



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

Avaliação do valor energético do peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e de água salgada (*Arius dussumieri*)

Autora:

Cacilda Carlos Mandlate

Quelimane, Outubro 2019



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

Avaliação do valor energético do peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e de água salgada (*Arius dussumieri*)

Autora

Cacilda Carlos Mandlate

Supervisor

Lúcio José Tomás Jasse

Quelimane, Outubro 2019

Dedicatória

Á minha mãe Celeste Howana, pelo incentivo e atenção prestada em todos os momentos

A memória do meu Pai, Carlos Abílio Mandlate, por realizar seu sonho.

*"Pois tu, ó Deus, ouviste os meus votos;
deste-me a herança dos que temem o teu nome"*

Salmos 61:5

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela vida, força, coragem e pela ajuda que concedida em todos os momentos até a realização deste sonho.

Ao meu supervisor dr. Lúcio Jasse pela paciência, compreensão, incentivo e pela orientação no presente estudo. Os puxões de orelha e a visão construtiva foram cruciais para a elaboração e conclusão deste trabalho.

A minha mãe Celeste Manuel Howana, aos meus irmãos Celeste Mandlate, Abílio Mandlate e Jafete Mandlate pela força, pelo apoio, amor, companheirismo e pela confiança que depositaram em mim.

Aos meus tios, Samuel Joaquim Mula, Sérgio Maungue, Silvestre Abílio Mandlate e Eleutéria Biquiza, pelo apoio moral e material.

A Atija Abdula, Valentim José, Basílio Ernesto, Guelton Pezdisai, Esperado Mulanihe, Carmélia Ângelo, Nazarete Marcelino e António Luís pela disponibilidade e ajuda prestada na fase execução laboratorial.

A todos irmãos da igreja em especial a mãe Deolinda Shongo pelo suporte e orações.

A todos os colegas da residência especialmente a Célia Mause, Isabel Nhampa, Mirena Nhaca, Gláucia Manjate, Sara Marina, Alcinda Abreu e Yula Rufino pelo suporte, companheirismo nos momentos bons e maus.

Aos colegas e amigos Nicolau Nazaré, Carolina Muchulua, Adelina Langa, Nacir Leitão, Kapeta Mucanheia, Guilherme Marques, Anselmo Chauque, Sónia Langa, Ana Madeira, Catarina Tomo, Nuno Mussa, Dinis Nhassengo, Ricardo Mapulende, Leovistónia Cumbi, Oldim Chuquelani, Gerson Vilanculos, Vladmiro dos Santos, Adriano Muhate, Epafrodito Gulube, Amós Nhaca, Francisco Auxilio e Aguinaldo Ernesto pelo apoio prestado nos momentos difíceis e por me suportarem.

A todos os docentes da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pelos ensinamentos e transmissão de conhecimentos aplicados nessa Monografia.

A turma de 2016 pela convivência, amizade e pelo aprendizado ao longo desta caminhada académica.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para a materialização deste trabalho.

Declaração de honra

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, da universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Outubro de 2019

(Cacilda Carlos Mandlate)

Resumo

Esta Monografia intitula-se: “*Avaliação do valor energético do peixe bagre de água doce (Clarias gariepinus) e de água salgada (Arius dussumieri)*”, aborda sobre os aspectos energéticos dos peixes, pois, têm a particularidade de serem nutritivos e usados na prevenção de algumas doenças. Particularmente, os peixes bagres, possuem propriedades nutricionais elevadas à semelhança de algumas espécies de importância económica, mas infelizmente, são pouco apreciados para o consumo pelos habitantes da cidade de Quelimane devido algumas características (odor forte, aspecto físico) do bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e de água salgada (*Arius dussumieri*).

Foi usada um total de 20 amostras de peixes, adquiridas na praia de Zavala e no rio Licuar localizados na cidade de Quelimane, e analisadas no laboratório de química da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras (ESCMC) e submetidas aos processos de limpeza (evisceração e lavagem), homogeneização, secagem (a 100°C durante 14 horas). Seguidamente, a amostra foi dividida em 2 partes, sendo a primeira usada para a determinação de calorías por combustão directa de 0.08g pesadas para cada 8 amostras do peixe bagre de água doce e salgada, num calorímetro caseiro construído com material de baixo custo, em que mede-se a variação da temperatura de uma amostra de 20ml de água destilada. O valor de energia foi calculada a partir da fórmula $Q = m.c. \cdot \Delta T$. A segunda parte foi usada para a extração de lípidos a frio por solventes metanol e clorofórmio e cloreto de potássio, de acordo com a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). Os valores de energia existentes nos peixes, medidos no calorímetro, foram de 146.6 e 226.1kcal.100g⁻¹ para o peixe bagre de água salgada (*Arius dussumieri*) e bagre de água salgada doce (*Clarias gariepinus*) respetivamente. Na extração de lípidos obteve-se 39.21g correspondente a 78.42% para o bagre de água doce e 16.96g, correspondente a 33.92% para o bagre de água salgada. Conclui-se assim que o peixe bagre de água doce tem mais calorías e lípidos do que o peixe bagre de água salgada estando de acordo com a literatura.

Palavras-chaves: peixe bagre, valor energético, calorímetro de combustão

Abstract

This monograph entitled: “Evaluation of the energy value of freshwater (*Clarias gariepinus*) and saltwater (*Arius dussumieri*) catfish”, deals with the energetic aspects of fish, as they are particularly nutritious and used in prevention of some diseases. Particularly, catfish have high nutritional properties similar to some species of economic importance, but unfortunately, are poorly appreciated for consumption by inhabitants of Quelimane due to some characteristics (strong odor, physical appearance) of freshwater (*Clarias gariepinus*) and Saltwater (*Arius dussumieri*) catfish.

A total of 20 fish samples were taken from Zalala beach and the Licuar River located in Quelimane City and analyzed in the chemistry laboratory of High School of Marine and Coastal Sciences (ESCMC) and subjected to cleaning (evisceration and washing), homogenization, drying (at 1000C for 14 hours). The sample was then divided into 2 parts, the first being used for the determination of calories by direct combustion of 0.08g weighed for each 8 samples of freshwater and saltwater catfish, in a home calorimeter constructed from low cost material, in the temperature variation of a 20 ml sample of distilled water shall be measured. The energy value was calculated from the formula $Q = m.c.\Delta T$. The second part was used for cold lipid extraction by methanol, chloroform and potassium chloride solvents according to the methodology described by Bligh and Dyer (1959).

