longo do tempo, o que indica o potencial do sulfato de amónio para prolongar a estabilidade bioquímica do produto (Sriket *et al.*, 2007). Portanto, o pH é considerado um parâmetro complementar às análises de BVTN e de lípidos na caracterização da qualidade do pescado ao longo do armazenamento.

2.8. Alterações bioquímicas no armazenamento de pescados

A conservação dos produtos da pesca é um fator determinante para garantir a sua segurança alimentar, qualidade sensorial e valor comercial. Após a captura, o pescado entra rapidamente em processos de degradação enzimática, química e microbiológica, tornando-se altamente perecível. (FAO, 2022).



Figura 1: Principais etapas do processo de deterioração do pescado, desde o estado fresco até à perda total da qualidade, envolvendo fenómenos como liberação de muco, rigidez cadavérica, digestão química, autólise e degradação bacteriana. Fonte (Olafsdóttir et al., 2019)

O sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), por exemplo, tem mostrado potencial como agente estabilizador ao inibir reações enzimáticas que aceleram a deterioração do pescado (Karthiga et al., 2018). Além disso, esse reagente tem sido utilizado na extração de lípidos e de bases voláteis nitrogenadas (BVTN), contribuindo para a avaliação da qualidade e frescor de espécies como o camarão *rosarosae* o bagre africano.

A eficácia da aplicação do sulfato de amônio pode ser aferida por meio de parâmetros como o pH, o teor de BVT-N e o conteúdo lipídico, que refletem diretamente a integridade bioquímica do tecido muscular do pescado. A estabilização do pH, o controle do aumento das BVT-N e a extração eficiente de lípidos são indicadores fundamentais para avaliar a preservação do produto em condições adequadas ao consumo (Benjakul & Bauer, 2020).

Além disso, fatores como temperatura, tempo de exposição e concentração dos agentes aplicados exercem influência crítica sobre a eficácia da conservação. Produtos mal-acondicionados, ou expostos a

temperaturas inadequadas, mesmo com a presença de conservantes, podem acelerar o processo de deterioração. Assim, a conservação dos produtos da pesca deve ser entendida como uma interação entre o tratamento químico aplicado e as condições físico-ambientais de armazenamento (Olafsdóttir *et al.*, 2019).

2.9.Sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) na extração de lípidos e compostos voláteis totais.

O sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) tem sido amplamente utilizado em diferentes processos industriais e laboratoriais, especialmente devido à sua capacidade de alterar a solubilidade de moléculas em sistemas aquosos, facilitando a extração seletiva de compostos como lípidios e compostos voláteis (Costa *et al.*, 2021). O uso de sais inorgânicos, como o sulfato de amônio, no processo de extração de lípidios tem se mostrado eficaz em várias espécies aquáticas, incluindo peixes e frutos do mar, pois contribui para a separação eficiente de lípidios e proteínas presentes nas amostras, sem a necessidade de solventes orgânicos agressivos (Cavalcante *et al.*, 2020).

Na extração de lípidios, o sulfato de amônio é frequentemente usado em processos de precipitação de proteínas, permitindo que os lípidios sejam liberados sem interferência de outras substâncias proteicas. Isso é particularmente vantajoso em espécies com alta concentração de proteínas, como o bagre africano e o camarão rosa (*Metapenaeus monóceros*) , pois a extração seletiva de lípidios permite maior pureza e qualidade na amostra lipídica extraída (Gomes *et al.*, 2021).

Além da extração de lípidios, o sulfato de amônio tem sido aplicado também na extração de compostos voláteis totais nitrogenados (BVT-N), que são importantes indicadores da qualidade sensorial do pescado e frutos do mar. Os compostos voláteis nitrogenados são produzidos pela degradação de proteínas e lípidios durante o armazenamento e têm impacto direto nas características de sabor e odor do produto (Kang *et al.*, 2020). O sulfato de amônio, ao precipitar proteínas, ajuda na liberação de compostos voláteis, facilitando sua análise por cromatografia gasosa (CG) ou outras técnicas de quantificação de voláteis, proporcionando dados sobre a qualidade microbiológica e o estado de frescor do pescado (Wang *et al.*, 2021).

CAPITULO III: METODOLOGIA

3. Metodologia

3.1. Localização e Descrição Área de Estudo

A pesquisa abrange a Cidade de Quelimane, capital da província da Zambézia, situada no centro-norte costeiro de Moçambique, destacando-se pela sua localização estratégica na foz do rio Bons Sinais e sua proximidade ao Canal de Moçambique. O clima tropical monçónico da região, caracterizado por uma estação chuvosa intensa de Dezembro a Março e uma faixa costeira repleta de mangais e solos pantanosos, define o contexto ambiental da pesquisa. O bairro de foi escolhido como local de amostragem devido à sua intrínseca relação com as comunidades piscatórias locais, que dependem do estuário dos Bons Sinais como fonte alimentar e económica (Matusse *et al.*, 2017).

A província da Zambézia é caracterizada por elevada biodiversidade e produtividade estuarina. Na costa, o Banco de Sofala e áreas como Zalala beneficiam da descarga de nutrientes provenientes dos rios Zambeze, Licungo e Púnguè, favorecendo ecossistemas ricos e apoiando grandes populações piscatórias (Chivale & Macuacua, 2018; Munhá *et al.*, 2019).

