



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

EDSON DIAS DE AMORIM

**IDENTIFICAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA MASSA
MOLAR DO ÓLEO EXTRAÍDO DE TAMBAQUI
ATRAVÉS DA PROPRIEDADE COLIGATIVA DE
EBULIOSCOPIA**

ARIQUEMES - RO
2017

Edson Dias de Amorim

**IDENTIFICAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA MASSA
MOLAR DO ÓLEO EXTRAÍDO DE TAMBAQUI
ATRAVÉS DA PROPRIEDADE COLIGATIVA DE
EBULIOSCOPIA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Profº Orientador: Ms. Rafael Vieira

Ariquemes - RO
2017

Dedico este trabalho a Deus, por ser essencial em
minha vida, autor do meu destino e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pai criador por ter me sustentado até aqui, agradeço ao meu professor orientador Ms. Rafael Vieira por todo apoio, colaboração e incentivo para que este trabalho pudesse ser um sucesso. Agradeço imensamente a professora Ms. Filomena Maria Minetto Brondani por ser uma fonte de inspiração, a mãe de todos nós discente de Química.

Quero agradecer a toda minha família, e em especial minha irmã Sônia e meu cunhado Fabio, pela hospitalidade de sua casa enquanto busco realizar esse sonho. Ao meu querido amigo Vinicius Felizardos ao qual tenho muito apreço e admiração. Aos meus colegas de sala, sabemos o quanto foi difícil para cada um, e chegar até aqui mostra o quanto somos vencedores.

A Faculdade de Educação e Meio Ambiente FAEMA por disponibilizar o Laboratório de Bromatologia e toda a equipe técnica do laboratório.

A todos os professores que contribuíram para minha graduação, tenham certeza que carregarei cada um de vocês em meu coração. Vocês me fizeram uma pessoa melhor.

Difícil citar a todos que gostaria, mas quero agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para torna esse sonho realidade. O meu sincero carinho a vocês.

Educação é aquilo que fica
depois que você esquece o
que a escola ensinou.
(Albert Einstein)

RESUMO

O tambaqui é um peixe de água doce e de escamas, possui nadadeiras e dentes molariformes, a coloração geralmente é parda, tem um alto porcentual de ômega tornando o seu consumo essencial para saúde, seu nome científico é *Colossoma macropomum*. Com o incentivo de uma dieta saudável, distribuição de alevinos, construção de tanques, nos últimos anos, o tambaqui tem movimentando a economia do estado de Rondônia, há também um terminal pesqueiro em Porto Velho, onde ocorre o escoamento para todo o Brasil e mundo. Por meio deste estudo, através de experimentos envolvendo propriedades coligativas, foi possível determinar a massa molar do óleo extraído, via sohxlet e a frio, do tambaqui por intermédio da ebulioscopia, chegando os resultados muito próximos aos do óleo comercializado conhecido como ômega-3.

Palavras-chave: Tambaqui, Ômega-3, Propriedades Coligativas, Ebulioscopia.

ABSTRACT

Tambaqui is a freshwater fish with scales, has fins and molariform teeth, the color is usually brown, has a high percentage of omega making its essential consumption for health, its scientific name is *Colossoma macropomum*. With the encouragement of a healthy diet, distribution of fingerlings, tank construction, in recent years, tambaqui has been moving the economy of the state of Rondônia, there is also a fishing terminal in Porto Velho, where there is flow to all Brazil and the world. Through this study, through experiments involving colligative properties, it was possible to determine the molar mass of the extracted oil, via sohxlet, whose molar mass was 283.7g / mol; And cold, with a molar mass of 280.2 g / mol; By means of the ebullioscopia, reaching the results very close to the commercial oil known as omega-3.

Key words: Tambaqui, Omega-3, Colligative properties, Ebullioscopia.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 CONCEITO DE PESCADO	11
2.2 CONSUMO DE PESCADO	11
2.3 PARTICULARIDADES DO TAMBAQUI	14
2.4 COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS EM PESCADOS	15
2.4.1 LIPÍDIOS	16
2.4.2 OMEGA 3 e 6	17
2.5 PROPRIEDADES COLIGATIVAS	18
3 OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GERAL	22
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	22
4 METODOLOGIA	23
4.1 MÉTODO DE SOXHLET	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

INTRODUÇÃO

Gonçalves (2010) define o pescado como todos os organismos aquáticos (animal e vegetal) de origem fluvial, marinha ou estuarina destinados ao consumo humano, bem como os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios, mamíferos, algas. Existem um elevado aumento na comercialização e industrialização da carne do peixe, ao descobrir seu alto valor proteico, a expansão foi imediata, grandes centros de industrialização do pescados foram construídos, tornando assim a atividade pesqueira promissora. O consumo de carne de peixes vem crescendo gradualmente no Estado de Rondônia, seja por aumento da procura por alternativas mais saudáveis na dieta alimentar, mas também por grandes incentivos do poder público estadual fomentando a produção de pescados, além da construção de tanques, distribuição de alevinos, utilização de áreas fluviais da União (tanques rede e pesca), entre outros, aumentando a oferta no mercado, tornando assim, o preço mais acessível. Outro ponto que acelerará o crescimento desse setor é a construção do Terminal Pesqueiro de Porto Velho, para escoamento da produção do estado (Ministério da Pesca e Aquicultura, 2013).