The energy values in fish as measured by the calorimeter were 146.6 and 226.1 Kcal*100g⁻¹ for the saltwater catfish (*Arius dussumieri*) and freshwater catfish (*Clarias gariepinus*) respectively. In the extraction of lipids, 39.21g corresponded to 78.42% for freshwater catfish and 16.96g, corresponding 33.92% for saltwater catfish. It follows that freshwater catfish have more calories and lipids than saltwater catfish, which is in accordance with the literature.

Keywords: Catfish, energetic value, combustion calorimeter.

Lista de figuras

Figura 1. Esboço do calorímetro de combustão	8
Figura 2. Esquema do calorímetro caseiro	9
Figura 3. Área de estudo	10
Figura 4. Trituração da amostra.....	12
Figura 5. Amostra seca.....	12
Figura 6. Cilindro externo e interno do calorímetro	13
Figura 7. Queima da amostra sólida.....	14
Figura 8. Agitação da amostra contendo solventes.....	15
Figura 9. Filtração (a), lípidos filtrados (b), adição do KCl e separação de fases (c).....	15
Figura 10. Relação entre a quantidade de lípidos extraídos e energia	19

Lista de tabelas

Tabela 1. Energia, proteína e ácidos graxos em 100 g de 8 espécies de pescado	9
Tabela 2. Matérias e reagentes.....	11
Tabela 3. Dados do ensaio de bagre de água doce.....	17
Tabela 4. Dados do teste do bagre de água salgada.....	18
Tabela 5. Determinação da massa inicial proporcional do bagre de água salgada.....	24
Tabela 6. Determinação da massa inicial proporcional do bagre de água doce	24
Tabela 7. Teste de rejeição de dados.....	25
Tabela 8. Teste de student	26

Lista de abreviaturas, símbolos e fórmulas

B.doce- bagre de água doce

B.salgada- bagre de água salgada

C- capacidade calorífica da água

cal/g . °C- calorias por grama

DHA -ácido docosahexaenóico

EPA -ácido eicosapentaenóico

gl- grau de liberdade

Ho= hipótese nula

Ha= hipótese alternada

Kcal/g- quilo calorias por grama

Ma- massa da água

Mip- massa inicial proporcional

Mir- massa inicial real

Q (Kcal.100-g)- energia em quilo calorias em 100g

Q cal- energia em calorias ou Q calculado

Q cal/g - energia em calorias por grama

Q (Kcal/g) - energia em quilo calorias

Qtab- Q tabelado

tcal- t calculado

tcrit- t crítico

ΔT - variação da temperatura

Índice

Capítulo I. Introdução.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Problematização.....	2
1.3 Justificativa.....	3
1.4 Objectivos	4
1.4.1 Geral:.....	4
1.4.2 Específicos:.....	4
Capítulo II. Revisão da literatura	5
2.1 Composição química do pescado.....	5
2.2 Extracção de lípidos nos peixes	6
2.3 Determinação do valor energético dos alimentos	7
2.3.1 Regra 4-9-4.....	7
2.3.2 Calorímetro de bomba	7
2.3.3 Calorímetro caseiro	8
Capítulo III : Materiais e Métodos	10
3.1 Caracterização da área de estudo	10
3.2 Matérias e reagentes.....	11
3.3 Amostragem	11
3.4 Procedimento Experimental	12
3.4.1 Construção do calorímetro caseiro.....	12
3.4.2 Determinação do valor energético das amostras de peixes.....	13
3.4.3 Extracção de lípidos nos peixes	14
Capítulo IV: Resultados e discussão	17
4.1 Análise de resultados	18
4.2 Interpretação dos dados e discussão	19
Capítulo V: Conclusão e recomendações	21
5.1 Conclusão.....	21
5.2 Recomendações	21
6. Referências bibliográficas.....	22
7. Apêndices.....	24

Capítulo I. Introdução

1.1 Introdução

A cidade de Quelimane localiza-se em Moçambique, na Província da Zambézia. É uma zona costeira, banhada pelo oceano indico e pelos rios dos Bons Sinais e Cuácua, que são fontes de grande riqueza faunística de onde se destaca a presença do mangal, rico em nutrientes o que contribui para que a cidade apresenta uma grande diversidade de recursos pesqueiros (crustáceos, algas, moluscos, peixes) de todas as qualidades e de espécies de maior valor nutricional. De entre as espécies, neste estudo, aborda-se o peixe bagre que é capturado nos corpos de água adjacentes (rios, estuários e mar).

Historicamente em Quelimane, e a semelhança de outros locais, a preferência pelo consumo do peixe bagre ainda é reduzido, não obstante as vantagens que estes apresentam, que segundo Silva, (2016) são ricas fontes de proteína, fósforo, vitamina B12, potássio, sódio e ômega 3. Todos esses nutrientes beneficiam o organismo como um todo, prevenindo de doenças e fortalecendo o sistema cardiovascular, ossos, dentes, cérebro e muito mais. O consumo regular destes peixes ajudam a controlar a pressão arterial, uma doença que atinge milhões de pessoas em todo o mundo e que tem relação direta com o estilo de vida. Em contrapartida, esses benefícios não são explorados pelos nutricionistas e verifica-se na cidade de Quelimane a existência de casos de desnutrição e outros problemas de saúde que poderiam ser melhorados pelo consumo do peixe bagre, pois, estes apresentam importantes características nutricionais, mostrando-se uma excelente fonte de proteínas, vitaminas, sais minerais e lípidos.

Os lípidos são importantes fontes de energia, constituintes de membranas celulares, nutrientes essenciais, substâncias controladoras do metabolismo, substâncias isolantes de temperatura e protectores contra danos mecânicos externos. Essa energia contida nos peixes varia em função da espécie, tipo de músculo, sexo, idade, época do ano, habitat e dieta, pelo que peixes de água doce e salgada tem diferentes teores de lípidos. E estes por sua vez podem estar associados, positiva ou negativamente, a diversas propriedades como sabor, cor, características emulsificantes e conteúdo energético dos peixes (Neiva, 2009).

O conteúdo energético de um alimento é uma medida de quantas calorias o alimento pode fornecer ao organismo. Na maioria das vezes, é determinado através do método empírico introduzido no final do século XIX por Atwater. Este método, conhecido como Regra 4-9-4, baseia-se na composição nutricional (lípidos, proteínas e carboidratos) dos alimentos. Outra forma de medição

da energia/calorias dos alimentos é por meio da queima directa num calorímetro de bomba (White, 2015).