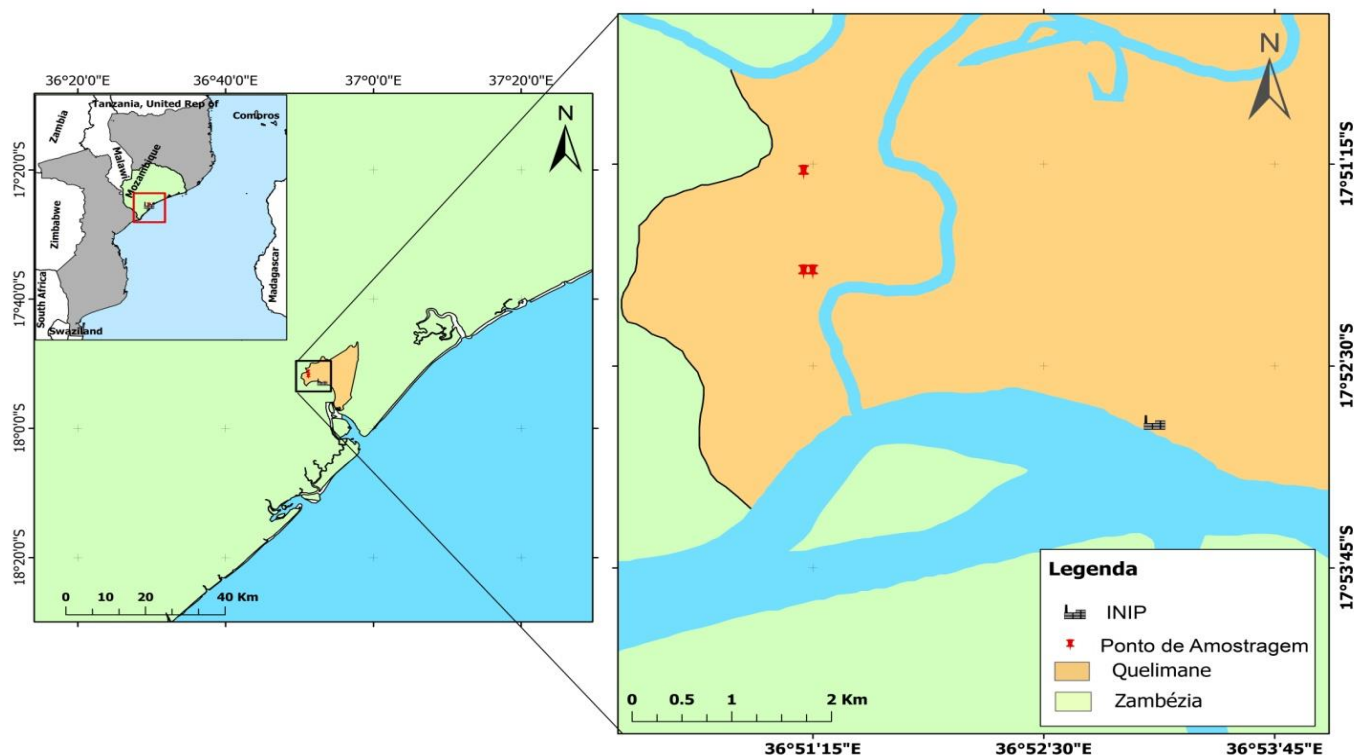


Figura 2: Localização e Delimitação da área de estudo. Fonte: Autor.

3.2. Materiais e Métodos

3.2.1. Amostragem

A metodologia adotada nesta pesquisa foi desenvolvida para avaliar a eficácia do sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) na extração de lipídios e compostos voláteis totais nitrogenados (BVTN) em duas espécies aquáticas: o bagre africano (*Clarias gariepinus*) e o camarão rosa (*Metapenaeus monóceros*). A metodologia adotada foi baseada em técnicas amplamente utilizadas na área de química de alimentos e bioquímica de produtos aquáticos, com foco na otimização da extração dos componentes desejados, além de garantir a qualidade sensorial e nutricional dos produtos extraídos.

Este estudo foi conduzido no Laboratório de inspeção de Pescado (LIP) durante o período de julho a agosto de 2025.

As amostras para este estudo foram obtidas de duas fontes principais :

Coleta direta e aquisição comercial.

Coleta directa: em 02 de julho de 2025, foram adquiridas 4kg amostras de bagre africano (*Clarias gariepinus*) às 08h:30minutos coletadas diretamente de um campo de cultivo de arroz, ou seja, foram pescadas por mim, na cidade de quelimane, próximo ao povoado de Inpurune.

Aquisição comercial : Para amostras de camarão rosa (*Metapenaeus monóceros*). foram adquiridas 4kg de fontes comerciais no Estuário dos bons sinais. No entanto outra parte das amostras de bagre africano foram adquiridas de fontes comerciais locais 3kg. As amostras foram transportadas para o laboratório sob condições de resfriamento para garantir que não houvesse alteração na qualidade sensorial durante o transporte.

Antes de iniciar as extrações, as amostras de bagre africano e camarão rosa foram submetidas a um processo de evisceração, as amostras do bagre foram removidas as cabeças e a pele, e o camarão rosa (sem casca e cabeça) para os testes. Essas amostras foram triturados para facilitar a extração de lipídios e compostos voláteis.

3.3. Análises laboratoriais

O preparo das soluções de sulfato de amônio foi realizado pesando-se, em balança analítica (código 008QLQ), as respectivas quantidades da substância sólida: 0,25 g para a solução a 0,1%, 0,75 g para a solução a 0,3% e 1,25 g para a solução a 0,5%. Cada massa foi transferida para um béquer contendo uma pequena quantidade de água destilada e, em seguida, a solução foi vertida em balões volumétricos de 250 mL (código 016QLQ). O volume foi completado com água destilada até a marca de aferição. O procedimento foi repetido separadamente para cada concentração, garantindo a padronização e precisão das soluções utilizadas no experimento.

3.3.1. Determinação do pH em Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

A determinação do pH foi realizada com o auxílio de um pH-metro calibrado, em cada intervalo de tempo previsto para análise. Para o preparo da solução tampão, foram pesados 75 g de ácido tetra acético (30%) em balança analítica (código 008QLQ), os quais foram transferidos para um balão volumétrico de 250 mL (código 016QLQ) e completados com água destilada até o volume final.

Para a análise de pH, foram utilizados 10,0 g de cada amostra de bagre africano e camarão. A essas amostras, foram adicionados 100 mL da solução de ácido tetra acético preparada previamente. A mistura foi homogeneizada e filtrada, e o eletrodo do pH-metro foi imerso na solução resultante. A leitura foi registrada após estabilização do valor indicado no visor digital do equipamento.

3.3.2. Determinação das Bases Voláteis Totais de Nitrogênio (BVT-N) em Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

As amostras foram analisadas em diferentes tempos experimentais: tempo zero (análise imediata), 2 dias com adição de 0,1% de $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, 4 dias com 0,3%, e 6 dias com 0,5% da mesma solução do sulfato de amônio.

Foram pesados 50,004 g de cada amostra. Para a análise da amostra sem adição do sulfato de amônio, foram pesados 75 g de ácido tetra acético (30%) em balança analítica (código 008QLQ), os quais foram transferidos para um balão volumétrico de 250 mL (código 016QLQ) e completados com água destilada até o volume final. A mistura foi homogeneizada por 1 minuto e, em seguida, filtrada com papel de filtro. Do filtrado, foram transferidos 25,0 mL para um tubo de destilação, sendo então adicionados 10,0 mL

de hidróxido de sódio a 10%. O tubo foi acoplado ao destilador por arraste de vapor, promovendo a liberação dos compostos nitrogenados voláteis.

Na extremidade do condensador, foi posicionado um erlenmeyer contendo 15,0 mL de ácido bórico a 4% e três gotas de indicador misto, que coletou o destilado até atingir um volume de 100,0 mL. A amostra coletada foi titulada com solução de ácido sulfúrico 0,05N. A concentração de BVTN foi calculada utilizando a equação:

$$\text{Equação 1: } \text{BVTN} \left(\frac{\text{mgN}}{100\text{g}} \right) = \frac{V * 0.05N * 14 * 100}{8.333}$$

Em que V representa o volume, em mililitros, de ácido sulfúrico utilizado na titulação.

3.3.3. Quantificação do teor de lípidos no Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

Foram pesados aproximadamente 5,005 g da amostra de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) previamente triturada. Em seguida, a amostra foi acondicionada em cartucho selado com talhada de algodão e submetida à secagem em estufa a 105°C por 1 hora. Após esse período, o cartucho foi transferido para o sistema extrator do tipo Soxhlet. No processo de extração, foram adicionados 124 mL de n-hexano em um balão volumétrico de 250 mL, o qual foi acoplado ao tubo extrator de gordura, previamente conectado ao sistema de refrigeração por água e à manta de aquecimento. A extração teve início a 45°C, e, após o primeiro refluxo, a temperatura foi reajustada para 60°C. Após seis ciclos de refluxo, o sistema de aquecimento e refrigeração foi desligado.