Araujo e Goulding (1999), relata que, no quesito consumo de pescado, destaca-se o *Colossomoma macropomum* (tambaqui) que é nativo da bacia Amazônica, e do rio Orinoco que é um dos principais rios da América do Sul e seus afluentes. O hábito alimentar dos tambaquis adultos é bem amplo e predominantemente herbívoro, porém pode alimentar-se de insetos, caramujos e raramente de outros peixes.

Os peixes de água doce apresentaram maior percentual de ácidos graxos da família ômega 6 enquanto que os peixes marinhos apresentaram maior percentual de ácidos graxos da família ômega 3 (WANG, 1990).

Almeida e Franco (2004) Por ser importante para saúde, existem multinacionais especializado em produtos de alimentos e farmacêutico, investido na piscicultura. A grande concentração de ômega-3 e ácidos graxos poli-insaturados movimento o interesse dessas indústrias.

Diante destes aspectos, o objetivo do trabalho é a extração do óleo de tambaqui e identificá-lo fazendo-se uso de propriedades coligativas.

Eckert (2000) classifica as propriedades coligativas independente da natureza química do soluto, e que as propriedades coligativas de uma solução dependem do número de partículas de um soluto em dado volume. Dessa forma as propriedades coligativas são classificadas em pressão osmótica, depressão do ponto de congelamento, elevação do ponto de ebulição e depressão da pressão de vapor da água.

Visando extrair, quantificar e identificar esses tipos de moléculas fez-se uso de propriedades coligativas com o intuito de determinar a massa molar do óleo extraído e, com isso, poder sugerir o tipo de óleo extraído, quando se comparado com a literatura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONCEITO DE PESCADO

Entende-se por pescado o animal aquático obtido de água doce ou salgada, por diferentes processos de captura ou pesca, para fins alimentares (FERREIRA, 1999).

Para o uso alimentar Ogawa e Maia (1999), classifica os pescados em: peixes, moluscos, crustáceos e quelônios. Pescador (2006), descreve que dos pescados utilizam-se principalmente a carne, ovas e preparam derivados, como gelatina, farinha de peixe, concentrado de proteína de peixe, gorduras ou óleos de fígado e produtos defumados. No que diz respeito à comercialização em locais públicos, Rosa (2001) menciona que os feirantes devem estar uniformizados, com aventais limpos, de cor clara, gorro, rede para prender o cabelo, além do uso de sapatos fechados. Enfatiza que os locais devem possuir bancadas de aço inoxidável, limpas e bem conservadas as instalações devem garantir a proteção contra insetos e roedores. Já o peixe deve ficar sob refrigeração entre 0°C e 3°C, envolto por gelo na proporção de 1:1 (um quilo de gelo para um quilo de peixe).

2.2 CONSUMO DE PESCADO

Sobre o consumo de pescado, a organização Mundial da Saúde (OMS), recomenda o consumo de no mínimo 12 kg de pescado por pessoa ao ano. Porém, Embrapa (2011) ressalta que no Brasil a região norte consome muito além da média mínima, 54 kg/ano, isso não se repete nas demais regiões brasileiras, onde reduz de forma significativa a média nacional para 6 kg/ percapita/ano (PESCADOR,2006).

Pescador (2006) ainda destaca que nos anos de 1961 a 1999 o consumo da carne de peixe nos países industrializados teve um dos aumentos mais significativos em toda a história do consumo dos pescados, a produção de pescado aumentou de 13,2 milhões de toneladas para 25,4 milhões (ver Tabela 1).

Tabela 1: Produção total e consumo de pescado nos continentes e grupos econômicos.

Continentes E grupos Econômicos	Produção Total*	Consumo Per capita**
Mundo	95,5	16,0
Mundo excluindo a China	64,3	13,6
África	6,2	8,0
América central e do norte	8,1	16,8
América do sul	2,9	8,5
China	31,2	25,1
Ásia (excluindo china)	32,5	13,7
Europa	13,9	19,1
Oceania	0,7	22,5
Países industrializados	25,4	28,3

*milhões de toneladas de peixes vivos **kg por ano

Fonte: Pescador (2006)

Em relação à produção de pescado oriunda do extrativismo, os países desenvolvidos contribuíram com 24,1 milhões de toneladas e os países em desenvolvimento participaram com 67,2 milhões de toneladas no ano de 2012. Na aquicultura, foram produzidas apenas 4,3 milhões de toneladas em países desenvolvidos e 62,3 milhões de toneladas em países em desenvolvimento. Estes dados corroboram a importância do pescado para o comércio internacional, independentemente de sua atividade de origem, tendo a China, a Noruega, Taiwan e o Vietnã como principais exportadores e os Estados Unidos e o Japão como maiores importadores (MARCOS et al., 2016).

Os pescados são considerados alimentos ricos em nutrientes, com alto teor de proteínas, lipídios de excelente qualidade e baixo teor de colesterol, avaliado assim como importante o seu consumo.

De acordo com Silva (1998) a manutenção da baixa temperatura é fundamental para evitar proliferação de bactérias e aumentar a durabilidade do peixe, um pescado resfriado a 0°C resiste a quinze dias de armazenamento, a 5°C somente a seis dias e a 15°C não passa de dois dias.

É importante manter o alimento sempre resfriado, esse procedimento retarda o aparecimento de microrganismos indesejados, tendo portado uma maior conservação das particularidades da carne. Rodrigues (2004) relata que a feira é considerada potencial veiculador quanto a ocorrência de doenças de origem alimentar e representa, atualmente, um dos desafios ao serviço de vigilância sanitária, uma vez que proliferam a cada momento e não há grande preocupação do governo para fiscalizá-la adequadamente.