O presente trabalho tem como objectivo avaliar o valor energético do bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e salgada (*Arius dussumieri*) espécies consumidas pelos habitantes da cidade de Quelimane.

1.2 Problematização

O problema de desnutrição é uma realidade no nosso país e em particular na cidade de Quelimane não obstante a diversidade de alimentos como verduras, carnes, frutas e peixes de que dispõe. Este problema e outros de saúde, tais como, doenças cardiovasculares, diabetes, e do sistema imunológico podem ser melhorados recorrendo aos peixes como alimentação (Sartori e Amâncio, 2012).

Este grupo de alimentos tem sido indicados por apresentarem uma composição química rica em proteínas, lípidos, carboidratos, água, uma baixa percentagem de ácidos graxos saturados e um elevado percentual de ácidos graxos polinsaturados, onde está presente o ômega-3, como os ácidos eicosapentanóico (EPA, 20:5 ω 3) e docosahexanóico (DHA, 22:6 ω3). Infelizmente a orientação nutricional limita-se a indicação no consumo do peixe em geral sem contudo especificar a espécie e o habitat que são encontrados, o que pode contribuir significativamente na melhoria do estado de saúde. Os bagres de água doce (*Clarias gariepinus*) e salgada (*Arius dussumieri*) são espécies capturadas ao longo da costa da província da Zambézia, sendo uma das fontes de proteína animal para a população da cidade Quelimane. Estes peixes são pouco apreciados devido a algumas características (odor forte, aspecto físico entre outros). Nesta perspectiva surge a necessidade de se estudar o valor energético que estas espécies apresentam de modo a estimular o consumo do mesmo sob ponto de vista nutricional. Deste modo, colocamos a seguinte questão para investigação:

Com quantas calorias os peixes bagre de água doce (Clarias gariepinus) e salgada (Arius dussumieri) capturados localmente podem contribuir na dieta alimentar da população da Cidade de Quelimane?

1.3 Justificativa

O peixe é um dos principais alimentos que compõe a dieta alimentar da maior parte da população da cidade de Quelimane visto que uma boa parte dela habita na região costeira estando desse modo dependente do pescado proveniente de corpos de água adjacentes (lagos, rios, estuários e do mar).

Cada um desses ecossistemas apresenta condições diferentes (ecológicas, físicas, químicas), com isso o valor nutricional dos peixes capturados é diferente. Dentre várias espécies encontradas no habitat ribeirinho e marinho o bagre é um dos peixes que é adquirido a um preço acessível, que segundo as literaturas este tem a percentagem de lípidos que a torna um peixe gordo. As razões mencionadas anteriormente não fazem dele um dos peixes apreciados.

Os peixes vêm sendo indicados como alimentos com um certo grau de excelência quanto à composição proteica, mineral e vitamínica. Desse modo destaca-se sua extrema importância como contribuinte fonte de elementos essenciais a manutenção da vida. Além disso, a carne do peixe também pode ser considerada um alimento funcional, ou seja, alimento que além dos nutrientes básicos, possui propriedades de prevenção ou diminuição dos sintomas de certas doenças, como doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e vários tipos de câncer. Isto se deve principalmente ao conteúdo de EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosahexaenóico), conhecidos como ácidos graxos altamente insaturados da família ômega 3 (Suárez-Mahecha *et al.*, 2002).

O teor de gordura, presente na carne do pescado serve como critério prático para comparações entre as espécies visto que este influi decisivamente na vida útil e na aceitação geral pelos consumidores (Contreras-Guzman, 2002).

O valor energético é um instrumento de cálculo, que determina a energia que um alimento fornece com base no teor em hidratos de carbono, lípidos e proteínas. Esta informação nutricional constitui uma ferramenta importante, para os consumidores, nutricionistas e os médicos, porque permite desenvolver dietas ajustadas ao estado fisiológico e às necessidades de cada um.

1.4 Objectivos

1.4.1 Geral:

- Avaliar o valor energético do peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e salgada (*Arius dussumieri*);

1.4.2 Específicos:

A partir do peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e de água salgada (*Arius dussumieri*) pretendo:

- Determinar os valores energéticos a partir da combustão da amostra sólida;
- Extrair os lípidos totais;
- Relacionar a quantidade de lípidos extraídos com os valores energético;
- Comparar os valores energéticos das duas espécies.

Capítulo II. Revisão da literatura

2.1 Composição química do pescado

Tal como outros produtos alimentares, o pescado contém água, proteínas e outros compostos azotados, hidratos de carbono, lípidos, vitaminas e minerais. Excluindo a água as proteínas e os lípidos são os componentes maioritários encontrados na parte edível, enquanto os hidratos de carbono se encontram em níveis limitados no peixe, embora nos moluscos bivalves possam exceder os 5 % (Tocher, 2003). O pescado apresenta um elevado teor em água que varia de 60 a 80-82 % (Belitz *et al.*, 2004). Segundo Belitz *et al* (2004) o teor de gordura e água apresentam uma relação inversa, isto é, quando o teor de humidade é de 60 % indica um peixe com um teor lipídico elevado, ao passo que um teor de humidade de 80 % revela um peixe com um teor lipídico baixo.

O teor em lípidos nos peixes pode variar de 0,1 % (Huss, 1995) a 45 % (Kołakowska *et al.*, 2003), existindo várias classificações para definir o teor de gordura no tecido muscular do peixe. Segundo Belitz *et al.* (2004), as várias espécies de peixe podem ser classificadas como magras (0,1-0,4 % de lípidos), gordas (maiores de 16 % de lípidos) e semi-gordas (com um teor a variar entre estes dois extremos). Por outro lado, outros autores (Kołakowska *et al.*, 2003) consideram quatro grupos: magras (<2 % de lípidos), com baixo teor em gordura (2-4 % de lípidos), com teor médio (4-8 % de lípidos) e muito gordas (>8 % de lípidos). Os peixes magros possuem as suas reservas lipídicas, principalmente, ao nível do fígado sob a forma de triacilgliceróis, e uma pequena parte no músculo sob a forma de fosfolípidos. Nos peixes gordos os lípidos encontram-se sobretudo ao nível músculo e pele, formando, por vezes, uma camada lipídica subcutânea em torno das vísceras (Bandarra *et al.*, 2004).