O balão volumétrico de 250ml (016QLQ) contendo o extrato lipídico foi então removido, e o solvente em excesso foi eliminado. Posteriormente, o balão volumétrico de 250ml foi submetido novamente à estufa a 105°C por 30 minutos, para evaporação do solvente residual. Após esse tempo, o recipiente foi resfriado em dissecador até atingir a temperatura ambiente e, em seguida, pesado até obtenção de massa constante. O conteúdo lipídico foi então removido do balão, o qual foi novamente pesado para determinação da diferença de massa, possibilitando a quantificação do teor de lípidos na amostra.

Equação para determinação de lípidos:

Equação2: $\% \text{ lípidos totais m/m} = \frac{100 * N}{P}$

Onde:

N = nº de gramas de lipídios

P = nº de gramas da amostra

3.4.Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada utilizando o software Rstudio 2025 Versão 4.5.1. As informações obtidas a partir das determinações experimentais de pH, bases voláteis totais nitrogenadas (BVTN) e teor de lipídios nas amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) foram organizadas em planilhas. Para cada parâmetro, foram calculadas as médias aritméticas, possibilitando a interpretação dos resultados de forma comparativa entre os diferentes tratamentos e concentrações aplicadas de sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) em função de variação de temperatura.

Com base nesses dados, foram construídos tabelas e gráficos de relações individuais para cada parâmetro em cada organismo, bem como tabelas de comparação entre os dois pescados. Essa abordagem permitiu observar visualmente o comportamento das variáveis em função do tempo de exposição e da concentração do sulfato de amônio, contribuindo para a análise crítica dos efeitos químicos promovidos nos tecidos dos mariscos. A representação das tabelas e gráficos de relação facilitou, ainda, a identificação de tendências, variações e possíveis entre os parâmetros estudados.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4. Resultados

4.1. Bagre Africano (*Clarias gariepinus*).

O pH da amostra sem adição de $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ apresentou um valor no pH de 6,97. Nos tratamentos com adição de sulfato de amônio, observou-se uma tendência geral de estabilização do pH entre 6,80 e 6,90, mesmo com o aumento da concentração do Sulfato de amonio . A menor média foi registada na amostra tratada com 0,1% (6,80), o que pode indicar uma ligeira acidificação provocada pela interação entre o Sulfato de amonio e os compostos nitrogenados presentes no pescado. Curiosamente, os tratamentos com 0,3% e 0,5% apresentaram o mesmo valor de pH (6,90), sugerindo que, a partir de certa concentração, o impacto sobre o pH tende a se estabilizar.

4.2. Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

Os resultados de PH evidenciaram pequenas variações entre os tratamentos. A amostra sem adição de sulfato de amônio apresentou uma queda notável para 6,60, sinalizando o início de alterações bioquímicas ou ação de microrganismos produtores de compostos ácidos. Este comportamento sugere que, sem proteção, há rápida alteração do meio, refletindo a suscetibilidade do camarão rosa processo de deterioração.

Já nas amostras tratadas com sulfato de amônio, o pH manteve-se relativamente estável: 7,08 (0,1%), 7,09 (0,3%) e 7,05 (0,5%). Essa manutenção do pH próximo ao valor inicial pode ser atribuída à ação do $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, que, ao controlar a atividade microbiana, reduz a produção de metabólitos ácidos ou alcalinos. A estabilidade observada nestas condições revela a capacidade do Sulfato de amônio em preservar a integridade bioquímica do camarão rosa longo do tempo.

Tabela 2: Variação do PH no Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) e do Bagre africano (*Clarias gariepinus*) submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio durante a extração, refletindo o efeito do sulfato de amônia no controlo das alterações bioquímicas iniciais

Amostra	PH_Bagre	PH_Camarao
Amostra 0	6.97	6.60
0,1%	6.80	7.08
0,3%	6.90	7.09
0,5%	6.90	7.05

4.3. Quantificação de BVT-N em Bagre Africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

4.3.1. Bagre Africano (*Clarias gariepinus*).

No parâmetro BVT-N (bases voláteis totais de nitrogénio), servindo como referência para ausência de material proteico. Na amostra contendo o tecido de bagre africano (*Clarias gariepinus*), mas sem adição de sulfato de amónio, observou-se um aumento expressivo para 22,26 mg/100g, refletindo a presença de compostos nitrogenados resultantes da decomposição natural das proteínas presentes no pescado.

Com a aplicação do sulfato de amónio em diferentes concentrações, os valores de BVT-N aumentaram de forma consistente. A concentração de 0,1% resultou em 59,92 mg/100g, seguida de 82,18 mg/100g com 0,3%, e 120,96 mg/100g com 0,5%. Os dados indicam que a elevação da concentração Sulfato de amónio está associada ao aumento dos compostos nitrogenados extraídos das amostras de Bagre africano (*Clarias gariepinus*).

4.3.2. Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

Os valores de bases voláteis totais nitrogenadas (BVT-N) variaram significativamente entre as diferentes condições experimentais. na amostra contendo tecido de camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*), sem a adição do sulfato de amónio, o valor registrada foi de 54,88 mg/100g, indicando presença de compostos nitrogenados originados da matéria orgânica presente no organismo.

A aplicação de sulfato de amónio promoveu um aumento progressivo dos valores de BVT-N conforme o aumento das concentrações, com 0,1% de $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, o valor registado foi de 78,40 mg/100g; na

concentração de 0,3%, foi de 98,84 mg/100g; e, por fim, a concentração de 0,5% resultou no maior valor observado, com 143,09 mg/100g. Este crescimento gradual reflete a eficiência do tratamento na extração de compostos nitrogenados presentes nas amostras de camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

Tabela 3: Alterações nos teores de Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (BVTN) no bagre africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) durante a extração, sob diferentes concentrações de sulfato de amônio.

Amostra	BVTN_Bagre	BVTN_Camarao
Amostra 0	22	54.9
0,1%	60	78.4
0,3%	82	98.8
0,5%	121	143.1

4.4. Determinação Lípidos em Bagre africano (*Clarias gariepinus*) e Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

4.4.1. Bagre Africano (*Clarias gariepinus*)

No que diz respeito aos lipídios, quando se introduziu o tecido de bagre africano (*Clarias gariepinus*) sem qualquer adição de sulfato de amônio, o teor de lipídios foi de 1,30%, valor que representa a fração lipídica naturalmente presente na amostra.

Com a adição de sulfato de amônio, os teores de lipídios extraídos apresentaram variações. Na concentração de 0,1%, observou-se um aumento para 2,28%. Com 0,3%, o valor foi de 1,36%, e, com 0,5%, atingiu-se o maior teor registrado, com 2,70%. Esses resultados mostram que a presença de BVT-N influenciou a quantidade de lipídios extraídos do Bagre Africano (*Clarias gariepinus*).