2.3 PARTICULARIDADES DO TAMBAQUI

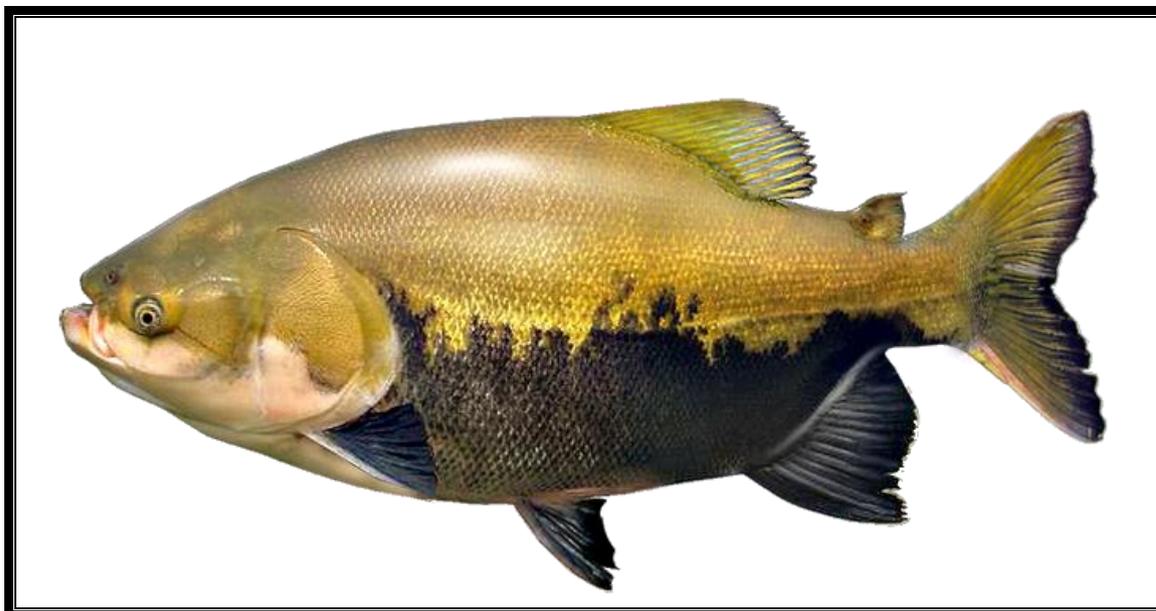


Figura 1 -Tambaqui

Fonte EMBRAPA (2012)

Goulding (1997) classifica o tambaqui como onívoro com tendência a herbívoro, filtrador e frutívoro. Com capacidade de digerir proteína animal e vegetal e de fácil adaptação à alimentação fornecida. É a primeira espécie sobre a qual se conhece o suficiente de modo a manejar os estoques naturais e promover sua criação em cativeiro.

Rodrigues (2014) ressalta que os tambaquis possuem boca pequena e lábios carnudos, mandíbulas potentes com dentes molariformes afiadas usados para triturar alimentos rígidos e também apresentam dentes faringianos poucos desenvolvidos. Seu estômago é bem definido e elástico, seu intestino corresponde 2 a 2,5 vezes o tamanho de seu corpo, sendo este um atributo favorável para uma maior retenção dos nutrientes necessários para o desenvolvimento do peixe. Seu principal habitat é a floresta inundada, e este ocorre em todos os tipos de águas amazônicas (ARIDE, 2006). Ele exibe alta correlação genotípica e plasticidade fenotípica, o que lhe permite viver nos ambientes muito heterogêneos da Amazônia (ALMEIDA; LUNDSTEDT; MORAES, 2006). Em cativeiro, a reprodução de tambaqui depende da indução hormonal e fertilização artificial (VARELA JUNIOR, 2011).

De acordo com Dairiki e Silva (2011), o *Colossoma macropomum* é encontrados em águas com temperatura entre 25°C e 34°C, nativos da América do Sul, das bacias dos rios da Amazonas, são tolerantes a variações de pH entre 4,0 e 8,0 porém são encontrados com mais facilidades em águas escuras (pH 3,8 - 4,9) e barrenta (pH 6,2 - 7,2), demonstrando ausência de perturbação do equilíbrio iônico. Também segundo Rodrigues (2014) o tambaqui possui forma arredondada, e devido aos fatores climáticos as regiões Norte, Centro Oeste e Nordeste seu cultivo é mais intenso.

Aride (2006) destaca que a predominância do tambaqui corresponde a sua resistência a águas com pH ácido. Quando a espécie é submetida a exposição de águas alcalinas por um longo período de tempo, isto pode ocasionar mudanças nos parâmetros fisiológicos na redução do crescimento e hematológicos como diminuição do hematócrito, concentração de hemoglobina e células vermelhas no sangue do animal.

2.4 COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS EM PESCADOS

Os peixes de água doce apresentaram maior percentual de ácidos graxos da família ômega 6 enquanto que os peixes marinhos apresentaram maior percentual de ácidos graxos da família ômega 3. (WANG, 1990).

O valor nutricional do pescado e a divulgação de estudos que o associam com melhorias para a saúde têm causado, nos últimos anos, um aumento de interesse por esse alimento. (BURGER, 2008)

Os peixes possuem concentrações consideráveis do ácido graxo poli-insaturado eicosapentaenoico (ω -3), que tem sido relacionado à diminuição na incidência de câncer. (PALAKURTHI, 2000). O consumo de peixe também foi relacionado com a redução da mortalidade por doença cardíaca, em populações de alto risco. (BELDA, 1991).