Para uma mesma espécie o teor de lípidos pode variar muito devido a diferentes funções que estes compostos desempenham ao longo do ano, dos quais pode-se citar o fornecimento de energia metabólica utilizada durante o seu crescimento, reprodução e movimentação (incluindo as migrações) (Kołakowska *et al.*, 2003; Tocher, 2003). A composição química da fracção edível do pescado proveniente de águas marinhas ou doce varia de espécie para espécie e de indivíduo para indivíduo, dependendo não só de factores geográficos e ambientais (Simopoulos, 1997), mas também da idade, sexo, estado de maturação sexual, comportamento migratório, alimentação, entre outros (Huss, 1995).

2.2 Extracção de lípidos nos peixes

A extracção de lípidos da amostra é um procedimento comum em análise de alimentos e de materiais colectados em experimentos de alimentação e de nutrição animal (A.O.A.C., 2003).

Há diversos métodos para a determinação do teor de lípidos em alimentos, adequados para diferentes produtos, como a extracção com solvente a quente, extracção com solvente a frio, extracção da gordura ligada a outros compostos e extracção por hidrólise ácida e alcalina, entre outro. A extracção por solvente é o método tradicional de extracção de lípidos que deve ser rápido, eficiente e delicado, a fim de minimizar a degradação dos componentes lipídicos.

O teor de lípidos é tradicionalmente determinado gravimetricamente por extracções com solvente. Os métodos de Soxhlet e de Bligh e Dyer (1959) são os comumente utilizados na avaliação do teor de lípidos em tecido animal e vegetal. O diferencial de ambos é o aquecimento do solvente e o material seco para o método descrito por Soxhlet e uma extracção a frio utilizando solvente clorado e material sem tratamento prévio para o método proposto por Bligh e Dyer.

Existem duas vias de extracção de lípidos, a via quente, recorrendo a técnicas antigas como a fervura e Soxhlet a frio, recorrendo a solventes. Neste estudo aborda a extracção a frio de acordo com Bligh e Dyer (1959).

O método de Bligh e Dyer (1959) é uma simples adaptação do método descrito por Folch *et al.* (1957). Foi desenvolvido levando em consideração propósitos económicos (com redução do volume de solvente) para extracção de lípidos em tecidos como músculo de peixe, que contem relativamente poucos lípidos e alta proporção de água, sendo também bastante utilizado para a extracção de lípidos em leite e derivados (Cruz *et al.*, 2009). A proporção de solventes utilizada neste método (clorofórmio: metanol 1:2, v/v) forma um sistema bifásico com água presente na amostra, que está baseado na teoria do equilíbrio de fases dos três componentes (clorofórmio/metanol/água).

A principal vantagem do método é a redução da razão de solvente/amostra (1 parte de amostra para 3 partes de solvente clorofórmio: metanol, 1:2, v/v), em contraste com o método de Folch *et al.* (1957), que utiliza 1 parte de amostra para 20 de solvente (clorofórmio: metanol, 2:1, v/v). Apesar

da redução do volume de solvente, o método de Bligh e Dyer é capaz de recuperar acima de 95% de lípidos presentes na amostra (Iverson, Lang, e Cooper, 2001).

2.3 Determinação do valor energético dos alimentos

A energia contida nos alimentos pode ser determinada de 3 formas diferentes: Regra 4-9-4 calorímetro de bomba convencional ou por combustão caseira.

2.3.1 Regra 4-9-4

Na indústria alimentar o valor energético dos alimentos é maioritariamente determinado através da aplicação de um método empírico introduzido no final do século por Atwater. Este método, conhecido como Regra 4-9-4, baseia-se na composição nutricional dos alimentos. As quantidades dos nutrientes (em gramas) maioritariamente usados pelo corpo humano para a obtenção de energia (proteínas, lípidos e glícidos) são multiplicadas, respectivamente, pelos factores 4, 9 e 4 (em kcal.g⁻¹), para a obtenção do valor energético do alimento (Santos, 2010). O cálculo do valor energético dos alimentos é feito de acordo com seguinte fórmula:

$$\text{valor energético} = \text{lipidos}(\%) * 9\text{Kcal} + \text{proteínas}(\%) * 4\text{Kcal} + \text{carboidratos}(\%) * 4\text{Kcal}$$

2.3.2 Calorímetro de bomba

“Calorimetria é o estudo da medição das quantidades de calor libertadas ou absorvidas durante os fenómenos físicos e/ou químicos”. (Feltre, 2004)

A medição da energia/calorias dos alimentos pode também ser feita por meio do calorímetro de bomba ou de combustão (figura 1). Esse calorímetro funciona basicamente com a combustão de uma amostra de determinado alimento que fica dentro de uma câmara com oxigênio que está mergulhada na água. À medida que o alimento queima, ele perde energia na forma de calor, aquecendo a água. Com um termómetro, mede-se a temperatura inicial e final da água (White, 2015)

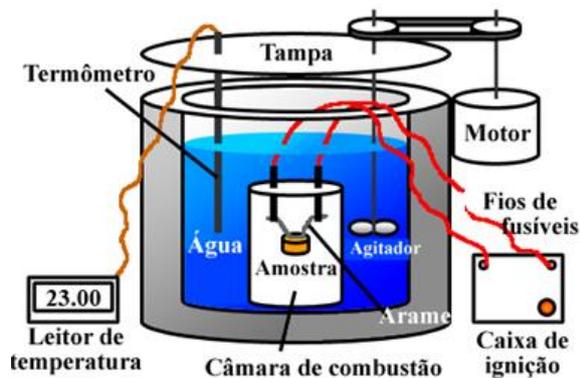


Figura 1. Esboço do calorímetro de combustão (Fonte: White, 2015)

O calor é determinado por meio da fórmula:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde: Q - calor transferido pelo alimento para água;

m = massa da água contida no calorímetro que é igual ao volume de água medido, considerando que a densidade da água é igual a 1, de acordo com a fórmula

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa da substancia}}{\text{volume}}$$

c - calor específico da água (1 cal/g . °C); é definido como a “quantidade de calor necessária para elevar de 1 ° C a temperatura de 1 g da substância”.

ΔT = variação da temperatura da água (Tfinal– Tinicial).