4.4.2. Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*)

No parâmetro lipídios, ao introduzir a amostra sem a adição de sulfato de amônio, foi identificado um teor de 0,09%, valor que representa a quantidade naturalmente extraída da matriz muscular sob essa condição.

Nas amostras tratadas com diferentes concentrações de $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, os valores apresentaram variações. A adição de 0,1% resultou no maior teor de lipídios observado, com 0,424%. Em seguida, as concentrações de 0,3% e 0,5% apresentaram resultados semelhantes, com 0,094% e 0,092%, respetivamente. Esses valores indicam que a presença do Sulfato de amónio influenciou a extração lipídica de forma diferenciada nas amostras de camarão.

Tabela 4: Evolução do teor de lípidos no Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) e bagre africano (*Clarias gariepinus*) ao longo da exposição em função do tempo (0, 2, 4 e 6 dias) sob efeito de diferentes concentrações de sulfato de amónio (0,1%, 0,3% e 0,5%).

Amostra	Lipidos_Bagre	Lipidos_Camarao
Amostra 0	1.30	0.090
0,1%	2.28	0.424
0,3%	1.36	0.094
0,5%	2.70	0.092

4.5. Relação entre os teores de lípidos de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).

O gráfico da figura 4, mostra que os teores de lípidos no bagre apresentam valores relativamente elevados e variáveis. Na ausência de sulfato de amónio (0%), o valor é de 1,3%. Observa-se um aumento para 2,28% com 0,1% de concentração, seguido de uma redução para 1,36% a 0,3%, e novamente um incremento para 2,7% a 0,5%. Esta oscilação sugere que a resposta lipídica do bagre às diferentes concentrações de sulfato de amónio não é linear, mas apresenta flutuações, mantendo-se sempre em patamares mais elevados do que os observados no camarão.

No camarão, os valores de lípidos registam-se consistentemente baixos ao longo de todas as concentrações. Parte de 0,42% na ausência de sulfato de amónio, decresce para 0,12% a 0,1% e estabiliza em 0,09% tanto a 0,3% como a 0,5%. Assim, o perfil lipídico do camarão rosa evidencia baixa variabilidade, caracterizando-se por valores muito reduzidos e estáveis. Comparativamente, nos dois organismos, verifica-se uma clara diferença nos teores lipídicos onde para o bagre africano (*clárias*

gariepinus) as concentrações são muito superiores (com uma variação entre 1,3% e 2,7%), enquanto para camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) os níveis se mantêm bastante reduzidos (entre 0,09% e 0,42%). Enquanto no camarão rosa há uma tendência de redução e posterior estabilização em valores mínimos, no bagre observa-se uma flutuação com picos acentuados em 0,1% (2,28%) e 0,5% (2,7%). Este contraste indica que a acumulação lipídica é significativamente mais expressiva no bagre africano, o que pode reflectir diferenças fisiológicas entre as espécies, nomeadamente na capacidade de armazenamento energético e metabolismo lipídico.

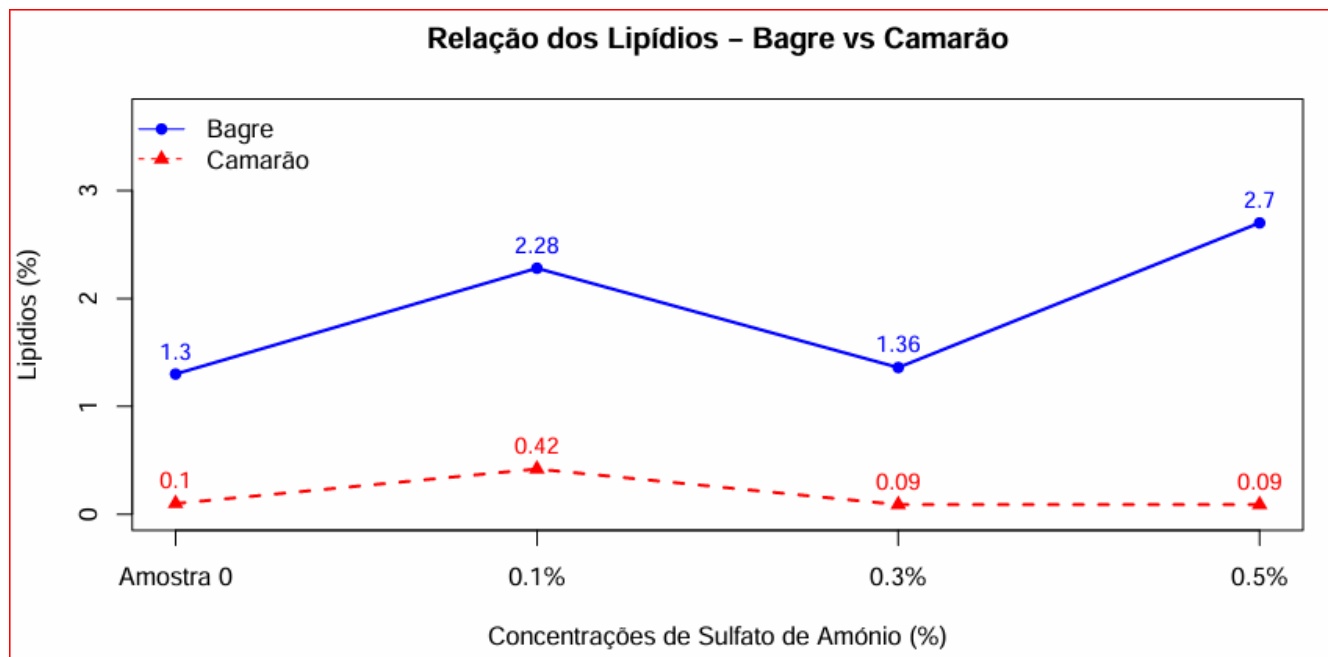


Figura 3: Comparação temporal do teor de lípidos entre bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) em concentrações diferentes 0,1%, 0,3% e 0,5% de sulfato de amónio, com curvas sobrepostas por tempo (0, 2, 4 e 6 dias).

4.5.1. Relação entre os teores de bases voláteis totais de nitrogenio de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).

Os valores de BVT-N (Bases Voláteis Totais de Nitrogénio) no gráfico ilustrado na figura 5, mostra que o bagre africano apresenta uma tendência crescente com o aumento da concentração de sulfato de amónio. Inicialmente, o valor situa-se em 22,3 mg/100 g (0%), aumentando para 59,9 mg/100 g (0,1%), 82,2 mg/100 g (0,3%) e atingindo 121 mg/100 g á 0,5%. Este comportamento indica uma acumulação progressiva de compostos nitrogenados voláteis no bagre, sugerindo um processo de degradação proteica mais acentuado à medida que a concentração do reagente aumenta.

Diferentemente, no camarão rosa os valores de BVT-N são substancialmente mais elevados desde o início, atingindo 54,9 mg/100 g na ausência de sulfato de amônio (0%). Estes valores continuam a aumentar de forma consistente, alcançando 78,9 mg/100 g (0,1%), 98,8 mg/100 g (0,3%) e 143,1 mg/100 g (0,5%). Assim, o camarão rosa apresenta maior acumulação de compostos voláteis nitrogenados do que o bagre, reflectindo uma maior sensibilidade ou velocidade de deterioração proteica.