Caula et al (2008) lembra que é necessário o conhecimento da composição corporal dos peixes para que o seu consumo como alimento humano possa ser otimizada, possibilitando a competição com outras fontes proteicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves.

Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 80% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 3% de minerais. (URBINATI et al., 2004).

2.4.1 LIPÍDIOS

Lipídios são compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio encontrados em diversos alimentos na forma de gordura e/ou óleos. As gorduras e óleos são formados por três moléculas de ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol podendo ter de quatro a vinte e quatro ou mais átomos de carbonos sendo saturados ou insaturados. (SANTOS, 2016).

Os lipídios podem ser usados como fonte de energia por um número muito limitado de microrganismos. A principal fonte de N (nitrogênio) são os aminoácidos, embora outros compostos nitrogenados como nucleotídeos, peptídeos e proteínas possam ser também empregados. (LANDGRAF, 2009).

Os lipídios de peixes apresentam ácidos graxos contendo de 10 a 24 átomos de carbonos. Os peixes de água doce contêm elevadas proporções de ácidos graxos saturados e poli-insaturados (C18), mas baixos teores de insaturados com 20 e 22 átomos de carbono, quando comparados aos lipídios de peixes marinhos. (HENDERSON, 1987). A composição dos lipídios nos tecidos dos peixes também pode ser afetada pela dieta e por outros fatores ambientais, tais como salinidade e localização geográfica. (ALMEIDA; FRANCO 2006).

2.4.2 ÔMEGA-3 e 6

Vidal (2012) classifica o ômega-3 como um alimento essencial para o consumo, pois age no organismo de várias formas, ajuda a reduzir os danos vasculares, evita a formação de trombose aterosclerose, reduz o colesterol total, além de desempenhar um importante papel nos processos inflamatórios. A obtenção do ômega pode ser vias naturais (animais marinhos) quanto artificiais (fármacos).

Os ácidos graxos que podem ser saturados ou insaturados, possuem algumas funções no organismo humano, umas dessas funções é servir de depósito de energia e acomodação das membranas celulares. Segue a Figura 2 de forma a apresentar a estrutura molecular os ômegas 3 e 6, a saber:

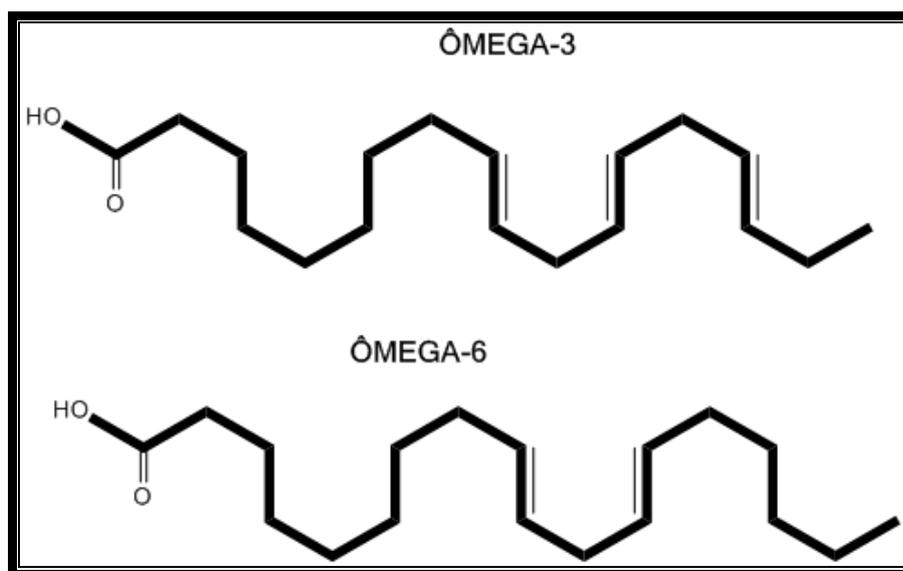


Figura 2 – Estrutura Molecular dos Ômegas 3 e 6.

Fonte: O Autor

Para Waitzberg (2012) o ácido graxo poli-insaturado do tipo ômega 3 é classificado como cadeia longa por ter 14 a 22 átomos de carbono, e do tipo poli-insaturado por ter mais de uma dupla ligação e recebe a denominação ômega 3 por conter a primeira dupla ligação no carbono 3, a partir do radical metil.

2.5 – PROPRIEDADES COLIGATIVAS

A palavra “coligativa” significa interligada entre si. *Coligar*, do latim *colligare*, significa unir, ligar, juntar, juntar para um fim comum (SANTOS et al., 2002). Essa coligação entre as partículas do soluto dissolvidas em um solvente atribui à solução formada (em relação ao solvente puro) uma série de propriedades denominadas propriedades coligativas das soluções. Essas propriedades são estudadas comparando-se o comportamento do solvente na solução em determinadas condições com o comportamento do respectivo solvente puro nas mesmas condições e referem-se a quatro propriedades físicas características das soluções (abaixamento da pressão de vapor, abaixamento da temperatura de fusão, elevação da temperatura de ebulição e variação da pressão de osmose) (SANTOS et al., 2005).

A partir das interações soluto-solvente haverá modificações no comportamento do solvente na solução frente ao aquecimento, congelamento e quantidade de vapor do solvente produzido. Segundo Santos et al. (2005) a correlação entre as propriedades físicas das soluções e a sua composição levou a um grande avanço no entendimento da química das soluções.

As propriedades coligativas de uma solução dependem do número de partículas de um soluto em dado volume, independente da natureza química desse soluto. Dessa forma as propriedades coligativas da água são classificadas em pressão osmótica, depressão do ponto de congelamento, elevação do ponto de ebulição e depressão da pressão de vapor da água (ECKERT, 2000).