2.3.3 Calorímetro caseiro

A outra forma para determinar o calor envolvido em processos químicos ou físicos, usamos um dispositivo denominado calorímetro caseiro, a semelhança do calorímetro sugerido por Usberco e Edgar (2002) conforme ilustrado na figura a seguir:



Figura 2. Esquema do calorímetro caseiro

Apesar de este procedimento não ter muita precisão, pode-se medir quantidades de energia contida em muitos alimentos (Usberco e Edgard, 2002).

Infelizmente não estão disponíveis valores de calorias padrão para o peixe bagre mas para efeitos de comparação com outras espécies apresentamos valores de algumas espécies na tabela a seguir.

Tabela 1, Energia, proteína e ácidos graxos em 100 g de 8 espécies de pescado (Martins e Oetterer, 2011)

Espécies	Energia		Proteína (g)	Ácidos graxos (g)		
	(kcal)	(kJ)		Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados
Sardinha	114	477	21,1	1,7	0,5	0,2
Porco	93	389	20,5	0,4	0,1	Tr
Corvina	94	392	18,6	0,7	0,5	0,1
Pescadinha	76	320	15,5	0,3	0,2	0,4
Cação	83	349	17,9	0,1	0,1	0,2
Atum	118	492	25,7	0,5	0,2	Tr
Pescada	111	464	16,3	0,8	2,4	0,9
Badejo	59	247	13,1	0,1	Tr	0,1

Capítulo III : Materiais e Métodos

3.1 Caracterização da área de estudo

O peixe bagre de água salgada usado no estudo tem como proveniência a praia de Zalala que está localizada no distrito de Quelimane na Província da Zambézia e dista à 30 km da cidade de Quelimane. A praia é limitada ao Norte pelo distrito de Namacurra através do rio Ligonha (localidade de Macuze), a Sul com localidade da Madal, a Oeste através do Posto Administrativo de Maquival e a Este pelo Oceano Índico (MAE, 2005). Encontra-se entre $17^{\circ} 49'50.94''$ S de latitude e $37^{\circ} 00'46.99''$ E de longitude, (figura 3).

O peixe bagre da água doce foi capturado no rio Licuar situada na latitude $17^{\circ} 47'49.60''$ a sul e longitudes $36^{\circ} 46'33.85''$ Este. O rio desagua no estuário dos bons sinais, conforme o ilustrado no mapa abaixo.

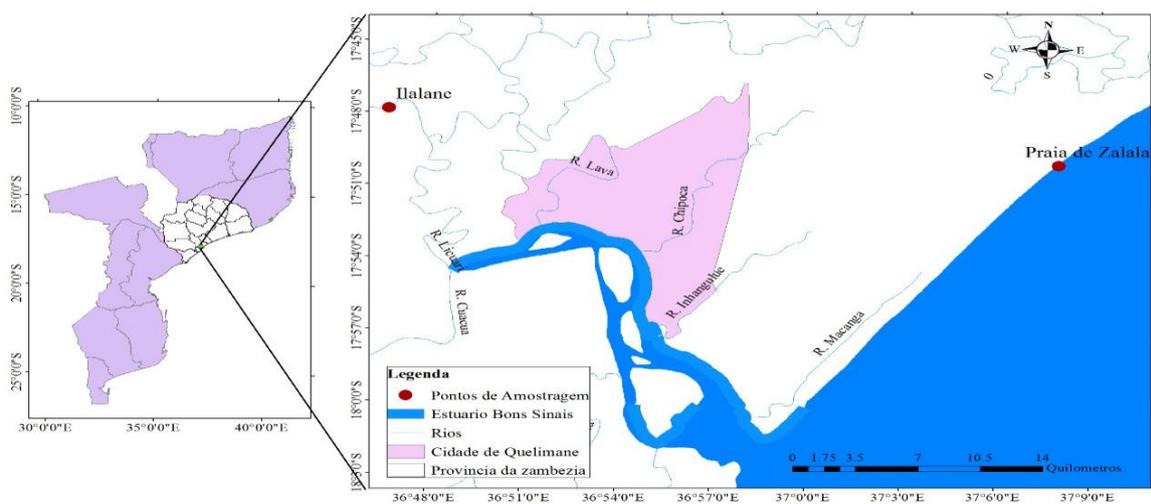


Figura 3. Área de estudo (Fonte: Arcgis 10.5)

3.2 Matérias e reagentes

Para a realização da presente pesquisa foram usados os materiais e reagentes indicados na tabela abaixo:

Tabela 2. Matérias e reagentes

Materiais	Reagentes
Bacias	Água destilada
Balança analítica de precisão 0.001g	Clorofórmio, CCl ₄ ,
Balão volumétrico 250 ml	Metanol, CH ₃ OH
Bequer 50 ml	Cloreto de potássio, KCl
Copo de erlenmeyer 500ml	1% (m/m)
Fósforos	
Funil de separação	
Haste metálica	
Liquidificador	
Latas de leite NIDO, de 0.5kg	
Papel de alumínio	
Termómetro digital (20 – 300 °C)	
Agitador Magnético (Magnetruhrer- Typ: MR Hei-Tec	
Estufa	

3.3 Amostragem

Foram adquiridas 10 amostras de peixes bagre na praia de Zalala e 10 de água doce no rio Licuar localizados na cidade de Quelimane, para posteriores análises no laboratório de química da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras (ESCMC).

Os peixes passaram pelo processo de limpeza (evisceração e lavagem). Após a limpeza a amostra foi cortada em filetes e trituradas no liquidificador para melhor homogeneização e representatividade da amostra (figura 4).



Figura 4. Trituração da amostra

De seguida as amostras foram secas na estufa a 100 °C durante 14 horas para obter amostra de laboratório, conforme ilustrado na figura abaixo. Este procedimento facilita a combustão do peixe, pelo que, não arde quando queimado directamente na chama.



Figura 5. Amostra seca

3.4 Procedimento Experimental

3.4.1 Construção do calorímetro caseiro

Com uma faca recortou-se a parte de baixo e da base da lata e fez-se uma abertura na parte cilíndrica da lata de aproximadamente 5cm. Esta é a parte do cilindro externo do calorímetro que tem a função de minimizar as perdas de calor libertada pelos alimentos.

Furou-se nas duas extremidades da diagonal maior do cilindro de modo a fixar o cilindro interno e variar a posição do reservatório aumentando ou diminuindo a distância deste com o alimento em chamas).

O cilindro interno (reservatório de água) foi feito com papel de alumínio onde foram feitos dois furos nas laterais para que se possa passar a haste de sustentação por eles. Fixou-se o cilindro interno no cilindro externo conforme o ilustrado na figura abaixo.