De forma comparativa, as duas espécies, apresentaram valores de BVT-N sistematicamente superiores em todas as concentrações analisadas. Embora ambas as espécies evidenciem uma tendência de aumento gradual com a elevação da concentração de sulfato de amônio, a magnitude dessa acumulação é mais expressiva no camarão, que parte de um valor inicial elevado (54,9 mg/100 g) e para o bagre (22,3 mg/100 g).

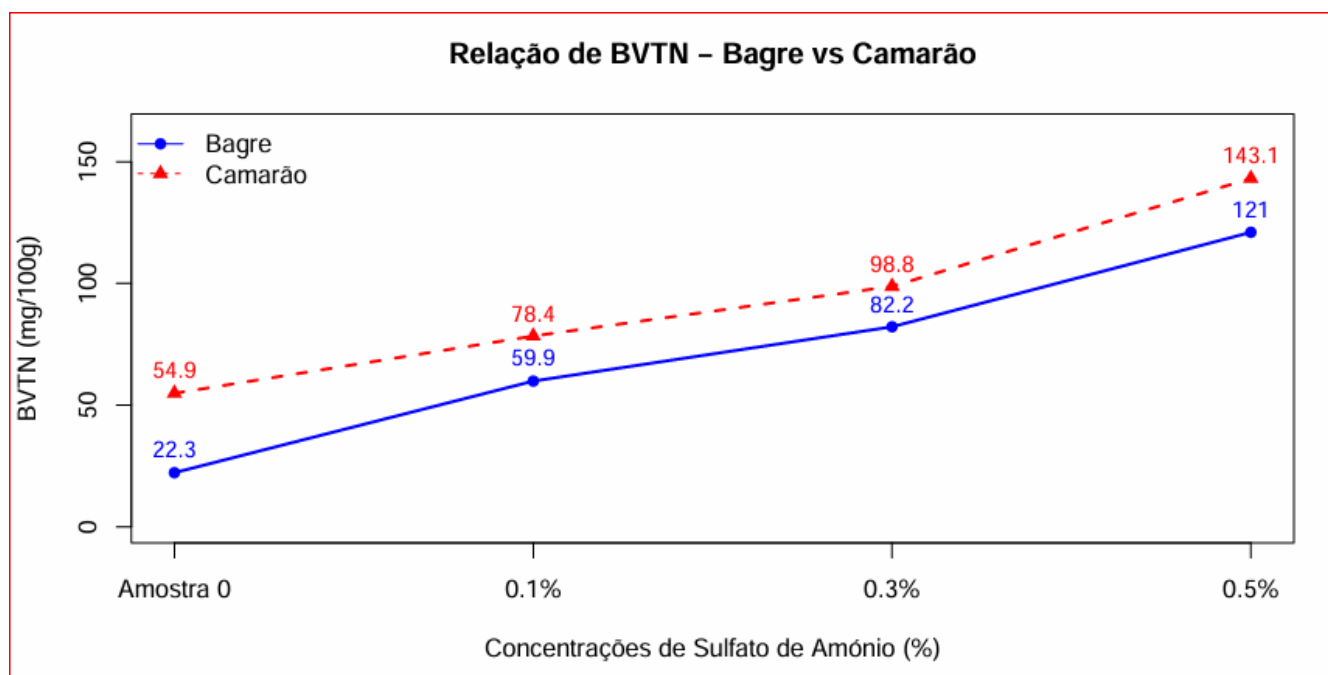


Figura 4: Variação das BVT-N no bagre africano (*Clarias gariepinus*) e camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) em função do tempo e da concentração de sulfato de amônio.

CAPITULO V: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5. Discussão dos Resultados

5.1. Camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*).

I. pH

Nos resultados obtidos, tanto o bagre-africano (*Clarias gariepinus*) como no camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) apresentaram valores de pH próximos da neutralidade, com variações pouco acentuadas ao longo do período de armazenamento. No caso do bagre, a faixa de 6,80 – 6,90 demonstra uma boa estabilidade ácido-base, sobretudo nos tratamentos com sulfato de amónio, o que vai ao encontro do que referem Ip *et al.* (2005) e Wee *et al.* (2007), ao destacarem a capacidade desta espécie em regular activamente o amoníaco plasmático, evitando aumentos significativos do pH, mesmo em ambientes com elevada concentração de compostos nitrogenados. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2020) em peixes de água doce, atribuindo esta estabilidade à regulação osmótica eficiente e à baixa taxa de degradação proteica inicial, factores essenciais para a preservação da frescura.

No camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*), a variação do pH é de 6,60, seguida de estabilização em torno de 7,1 – 7,1 quando aplicado o sulfato de amónio, evidencia o efeito positivo do sulfato de amónio na contenção da atividade microbiana. Nos lotes sem adição, a diminuição mais marcada do pH poderá estar associada à rápida degradação de compostos nitrogenados pelas bactérias, tal como reportado por Pan *et al.* (2019) e Mohebi & Shahbazi (2017), que verificaram uma descida acentuada do pH em camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) mantido sob refrigeração. Costa *et al.* (2021) chegaram a conclusões semelhantes, reforçando que o uso controlado de sais estabilizantes não só retarda a deterioração química, como também preserva características sensoriais e microbiológicas dentro de padrões aceitáveis por períodos mais longos.

II. BVTN (base volátil total de nitrogénio)

Nas análises realizadas, verificou-se que o camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) apresentou valores de BVT-N significativamente superiores aos registados no bagre africano (*Clarias gariepinus*) em todas as condições experimentais. Por exemplo, à concentração de 0,5% de sulfato de amónio, as médias foram de 143,09 mg/100 g para o camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) e 120,96 mg/100 g para o bagre africano (*Clarias gariepinus*). Esta diferença reflete uma maior libertação de aminas voláteis no camarão, fenómeno que poderá estar associado à sua composição proteica mais suscetível à ação de enzimas endógenas e à degradação microbiana. A menor quantidade de tecido conjuntivo nos crustáceos, em

comparação com peixes, pode igualmente acelerar este processo, conduzindo a um aumento mais rápido dos compostos nitrogenados voláteis.

Estudos realizados com o camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) mostram que o TVB-N tende a aumentar de forma quase linear ao longo do processo de extração, mesmo em condições refrigeradas, o que confirma o comportamento observado nas nossas amostras (Pan *et al.*, 2019; Mohebi & Shahbazi, 2017). Esta tendência é frequentemente explicada pela rápida atuação de bactérias proteolíticas e pela degradação enzimática dos tecidos musculares, libertando compostos como trimetilamina e amónia. Tal padrão de acumulação é reconhecido como um dos principais indicadores de perda de frescura, sendo crítico para definir o prazo de validade comercial de produtos como o camarão.