Historicamente, as propriedades coligativas foram ferramentas poderosas para o entendimento da química de soluções e, especialmente, para a determinação de massas molares. Porém, com o desenvolvimento de técnicas altamente exatas, as quais permitem determinar massas molares corretas, as medições envolvendo propriedades coligativas deixaram de ter essa finalidade. Apesar disso, a importância do fenômeno em si ainda persiste, sendo fonte de discussão teórica e prática considerável nas disciplinas experimentais de Físico-Química.

Conforme Masterton (1990) quando aquecemos um líquido em um recipiente aberto formam-se bolhas, geralmente no fundo onde é aplicado o calor. As primeiras pequenas bolhas que vemos são ar, expelido da solução pelo aumento de temperatura. Eventualmente, a certa temperatura, grandes bolhas de vapor formam-se em todo o líquido. Essas bolhas de vapor sobem para a superfície e se quebram. Quando isso ocorre, diz-se que o líquido entrou em ebulição. A temperatura na qual o líquido ferve depende da pressão exercida sobre ele, ou seja, um líquido entra em ebulição a uma temperatura na qual a pressão de vapor iguala-se a pressão exercida sobre sua superfície.

Quanto às outras propriedades coligativas, Michael Faraday (1791-1865), em 1822, tinha notado o efeito do aumento do ponto de ebulição de um solvente pela adição de um soluto. Clemens Heinrich Lambert von Babo, em 1847, e Adolf Wüllner, em 1856, observaram que a pressão de vapor do solvente é diminuída por adição de solutos e a diminuição é proporcional à quantidade de soluto. Em 1888-9 Ernst Otto Beckmann (1853-1923) e outros publicaram trabalhos sobre a elevação do ponto de ebulição, que também permite a determinação de massas molares de soluto.

Segundo Feltre (2004) aumentando-se a temperatura, as partículas do líquido se agitam mais; e, em consequência, o líquido evapora mais intensamente, produzindo então maior pressão de vapor. De forma genérica, utiliza-se a água como exemplo didático para visualizar o comportamento do aumento da pressão de vapor influenciado pela temperatura. A figura abaixo (Figura 3) apresenta a variação da pressão de vapor da água em função da temperatura. É possível notar no gráfico que em 100 graus Célsius a pressão de vapor da água é de 760 mmHg, o que corresponde a 1 atm, ao nível do mar. Antes da curva a água se encontra no estado líquido, após a curva, as moléculas se agitam com mais vigor e conseguem romper a pressão atmosférica, e transitam para o estado gasoso de maior entropia.

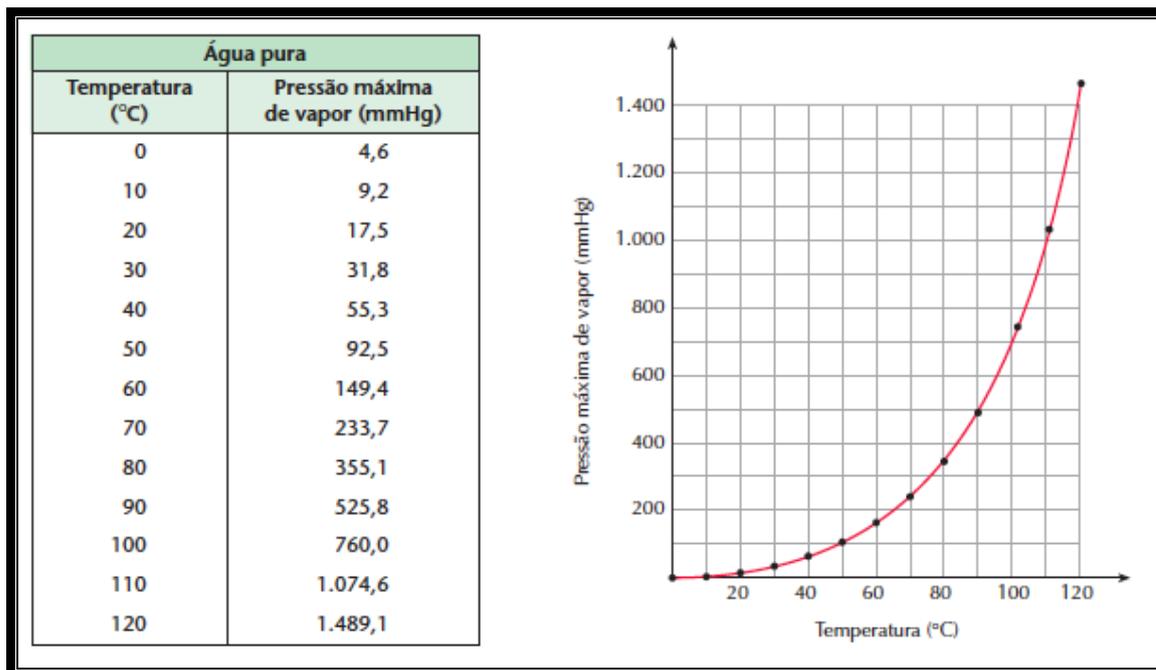


Figura 3 – Apresentação da variação da pressão de vapor da água em função da temperatura.