Figura 6. Cilindro externo e interno do calorímetro

3.4.2 Determinação do valor energético das amostras de peixes

O valor energético (calórico) foi determinado por queima directa (calorimetria de combustão) modificando e adaptando-os aos procedimentos sugeridos por Usberco e Edgar (2002), que consistiu em medir 20 ml de água destilada e transferir ao reservatório de alumínio. De seguida efectuou-se a pesagem 8 amostras, sendo 4 de peixe bagre de água doce e 4 do peixe bagre água salgada, cada uma com o peso de 0.08g que foi fixada uma de cada vez na pinça. Acendeu-se a amostra mantendo-a numa distância considerável para evitar interferência da chama no calor absorvido pela água. Para melhor rendimento da combustão, as amostras devem ser retiradas da estufa e queimadas seguidamente. Com o termómetro mediu-se a temperatura antes (temperatura inicial) e depois (temperatura final) da queima da amostra (figura 7), obtendo-se desta forma a variação da temperatura.

O procedimento foi feito repetido para todas as amostras.



Figura 7. Queima da amostra sólida

Tratando-se de um sistema aberto, aplicou-se a seguinte fórmula de cálculo da energia:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

Com base na fórmula acima calculou-se a energia contida na parte queimada pelo alimento em calorias. Pelo facto da energia dos alimentos ser dada em quilo calorias (Kcal) dividiu-se o valor da energia que antes expressa em calorias 1000 obtendo desta forma o valor energético em quilo calorias (Kcal). O valor foi multiplicado por 100g encontrando-se a energia em quilo calorias para uma porção da mesma quantidade de peixe conforme o ilustrado na fórmula (2).

$$Q_{100g} = \frac{Q \text{ para massa queimada (kcal)}}{\text{massa queimada}} \times 100 \quad (2)$$

Precauções:

A amostra deve queimar toda.

Deve-se evitar pesar amostra enquanto quente.

3.4.3 Extracção de lípidos nos peixes

A extracção dos lípidos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), onde 50g de amostra seca previamente triturada e homogeneizada foi transferida para o erlenmeyer contendo 50 ml de clorofórmio e 100 ml de metanol que de seguida passou por uma agitação durante 4 minutos a 500 rpm.



Figura 8. Agitação da amostra contendo solventes

Após a homogeneização observou-se a formação de uma fase sólida (resíduo) e líquida, procedendo a filtração no funil de separação, o resíduo tissular foi homogeneizado com 50ml de clorofórmio passando pela segunda filtração. Os filtrados foram combinados e transferidos para o funil de separação e agitados com adição de 50 ml de solução aquosa de cloreto de potássio (KCl) 0,88% (m/v) que fez com que o sistema se separe em duas fases, uma de clorofórmio rica em lípidos que ficou na parte inferior do funil e outra aquosa que continha outros compostos da amostra.



Figura 9. Filtração (a), lípidos filtrados (b), adição do KCl e separação de fases (c)

O funil de separação contendo a amostra diluída foi submetido a refrigeração durante 2 horas para facilitar a separação de fases.

Após a refrigeração a porção lipídica foi colectada em um balão volumétrico previamente pesado, o balão foi aquecido numa estufa a 70 °C para eliminar todo o solvente.

Para obter a quantidade de lípidos extraídos fez-se a diferença entre o peso do balão antes e depois do aquecimento.

A percentagem dos lípidos extraídos foi calculada com base na fórmula:

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

Os dados são apresentados em fotografias, tabelas e gráficos, analisados mediante a estatística descritiva para determinar as médias, os máximos e mínimos das medições efectuadas entre o peixe bagre de água doce e o peixe bagre de água salgada. Devido a baixa precisão do método, foi usado o teste Q para aceitação ou rejeição de resultados duvidosos e teste T foi usado para comparar as médias das duas espécies. Para o processamento dos dados recorreu-se ao pacote estatístico Excel.

Capítulo IV: Resultados e discussão

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussão da determinação do valor energético e da quantidade de lípidos extraídos simultaneamente. Entretanto a determinação do valor energético será tratado em primeiro e a extração de lípidos em segundo como forma de melhor discussão dos resultados. Assim nas tabelas estão apresentados os resultados obtidos nos ensaios calorimétricos do peixe bagre de água doce e salgada.

Tabela 3.Dados do ensaio do peixe bagre de água doce

B.doce	Mip(g)	Mqp(g)	$\Delta T(^{\circ}C)$	Ma(g)	C (cal/g . eC)	Q(cal)	Q(cal/g)	Q(Kcal/g)	Q(Kcal.100-g)
1	0.08	0.07	6.13	20	1	122.6	1,726.76	1.73	172.68
2	0.08	0.05	6.25	20	1	125	2,717.39	2.72	271.74
3	0.08	0.06	7.8	20	1	156	2,600.00	2.60	260.00
4	0.08	0.04	4	20	1	80	2,000.00	2.00	200.00

Mip- massa inicial

Mq- massa que queimou

To-temperatura inicial

Tf-temperatura final

ΔT -variação da temperatura

Ma-massa da água

C- capacidade calorifica da água

Q- calor cedido pelo alimento e recebido pela água

Tabela 4. Dados do teste do peixe bagre de água salgada

B.Salgada	Mip	Mqp	ΔT	Ma(g)	C (cal/g . °C)	Q(cal)	Q(cal/g)	Q(Kcal/g)	Q(Kcal.100g)
1	0.08	0.061	3.2	20	1	64	1,049.18	1.05	104.92
2	0.08	0,058	5.45	20	1	109	1,879.31	1.88	187.93
3	0.08	0.062	6	20	1	120	1,935.48	1.94	193.55
4	0.08	0.06	3	20	1	60	1000	1.00	100.00

4.1 Análise de resultados

Os valores 271.74 e 172.68 do peixe bagre de água doce e 193.55 e 100.00kcal do peixe bagre de água salgada foram considerados suspeitos tendo sido validados através do teste de rejeição de resultados “teste Q”, (apêndice X). O peixe bagre de água doce apresentou uma média igual a 226.1 Kcal.100g-1 correspondente a uma variação máxima de 271.74 Kcal.100g-1 e mínima de 172.78 Kcal.100g-1 enquanto para o bagre de água salgada apresentou uma media de 146.6, Kcal.100g-1 com um valor máximo de 193.55 Kcal.100g-1 e mínimo de 100 Kcal.100g-1. O peixe bagre de água doce apresentou maior variação de temperatura.