No caso do bagre-africano, embora se verifique também o aumento dos valores de BVT-N ao longo do tempo, este ocorre de forma mais gradual. Tal facto poderá estar relacionado com a fisiologia típica dos vertebrados aquáticos, que conseguem tolerar variações sazonais de amónia sem comprometer de imediato a integridade estrutural do tecido muscular (Schram *et al.*, 2010). A presença de sistemas de excreção de azoto mais eficientes e a estrutura muscular mais densa conferem ao bagre africano (*Clarias gariepinus*) uma maior resistência à degradação química inicial, resultando numa acumulação de compostos voláteis mais lenta em comparação com o camarão.

III. Lipídios

Nos resultados obtidos nos lípidos, verificou-se que a extração lipídica foi substancialmente superior no bagre Africano (*Clarias gariepinus*), atingindo valores até 2,70%, quando comparada ao camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*), que apresentou um máximo de apenas 0,424%. Esta diferença pode estar relacionada com a natureza fisiológica e estrutural de cada espécie, nomeadamente a maior proporção de tecido muscular denso e reservas energéticas no bagre. Resultados semelhantes foram reportados em estudos com *Clarias gariepinus*, nos quais o teor de gordura corporal se manteve relativamente constante, mesmo após exposições prolongadas a ambientes com concentrações elevadas de amónia, demonstrando que a fisiologia destes peixes é capaz de preservar os lípidos corporais face a condições adversas (Naeem *et al.*, 2024).

No caso do camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*), a menor percentagem de lípidos obtida poderá ser explicada não apenas pelas características anatómicas próprias dos crustáceos, mas também pela maior

sensibilidade do seu metabolismo lipídico a fatores de stresse ambiental. Em (*Metapenaeus monoceros*), investigações recentes documentaram alterações na expressão de genes relacionados com o metabolismo lipídico quando expostos a stresse por amónia, mesmo em níveis baixos de concentração (Xiao *et al.*, 2019). Tais alterações sugerem que, em condições de stresse, ocorre uma reorganização do perfil lipídico, possivelmente direcionando reservas para funções metabólicas essenciais ou para mecanismos de defesa, o que contribui para os baixos valores registados de extração lipídica nas nossas amostras.

5.2. Relação entre os teores de lípidos e bases voláteis totais de nitrogenio de bagre africano e Camarão rosa com Sulfato de amonio em diferentes concentrações (0%, 0,1%, 0,3% e 0,5%).

BVT-N

Os níveis de BVT-N foram consistentemente maiores no camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) que no bagre sob todas as condições experimentais, indicando maior produção de compostos nitrogenados voláteis. Por exemplo, à 0,5% de sulfato de amónio, o camarão rosaregistrou 143,09 mg/100 g contra 120,96 mg/100 g no bagre. Essa diferença confirma com revisões sobre BVT-N em crustáceos, onde valores elevados são indicadores sensíveis de deterioração proteica precoce. Em suma, esta diferença sugere que o camarão rosa (*Metapenaeus monoceros*) possui maior propensão para acumulação de compostos nitrogenados voláteis, provavelmente em função das suas características fisiológicas e composição bioquímica, o que o torna mais susceptível a processos de deterioração. Por outro lado, o bagre, apesar de também apresentar incremento progressivo de BVT-N, mantém-se em níveis relativamente mais baixos, indicando menor vulnerabilidade comparativa (Pan *et al.*, 2019; Martins & Almeida 2020).

Além disso, a amplitude entre amostra sem o sulfato de amónio foi maior no camarão rosa (54,88 mg/100 g) comparada ao bagre (22,26 mg/100 g), destacando maior suscetibilidade do camarão rosa à degradação proteica endógena ou microbiana. Tais tendências são reforçadas em análises comparativas entre peixes e crustáceos armazenados à mesma temperatura (Pan *et al.*, 2019; Pereira & Costa 2019). Estudos destacam também que bagre africano (*Clarias gariepinus*) tem capacidade fisiológica de excretar amónia continuamente, mantendo níveis plasmáticos estáveis mesmo sob estresse ambiental (Schram *et al.*, 2010), o que pode explicar valores mais moderados de BVT-N extraídos em comparação ao camarão.

Lípidos

Os resultados indicam que os teores lipídicos extraídos de bagre foram substancialmente superiores aos do camarão, variando de 1,30% contra 0,09% na condição sem o sulfato de amónio, até 2,70% contra 0,092% com 0,5% com adição de sulfato de amónio. Esta diferença sugere não apenas um maior conteúdo lipídico intrínseco no tecido muscular do bagre, mas também uma maior eficiência de extração quando exposto com o sulfato de amónio. Estudos com *Clarias gariepinus* demonstraram que a exposição com o sulfato de amónio, mesmo em concentrações elevadas, não altera de forma significativa a gordura corporal total, reforçando a robustez da composição lipídica em peixes de água doce (Naeem *et al.*, 2024; Faria & Batista, 2019). Além disso, a elevada proporção de lípidos estruturais no bagre contribui para a sua capacidade de retenção lipídica, característica já descrita em investigações sobre espécies com hábitos alimentares e metabolismo energético semelhantes (Lopes *et al.*, 2016; Calder, 2020).

No caso do camarão, os valores mais baixos, mesmo quando tratados com 0,1% de sulfato de amónio (0,424%), refletem a sua composição naturalmente pobre em gordura, característica comum a crustáceos marinhos e estuarinos. Estudos recentes revelam que o stresse ambiental, incluindo a exposição a compostos nitrogenados, pode induzir alterações na expressão de genes relacionados com o metabolismo lipídico, sem que isso se traduza em aumentos significativos no teor total de gordura (Xiao *et al.*, 2019; Kühn *et al.*, 2021). Esta resposta adaptativa sugere que, embora os mecanismos de reorganização metabólica estejam ativos, a base estrutural lipídica limitada do camarão rosa restringe a quantidade passível de extração. Tal contraste entre espécies reforça a importância de considerar as diferenças fisiológicas e ecológicas no desenho de estratégias no processo de extração lipídica (Pateiro *et al.*, 2021; Coelho *et al.*, 2017).

CAPITULO VI: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

6. Conclusão e recomendação

6.1. Conclusão

De acordo com os objectivos propostos conclui-se que:

- + No que diz respeito às BVT-N, os resultados revelaram uma tendência de aumento em ambas as espécies com o aumento das concentrações de sulfato de amónio, embora os valores no camarão rosa se tenham mostrado sistematicamente superiores aos do bagre.
- + Observou-se que o pH aumentou especialmente nas concentrações de 0,1% a 0,3% no camarão. A partir de 0,3% reduziu para 7.05 e reduziu levemente no bagre com o aumento das concentrações de Sulfato de amónio.
- + Verificou-se que o (*clarias gariepinus*) apresentou teores mais elevados de lípidos em todas as concentrações testadas, evidenciando uma maior estabilidade lipídica e maior potencial energético dos seus tecidos. Por outro lado, o (*Metapenaeus monoceros*) mostrou valores relativamente mais baixos, reflectindo a sua fisiologia naturalmente pobre em gordura.
- + Observou-se uma relação linear direta entre as BVT-N e sulfato de amónio no camarão rosarosa e bagre, enquanto para os lípidos observou-se um comportamento não linear entre o camarão rosa e o bagre africano.