Fonte: Feltre (2004)

De acordo com Peruzzo (2006), o gráfico apresentado na figura 3 é chamado de diagrama de fases. É possível observar que a água pura tem um diagrama de fase que se comporta como apresentado pela linha contínua do gráfico. Em que se mantendo a pressão de 1 atm, a 0°C, a água está no equilíbrio nos estados sólidos – líquido. Se houver o abaixamento da temperatura, a água irá para o estado sólido, se congelará. Da mesma forma, a 100°C, a água pura estará no equilíbrio líquido – gasoso, um pequeno acréscimo da temperatura permite com que as moléculas ganhem maior entropia e migrem para um novo estado de agregação, o gasoso.

Por outro lado, na figura apresentada a seguir (Figura 4), levando-se em conta o comportamento de uma solução, verifica-se que tanto o ponto de ebulição, quanto o ponto de congelamento sofrem alterações; o primeiro, tem um acréscimo; já o segundo, uma diminuição.

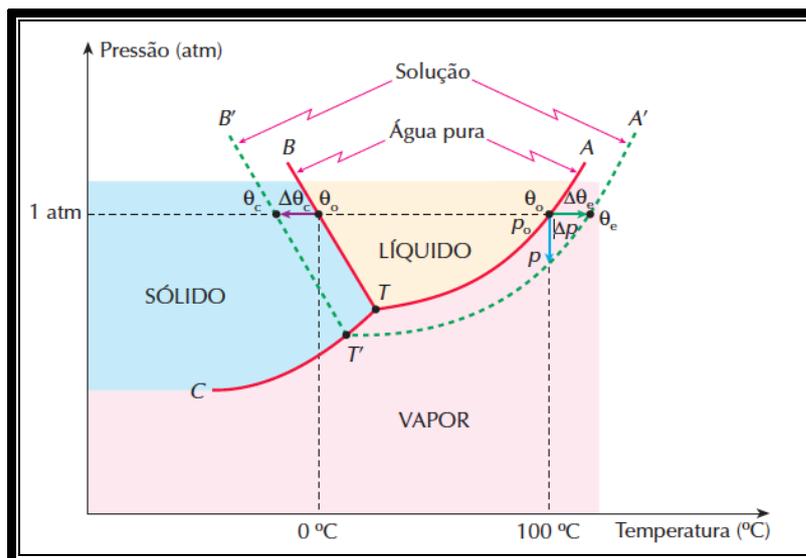


Figura 4 – Apresentação das fases da água.
Fonte: Feltre (2004).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a extração, quantificação e determinar a massa molar do óleo extraído de tabaqui.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair e quantificar o óleo de tabaqui utilizando método Soxhlet.
- Determinar a massa molar do material extraído através de propriedades coligativas.
- Realizar um estudo comparativo entre ômega-3 comercializado puro e o extraído via Soxhlet.

4 METODOLOGIA

Este estudo é do tipo experimental e exploratório. O tambaqui utilizado para a realização deste estudo foi adquirido na feira municipal de Ariquemes-RO no mês de fevereiro do ano de 2017. A matéria-prima passou pelo processo de evisceração e descamação, logo em seguida a amostra foi colocada em água clorada a 2ppm.

Em seguida, o material foi levado para o laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente FAEMA.

Para o processo de extração de gorduras, executou-se dois processos de análises, à frio e à quente. Para efetuar a análise à frio os solventes utilizados foram o Clorofórmio (50 mL) e Metanol (100mL). A análise à quente se deu com a utilização de Hexano C_6H_{14} (150 mL) utilizando o aparato de Soxhlet.

Para a análise no aparelho de Soxhlet, pesou-se em duplicata 10,8 g e 9,32 g de amostra de tambaqui da região abdominal do peixe. As amostras foram envolvidas por papel manteiga e inseridas no cartucho do Soxhlet. Para melhor uniformidade da passagem de solventes pelas amostras, foi colocado algodão sobre o cartucho, com o intuito de se ter uma extração mais homogênea.

Antes de inserir o solvente no Soxhlet, o frasco de vidro (reboiler) foi previamente pesado e anotado para que fosse possível realizar cálculos futuros de quantificação. A condensação do solvente começou com uma temperatura próxima a 70°C. O processo de extração durou um total de 7 horas e 05 minutos. Ao término do procedimento, o solvente foi recuperado utilizando o próprio aparelho, e as amostras foram inseridas em um dessecador para resfriamento e evaporação dos resquícios de solventes. Após 3 dias pesou-se as massas da amostra contida no reboiler e sua massa foi anotada para cálculos futuros.

Para o processo de extração a frio, pesou-se 50,5g da amostra, o material foi macerado e depositado em um Bécker de 100 mL juntamente com os solventes (Clorofórmio e metanol) com agitações periódicas a cada 10 minutos. Ao término da extração, a amostra foi levada ao dessecador, no decorrer de 3 dias o material foi pesado e a massa, determinada. Sequencialmente, realizou-se cálculos para a identificação e determinação da massa molar do óleo extraído de tambaqui através da propriedade coligativa de ebulioscopia.

Montou-se um equipamento adaptado de destilação simples utilizando manta aquecedora, balão de fundo redondo 200mL, termômetro, condensador vertical, suporte universal, garras e rolha.

Utilizou-se uma cápsula de ômega 3 puro (marca Omega Pure – Biobalance Natural immune support), cujo intuito era de realizar um estudo comparativo do abaixamento do ponto de ebulição utilizando um padrão de ômega-3 e os óleos extraídos a frio e a quente.

O local do estudo é o município de Ariquemes-RO, o qual possui uma população estimada em 104.401 pessoas residentes. (IBGE, 2015).