4.2 Interpretação dos dados e discussão

Para melhor exprimir e comparar os resultados, foi conveniente juntar os dados da quantidade de lípidos extraídos e o valor energético em kcal no mesmo gráfico.

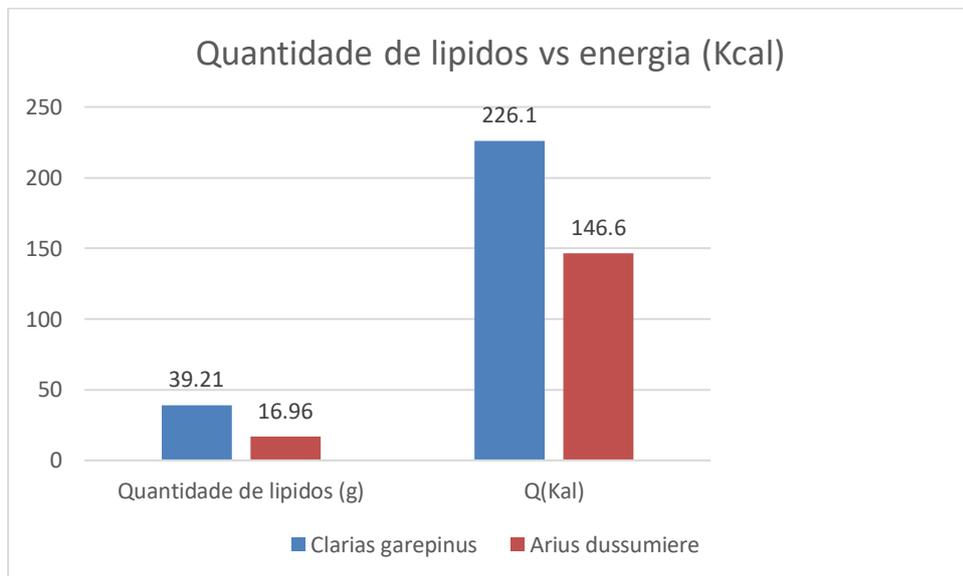


Figura 10. Relação entre a quantidade de lípidos extraídos e energia

O peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) apresentou maior energia em relação ao peixe bagre de água salgada (*Arius dussumieri*). Os valores de energia estão em concordância com o intervalo constatado por Gurgel e Freitas (1972) tendo encontrado valores de energia que variam de 104 a 293 kcal.100 g⁻¹ de amostra, em 12 espécies de peixes de água doce do Ceara.

A quantidade de lípidos extraídos foi de 39.21g, equivalente a 78.42% para o peixe bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) e 16.96g, o equivalente a 33,92% para o peixe bagre marinho (*Arius dussumieri*).

A percentagem de lípidos no valor de 33,92% para do peixe bagre de água salgada esta próximo do valor estabelecido por (Kołakowska *et al.*, 2003) que afirma que o teor de lípidos pode chegar a 45%.

A percentagem de lípidos (78.42%) do peixe bagre de água doce ultrapassa o previsto por (Kołakowska *et al.*, 2003). Apesar da percentagem ser alta em relação ao autor acima assume-se que seja a quantidade aproximada da verdadeira a qual pode-se explicar pelo facto do seu habitat ser mais nutritivo. Isto sustenta o facto do volume final dos lípidos do peixe bagre de água doce ser

visivelmente maior do que ao do peixe bagre de água salgada. Excluí-se a possibilidade dos volumes provirem dos solventes porque a extração de ambos foi baseado na mesma quantidade de amostra e volumes de solventes. Controlando todas as etapas, nota-se que as diferenças surgem no momento de evaporação do solvente na estufa. A temperatura de evaporação dos solventes foi de 70 °C estando acima da temperatura de evaporação do clorofórmio (61,2 °C) e do metanol (65 °C).

A composição e quantidade de lípidos dos peixes são responsáveis pelas maiores diferenças observadas, variando bastante entre as duas espécies.

Segundo Pigott e Tucker (1990), a quantidade de lípidos presentes no pescado influencia directamente o seu valor calórico. Caula *et al.* (2008) compararam a composição centesimal e o valor calórico de peixes marinhos e de peixes de água doce comercializados no estado do Ceará, nordeste do Brasil concluindo que os teores de gordura e os valores energéticos são maiores em peixes de água doce, isto significa que os peixes de água doce apresentam maiores quantidades de gordura e valores energéticos em relação aos peixes marinhos. Os dados do ensaio com o peixe bagre apresentados no gráfico corroboram com este autor. Pelos valores absolutos isto revela que o peixe bagre de água doce tem mais calorias do que o peixe bagre de água salgada, contudo, estatisticamente aplicado o teste T de student as duas médias não são significativamente diferentes (apêndice 2).

Capítulo V: Conclusão e recomendações

5.1 Conclusão

- Os valores energéticos encontrados mostram que os peixes bagre de água salgada (*Arius dussumieri*) e de água doce (*Clarias gariepinus*) são uma ótima fonte de energia e lípidos;
- O bagre de água tem maior energia (calorias), reforçam a ideia de que ambientes de mangais são mais nutritivos que qualquer ambiente aquático
- O insignificante e imensurável volume após a combustão de lípidos, limita a determinação do valor energético do peixe por queima directa dos lípidos, apenas pode-se determinar o valor energético por queima direta das amostras solidas;
- Não existe diferença significativa entre as médias da energia das duas espécies de peixe bagre.

5.2 Recomendações

Recomenda-se o seguinte:

- A população deve consumir o bagre de água doce (*Clarias gariepinus*) porque ele apresenta maior valor energético;
- Aos investigadores: realizar o estudo com um número maior de amostras de modo a obter valores mais precisos e controlar as perdas de energia para o interior do calorímetro;
- Usar um outro método de determinação de calorias;
- Aos nutricionistas: a promover o consumo do peixe bagre pois contribui na prevenção de doenças que afectam a população.