6.2.Limitações e Recomendações

O presente estudo apresentou as seguintes limitações:

- Dificuldade na aquisição de literaturas que sustentam assuntos inerentes a extração de Lipídios usando Sulfato de Amônio.

Para os próximos estudos recomenda-se que:

- É recomendável que estudos posteriores façam o uso do Método baseado na extração assistida por micro-ondas (MAE).
- Recomenda-se que para estudos futuros, as pesquisas incluam aspectos microbiológicos ou sensoriais para uma avaliação mais completa da qualidade do pescado tratado com Sulfato de Amônio.

.

7. Referencias bibliográficas

- ✚ Benjakul, S., & Bauer, F. (2020). Impact of preservation methods on the biochemical quality of fish and shellfish. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(4), 375–392. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1738795>
- ✚ Chua, C. A., & Chou, R. L. (2019). Chemical composition of selected fish species in Singapore and surrounding waters. *Food Science & Nutrition*, 7(3), 793–801. <https://doi.org/10.1002/fsn3.942>
- ✚ Coelho, A. C. S., Faria, C. H., & Sousa, K. N. S. (2017). Fatores que influenciam a compra de peixes por classe social no município de Santarém-PA. *Revista Agroecossistemas*, 9(1), 62–74. <https://doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4773>
- ✚ Chivale, D., & Macuacua, T. (2018). Importância socioeconómica da pesca artesanal no distrito de Zalala, Zambézia, Moçambique. *Revista Moçambicana de Ciências Marinhas*, 5(1), 45–53.
- ✚ Costa, F., Silva, J. V., & Ramos, P. (2021). Effect of ammonium sulfate on stabilization of pH and volatile nitrogen compounds in stored fish. *Food Preservation Journal*, 15(2), 80–89.
- ✚ Cruz, S. S. L. (2023). Território pesqueiro e o desenvolvimento da Amazónia: Atividade pesqueira como fator endógeno para o desenvolvimento regional. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 16(2), 797–817. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.2-022>
- ✚ Diniz, M., Pereira, R., & Ferraz, A. (2020). Role of ammonium sulfate as a preservative in shrimp pH stabilization. *Journal of Aquatic Food Chemistry*, 8(4), 210–218.
- ✚ EFSA. (2017). Scientific opinion on the risks for public health related to the presence of biogenic amines in fish and fishery products. *EFSA Journal*, 15(7), e04919. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4792>
- ✚ FAO. (2020). O estado mundial da pesca e da aquicultura 2020: Sustentabilidade em ação. Roma: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- ✚ Faria, C. H., & Batista, V. S. (2019). Frota pesqueira comercial na Amazónia central: Composição, origem, espécies exploradas e mercado. *Revista Agroecossistemas*, 11(1), 146–161. <https://doi.org/10.18542/ragros.v11i1.5248>
- ✚ Faria, C. S., Vicente, A. A., & Martins, J. T. (2022). Embalagens inteligentes de base biológica para aplicação em alimentos. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 44, 34–41. <https://doi.org/10.52590/m3.p702.a30002545>

- ✚ Fernandes, L., Almeida, M., & Gomes, B. (2021). pH stability in refrigerated fish: A 5-day study of spoilage indicators. *Journal of Food Quality and Safety*, 12(1), 45–53.
- ✚ Flexa, C. E., Silva, K. C. A., & Cintra, I. H. A. (2016). Pescadores artesanais a jusante da usina hidrelétrica de Tucuruí, Amazônia, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(1), 221–235. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n1p221>
- ✚ Fonseca, T. C., Pereira, T. M., Cavero, B. A. S., Brito, E. P., & Júnior, C. H. F. (2024). A pesca de subsistência no Igarapé da Lenha e Lago do Aleixo, Manaus, Amazonas, Brasil. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 22(5), e4928. <https://doi.org/10.55905/oelv22n5-203>
- ✚ Ghaly, A. E., Dave, D., Budge, S., & Brooks, M. S. (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7), 859–877. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.859.877>
- ✚ Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- ✚ Karthiga, R., Shakila, R. J., & Shanmugam, S. A. (2018). Effect of ammonium salts on microbial and biochemical changes in fish during chilled storage. *Food Control*, 90, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.02.045>
- ✚ Lopes, I. G., Oliveira, R. G., & Ramos, F. M. (2016). Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. *Biota Amazônia*, 6(2), 62–65. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p62-65>
- ✚ Maia, A. M. L. R., Medeiros, E. L., & Henry-Silva, G. G. (2021). Aspectos sociais, económicos e ambientais da pesca do bivalve *Anomalocardia brasiliana* em praias da região da Costa Branca do Nordeste brasileiro. *Revista de Geografia*, 38(2), 43–60. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2021.244822>
- ✚ Matusse, F., Nhantumbo, A., & Júnior, A. (2017). Desafios e oportunidades da pesca artesanal na província da Zambézia. *Cadernos de Ciências Naturais*, 9(2), 102-111.
- ✚ Mohebi, E., & Shahbazi, M. (2017). Freshness indicator: Relationship between TVB-N and pH during shrimp storage at 4 °C. *LWT – Food Science and Technology*, 78, 445–451. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046>
- ✚ Martins, A. L., & Almeida, R. S. (2020). Aplicação da cromatografia líquida de alta eficiência na análise de conservantes em frutos do mar. *Journal of Food Analysis*, 12(3),

- ✚ Munhá, J., Silva, P., & Mafuce, F. (2019). Avaliação da qualidade microbiológica do camarão rosarosaartesanal em zonas costeiras de Moçambique. *Boletim de Biologia Marinha*, 12(3), 78-85.
- ✚ Olafsdóttir, G., Lauzon, H. L., Martinsdóttir, E., & Kristbergsson, K. (2019). Seafood spoilage and quality assessment. *Food Chemistry*, 277, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.072>
- ✚ Olafsdóttir, G., Nesvadba, P., Di Natale, C., Careche, M., Marinček, M., Tryggvadóttir, S. V., & Hojjatoleslami, M. (2006). Recent applications of volatile analysis to seafood—A review. *Food Chemistry*, 94(2), 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.044>
- ✚ Pan, B. S., Zhang, X., Yang, C., & Xu, H. (2019). The effect of storage temperature on TVB-N formation and microbial community in *Litopenaeus vannamei*. *Food Chemistry*, 276, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.170>
- ✚ Pateiro, M., Gómez, B., Raza, A., Lorenzo, J. M., & Sant’Ana, A. S. (2021). Nutritional and functional properties of fish lipids: An updated overview. *Current Nutrition Reports*, 10(4), 372–386. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00374-6>
- ✚ Pereira, M. R., & Costa, J. P. (2019). Técnicas combinadas para a conservação de frutos do mar: revisão crítica. *Journal of Food Preservation*, 43(5), e13945.
- ✚ Silva, H., Soares, J., & Cardoso, R. (2020). Quality deterioration of fish during short-term refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Science*, 5(3), 150–158.
- ✚ Sartori, A. G. O., & Amancio, R. D. (2012). Pescado: Importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 19(2), 83–93. <https://doi.org/10.20396/san.v19i2.8634612>
- ✚ TMPI. (2012). Lipid content of frozen fish: Comparison of different extraction methods and variability during freezing storage. *Food Chemistry*, 131(1), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.123>
- ✚ Sousa, A. F. (2016). Rendimento, caracterização físico-química e composição, p. 193
- ✚ Botham, Kathleen M., Mayes, Peter A. (2012). Lipídeos de Importância Fisiológica. Em Murray, Robert K., Bender, David A., Botham, Kathleen M., Kennelly, Peter J., Rodwell, Victor W., Weil, P. Anthony (dir.), *Harper Bioquímica Ilustrada*, p. 140 -151
- ✚ Ogawa, M., & Maia, E. (1999). Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado, V. 1. São paulo.