4.1 MÉTODO DE SOXHLET

O Soxhlet é um método de extração a quente que trabalha com um refluxo descontínuo e intermitente de solvente com a vantagem de evitar a temperatura alta de ebulição do solvente, pois a amostra não fica em contato direto com o solvente quente, evitando assim a decomposição da gordura na amostra. Os dois solventes mais utilizados são o éter de petróleo e o éter etílico (TAISA 2016).

A extração por Soxhlet é comumente usada para determinação do teor de óleo, graxas e gorduras em uma grande quantidade de materiais (sementes, águas, resíduos comerciais e industriais). Esta extração é realizada com solventes orgânicos: hexano, éter de petróleo, acetona, etanol, etc. O aparelho de Soxhlet está dividido em 3 partes: Câmara de Extração (extrator), Câmara de vaporização (balão) e condensador. O extrator se comunica com o balão por intermédio de 2 tubos laterais, um dos quais funciona como sifão (DALMÁRIO, 2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a atividade experimental, selecionou-se a acetona como solvente. A acetona se apresenta como um líquido de odor irritante e de ponto de ebulição baixo apresentando uma constante ebulioscópica bem explicitada e já explorada pela literatura.

A tabela abaixo (Tabela 2) apresenta as massas de cada amostra inserida no balão de destilação, bem como a temperatura de ebulição para cada análise. Todas foram realizadas em duplicatas.

Tabela 2 – Apresentação das massas e das temperaturas de ebulição, dos 3 diferentes óleos analisados.

Amostra	Massa	Média da temperatura de ebulição (°C)
Ômega 3 puro	0,431 g	60,36
Extração a frio	0,088g	57,67
Extração a quente	0,105 g	57,80

Ainda em uma análise da tabela explicitado acima observa-se que a massa em uma cápsula de ômega-3 puro é de 0,431 gramas de ácido alfa-linoleico. A respeito do solvente selecionado, a propanona, mediu-se o ponto de ebulição do solvente utilizando um aparelho adaptado de destilação. Registrou-se a temperatura de ebulição como sendo de 57°C.

Com o intuito de encontrar a massa molar da molécula de ácido alfa-linoleico, utilizou-se de cálculos de ebulioscopia baseados na lei de Raoult, que preconiza que a variação da temperatura de ebulição, $\Delta\theta_e$, se iguala à constante ebulioscópica multiplicado por um fator de 1000 vezes a massa de soluto; dividido pela massa do solvente vezes a massa molar do soluto, contemplada pela seguinte equação:

$$\Delta\theta_e = K_e \left(\frac{1000 \cdot m_1}{m_2 \cdot M_1} \right)$$

Dessa forma, calculou-se a constante ebulioscópica através da fórmula:
 $K_e = [R(T_0)^2 / 1000L_v]$ onde:

R=constante universal dos gases: $2\text{cal.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

T_0 =temperatura de ebulição do solvente

L_v =calor latente de vaporização (em cal/g).

Levando em conta que o calor latente da acetona é de $127,37\text{ cal/g}$, obtem-se uma constante ebulioscópica de $1,71\text{ K.g.mol}^{-1}$.

Encontrada a constante ebulioscópica, pode-se fazer uso da lei de Raoult e determinar a massa molar do soluto aplicado em um solvente conhecido. Ao inserir um soluto em um solvente puro, há mudança das propriedades físico-químicas, tanto de congelamento e pressão de vapor, como também da vaporização.

Portanto, fazendo-se uso da equação de ebulioscopia

$$\Delta\theta_e = k_e [(1000.m_1)/(m_2.M_1)]$$

$\Delta\theta_e$ variação da temperatura

k_e Constante ebuliométrica molal do solvente

m_1 Massa do soluto (óleo)

m_2 Massa do solvente (propanona)

M_1 Massa molar do soluto

Observou-se que ao inserir $0,431$ gramas de ômega-3 puro na acetona pura, o ponto de ebulição aumentou para $60,36^\circ\text{C}$.

Dessa forma, encontrou-se a massa de solvente através da densidade da acetona multiplicada pelo volume utilizado na análise (100 mL), e obteve-se a massa de $0,791\text{g}$. Aplicando os dados na lei de Raoult, obteve-se massa molar de $276,6$ gramas por mol.

Os cálculos são explicitados abaixo:

$$\Delta\theta_e 3,37^\circ\text{C} = 1,71\text{Kg.mol} \left(\frac{1000 \times 0,431\text{g}}{0,791\text{g} \times M_1} \right)$$

$$1,970 \frac{431}{0,791M_1} 1,558M_1 = 431 M_1 = \frac{431}{1,558} M_1 = 276,6 \text{ molar}$$

Os mesmos cálculos foram aplicados para as quantidades extraídas de lipídios. Porém, ao invés de se utilizar 0,431 gramas, utilizou-se a massa obtida pela extração a frio: 0,088 gramas; e 0,105 gramas, pela extração a quente (via Soxhlet).

Assim sendo, os resultados obtidos ao aplicar a fórmula de ebulioscopia em todas amostras obtidas, estão apresentados na tabela (Tabela 3) a seguir:

Tabela 3 – Apresentação dos resultados das massas molares obtidas de acordo com os diferentes pesos e diferentes temperaturas.

Amostra	Peso	Média da temperatura de ebulição (°C)	Massa molar obtida (M₁)
Ômega 3 puro	0,431 g	60,36	276,6
Extração a frio	0,088 g	57,67	280,2
Extração a quente	0,105 g	57,8	283,7

De acordo com a análise da estrutura do ômega-3, alfa-linoleico, apresentado na tabela 3, encontra-se a massa molar de 280 g/mol, muito próximo da calculada (276,6 g/mol).