6. Referências bibliográficas

- AOAC-Association of Official Analytical Chemists (1997). Official methods of the analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. Washington.
- Bandarra, N.M., Calhau, M.A., Oliveira, L., Ramos, M., Dias, M.G., Bártolo, H., Faria, M.R., Fonseca, M.C., Gonçalves, J., Batista, I., Nunes, M.L., (2004). Composição e valor nutricional dos produtos da pesca mais consumidos em Portugal. Publicações Avulsas do IPIMAR, Lisboa, 11, 103 p.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P., (2004). Food Chemistry. Springer-Verlag, Berlin, 1070 p.
- Bligh, e., & Dyer, W. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v 37, p.911-917.
- Caula, F. C. B.; Oliveira, M. P.; Maia, E. L.(2008) Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p.959-963 ;
- Costa, D. d. (2014). *Desenvolvimento e validação de um método para extração de lipídeos de peixes assistida por micro-ondas*. Campinas
- Contreras-Gizman, E.S.(2002) Bioquímica de pescados e invertebrados .Cecta-USACH, Santiago, Chile.
- Feltre, R. (2004). *Química* (6ª edição ed., Vol. 2). São Paulo: Moderna
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANNE S. G. H (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v 226, p.497 - 509
- Gurgel, J. J. S.; Freitas, J. V. F.(1972) Sobre a Composição Química de Doze Espécies de Peixe de Valor Comercial de Açudes do Nordeste Brasileiro. **Boletim Técnico do DNOCS**, v. 30, n. 1, p. 45-57
- Huss, H.H., (1995). Quality and quality changes on fresh fish. FAO Fisheries Technical paper - 348. FAO, Rome. 203 pp.
- Iverson, S., Lang, S., & Cooper, M. (2001). Comparison of the Bligh and Dyer and Folch Methods for Total Lipid Determination in a Broad Range of Marine Tissue.
- Kołakowska, A., & Sikorski, Z. (2003). The role of lipids in food quality. New York.

- Lima, A. M. (2006). Estudo De Propriedades Físico-Químicas De Alginato De Sódio, Pectina E Blendas Em Solução E No Estado Sólido Com Aplicação Em Sistema De Liberação De Fármacos. Florianópolis.
- MAE. (2005). Perfil do Distrito de Nicoadala Provincia da Zambezia;
- Martins, W. S., & Oetterer, M. (2011). Correlação Entre O Valor Nutricional E O Preço De Oito Espécies De Pescado Comercializadas No Estado De São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Agroindústria; Alimentos e Nutrição.
- Menezes, M. E. (2006). Valor Nutricional de Espécies de Peixes (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas). Dissertação, Universidade Federal de Alagoas, Química e Biotecnologia.
- Neiva, C. R. (2009). Cresce interesse pelo...s aspectos nutricionais do pescado. Sao Paulo.
- Pigott, G., & Tucker, B. (1990). Seafood: effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker;
- Santos, R. C. (2010). O valor energético dos alimentos. Exemplo de uma determinação experimental, usando calorimetria de combustão. SciELO. doi:10.1590/S100-40422010000100038
- Silva, A. F. (2016). Grupo de Protecao Ambiental Brasil. Retrieved Outubro 1, 2019, from Grupo de Protecao Ambiental Brasil: <https://www.gpabrasil.com.br/biologia/bagre/>
- Simopoulos. A.P., (1997). Nutritional aspects of fish. *In*: J.B. Luten, T. Borresen, J. Oehlenschläger (Eds), *Seafood from producer to consumer*, Elsevier, Amsterdam, pp. 589-607.
- Sartori ,a. G. O.; Amâncio, R. D.(2012) Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v.19, n. 2, p.83-93;
- Suáres-Mahecha, H, e tal. (2002) Importância de ácidos graxos polinsaturados presentes em peixes de cultivo e ambiente natural para a nutrição humana. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.28, n.1, p.101-110.
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. **Reviews in Fisheries Science**, v. 11, n. 2., p. 107 – 184.
- Usberco, J., & Edgard, S. (2002). *Química*. São Paulo: Saraiva.
- White, D... (2015). Termoquímica.

7. Apêndices

Apêndice 1: Determinação da massa inicial por proporção

Pelas condições experimentais não foi possível pesar amostras com mesma massa devido a fragmentação, por isso foi necessário determinar a massa fixa a partir da proporção entre a massa inicial e massa que queimou.

Tabela 5. Determinação da massa inicial proporcional do bagre de água salgada

B.Salgada	mir	Mq	To	Tf	ΔT
1	0.17	0.13	26	33	7
2	0.15	0.11	26	36	10
3	0.09	0.07	26	33	7
4	0.16	0.12	26	32	6

Tabela 6. Determinação da massa inicial proporcional do bagre de água doce

B.doce	Mi	Mq	To	Tf	ΔT
1	0.09	0.08	26	33	7
2	0.07	0.04	26	31	5
3	0.12	0.1	26	39	13
4	0.08	0.04	26	30	4

Apêndice 2: Testes estatístico

Teste de rejeição de dados (teste Q)

O teste de refeição de dados foi calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$Q_{cal} = \frac{\text{Valor suspeito} - \text{valor proximo}}{\text{maior valor} - \text{menor valor}}$$

Hipóteses:

Ho= se o Qcal for menor que o Qtab rejeitamos os valores suspeitos

Ha= se o Qcal for maior que o Qtab rejeitamos os valores suspeitos

Tabela 7. Teste de rejeição de dados

Tipo de peixe	N	Valores suspeitos	Qcal	Qtab(a 95%)
B. doce	4	271.74 e 172.68	0.118 e 0.275	0.829
B. salgada	4	193.55 e 100 kcal	0.060 e 0.052	0.829

Aceitamos a hipótese nula porque o Q calculado é menor que Q tabelado.

Teste de student (t) : comparação de duas médias

Para o cálculo do teste t aplicou-se a fórmula abaixo:

$$t = \frac{M1 - M2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Onde: M1 e M2- são as médias de cada grupo
s1 e s2- são os desvios padrão para cada grupo
n1 e n2 -o número de sujeitos de cada grupo.

A um grau de liberdade a 5%:

Hipóteses:

Ho= Não existe diferença significativa entre a energia do bagre de água doce e salgada

Ha= Existe diferença significativa entre a energia do bagre de água doce e salgada

Tabela 8. Teste de student

Tipo de peixe	N	Medias	Desvio padrao	<i>tcal</i>	t crit
B. doce	4	226.1	47.5	2.280	2.447
B. salgada	4	146.6	51.059	2.280	2.447

Feito o calculo observamos que: $2.280 < 2.447$ logo não existe diferença significativa entre a energia do peixe bagre de água doce e salgada.