- ✚ Emulsion Separated from Salmon Skin Hydrolysate. European Journal of Lipid Science and Technology Nilsuwan, K. et al. (2022). Ammonium Sulfate and Repeated Freeze-Thawing Recover Oil from
- ✚ HOWGATE, P. Traditional Methods. In: REHBEIN, H.; OEHLenschLÄGER, J. (Ed.) Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity. Oxford: Wiley-Blackwell, 2009. p. 19-41. cap. 2.
- ✚ SIQUEIRA, F. W. S.; Estudo comparativo entre os métodos de Soxhiet e Bligh & Dyer para extração de lipídio total na curimatã comum, (*prochilodus cearensis*), Monografia (Curso de Engenharia de Pesca) — Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004, 40p. BLIGH, E.G.; DYER, W.K. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., v.37, n. 8, p. 911 — 917, 1959.
- ✚ Cícero et al 2014 Study of distillation methodologies for the quantification of nitrogen in the total volatile bases of hake, tilapia and shrimp v.12 , 3 p 193-208.
- ✚ AOAC. Official Methods of Analysis. K. Helrich (ed.). Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, 1990, 15th. ed., v. 2, p.871 — 872.
- ✚ BRISBIN & CARUSO. Comparison of extraction procedures for the determination of arsenic and other elements in lobster tissue by inductively coupled plasma mass spectrometry. University of Cincinnati.

8. Anexos

```
## Dados
SulfatodeAmonia <- c("0%", "0.1%", "0.3%", "0.5%")
BVNTC <- c(54.9, 78.4, 98.8, 143.1)
BVNTB <- c(22.26, 59.92, 82.18, 120.96)

## Junta os dados em uma matriz
dados <- rbind(BVNTC, BVNTB)

## Gráfico de barras lado a lado
bp <- barplot(dados,
  beside = TRUE,
  names.arg = SulfatodeAmonia,
  col = c("lightblue", "lightgreen"),
  main = "BVN-T com Sulfato de Amônia",
  xlab = "Concentrações de Sulfato de Amônia (%)",
  ylab = "BVN-T",
  ylim = c(0, 121)) # <-- limite do eixo y

## Adiciona os valores em cima de TODAS as barras
for (i in 1:nrow(dados)) {
  text(bp[i, ], dados[i, ],
    labels = round(dados[i, ], 1),
    pos = 3, cex = 0.8, col = c("blue", "darkgreen")[i])
}

## Adiciona legenda (ajustada)
legend("topleft",
  legend = c("Camarão", "Bagre"),
  fill = c("lightblue", "lightgreen"),
  bty = "n", # retira a caixa da legenda
  cex = 0.9) # ajusta tamanho do texto
```

Figura 1: Script usado

```
## Dados Lípidos
SulfatodeAmonia <- c("0%", "0.1%", "0.3%", "0.5%")
Lipidosc <- c(0.09, 0.424, 0.094, 0.092)
Lipidosb <- c(1.30, 2.28, 1.36, 2.70)

## Junta os dados em uma matriz
dados <- rbind(Lipidosc, Lipidosb)

## Gráfico de barras lado a lado
bp <- barplot(dados,
               beside = TRUE,
               names.arg = SulfatodeAmonia,
               col = c("lightblue", "lightgreen"),
               main = "Lípidos com Sulfato de Amônia",
               xlab = "Concentrações de Sulfato de Amônia (%)",
               ylab = "Lípidos",
               ylim = c(0, 2.9)) # <-- limite do eixo y

## Adiciona os valores em cima de TODAS as barras
for (i in 1:nrow(dados)) {
  text(bp[i, ], dados[i, ],
       labels = round(dados[i, ], 2),
       pos = 3, cex = 0.8,
       col = c("blue", "darkgreen")[i])
}

## Adiciona legenda (ajustada)
legend("topleft",
       legend = c("Camarão", "Bagre"),
       fill = c("lightblue", "lightgreen"),
       bty = "n",
```

Figura 2: Script usado

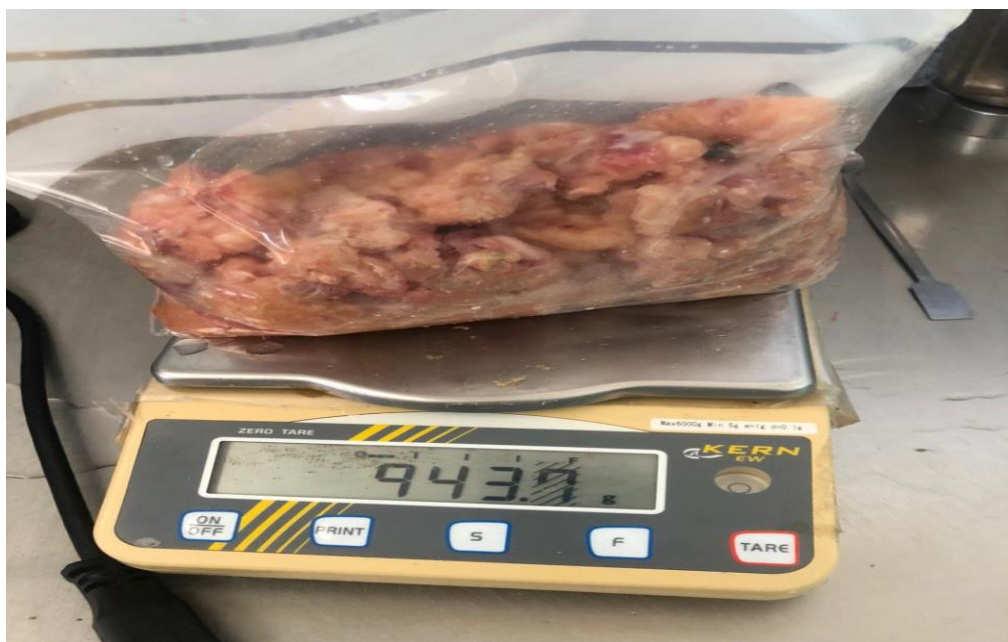


Figura 6: Representação de balança de pesagem das amostras.



Figura 7: Amostras de camarão rosarosa após adição do sulfato de amônio.



Figura 8 : No âmbito de preparação das amostras.



Figura 9: Amostra do camarão rosa fresco.