Já, o óleo extraído a frio, apresentou massa molar de 280,2 g/mol. E o óleo extraído a quente, apresentou massa molar maior, 283,7 g/mol.

CONCLUSÃO

Com os dados obtidos pode-se considerar que as massas molares obtidas para as três análises são satisfatórias. Levando em conta que utilizou-se um padrão de ômega-3, e obteve-se massa molar de 276,6 g/mol, muito próxima a do ácido alfa-linoleico, de 278 g/mol, cuja fórmula molecular é de $C_{18}H_{30}O_2$. Pela extração a frio, pôde-se concluir que apesar de baixa extração de óleo por esse método, a massa molar calculada é muito próxima de 278 g/mol. Por outro lado, a extração via Soxhlet, apresentou um óleo com massa molar de 283,7 g/mol, maior do que a massa molar do ácido alfa-linoleico, porém, pode-se levantar a hipótese de que a extração a quente permite extrair outros tipos de óleo ômega, por exemplo, o ômega-6, cuja fórmula molecular é de $C_{18}H_{32}O_2$, com massa molar 280 g/mol. Devido a estrutura desse tipo de composto orgânico apresentar cadeia longa, tais moléculas podem se entrelaçar e ao elevar a temperatura, elas se agitam mais, arrasando uma à outra.

Por fim, concluiu-se que é possível, através de experimentos envolvendo propriedades coligativas, determinar a massa molar do óleo extraído, via sohxlet e a frio, do tambaqui por intermédio da ebulioscopia. Nesse estudo comparativo, verificou-se que a maior extração se deu a quente. Devido a inviabilidade de utilizar métodos espectroscópicos e espectrométricos como cromatografia gasosa hifenada a um espectrômetro de massas, utilizou-se um padrão de omega-3 o qual permitiu levantar a hipótese de que a comparação entre a massa molar do omega-3 puro é bem próximo do extraído.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. M.; FRANCO, M. R. B. **Composição de ácidos graxos e quantificação de EPA e DHA de Matrixâ (Bricom ceptalus) e Colossoma macropomum (tambaqui) cultivados e capturados na Amazônia central.** Campinas, SP, 2004. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia de alimentos- UNICAMP. Disponível em << <http://C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/23399-33870-1-SM.pdf>> acesso em 18 ago.2016.

ALMEIDA, L. C. de; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. **Digestive enzyme responses of tambaqui (Colossoma macropomum) fed on different levels of protein and lipid.** *Aquaculture Nutrition*, v. 12, n. Chesley 1934, p. 443–450, 2006.

ALMEIDA, N. M; FRANCO, M. R. B. **Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescado: aspectos nutricionais e benefícios à saúde humana.** R. Inst. Adolfo Lutz (Impr.), São Paulo, v. 65, n. 1, 2006 Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552006000100002&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 18 ago. 2016.

ARAUJO, L. C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: MCT-CNPq, 1998. 186P.

ARIDE, P. H. R. et al. **Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods.** *Acta Amazonica*, v. 36, n. 3, p. 381–384, 2006.

BELDA, M.C.R.; POURCHET-CAMPOS, M.A. **Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada.** *Ciênc. Tecnol. Alimentos*.v. 11, p. 5-35, 1991.

Burger J. Pesca, **consumo de peixe e conscientização em uma comunidade universitária**. 2008; 108 (1): pg107

CAULA, F.C.B.; OLIVEIRA, M.P. de; MAIA, E.L. **Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p. 960-964, 2008.

DAIRIKI; SILVA, 2011. Revisão de Literatura: **Exigências nutricionais do tabaqui - compilação de trabalhos, formulações de ração e desafios futuros**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, p. 48, 2011.

DALMÁRIO, L. Prática - Extração com Soxhlet. **Ebah** Química exata. Relatório de extração. Aracaju-SE. 2012

Eckert. **Fisiologia Animal**: mecanismos e adaptações. 4.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2000.

Feltre, Ricardo, 1928- .Química / Ricardo Feltre. 6. ed. Pg 76. São Paulo: Moderna, 2004.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio século 21**. – 3° ed. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira, 1999 pag1555.

GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado**. Cap. 1, p.2-36. In: Gonçalves, A.A. (Ed.) Polígrafo - Ciência e Tecnologia do pescado, 217 p., 2010.

GOULDING, M. So fruitful fish: **ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University Press, 1997. 157p.

Henderson RJ, Tocher DR. **A composição lipídica e bioquímica de peixes de água doce**, Prog. Lipídios Res 1987; 26: 281-347.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) em 2015.

LANDGRAF, M. **Opinião do consumidor brasileiro sobre irradiação de alimentos**. Alimentos inovadores Science and Emerging Technologies, Amsterdã, NL, v. 10, p. 383-389,2009.

Marcos, F. B; Luiz, F. S. P; João, V. M. S; Daniel, A. V. C; Galileu, C. V. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of fisheries and aquatic Resources**. Pará. n1. 2016.

Masterton; Slowinski; Stanitski. **Princípios de Química**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Cartilha do Balanço 2013. Governo Federal, 2013

OGAWA, M.; MAIA, E.L **Manual de pesca- ciências e tecnologia do pescado**. 1999 vol. 1. Livraria Varela. São Paulo. P191-199. Disponível em<<https://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/manual-de-criacao-de-peixes-em-viveiros.pdf>> .Acesso em.set 2016.

PALAKURTHI, S. **Ácido eicosapentaenoico ácido graxo poliinsaturado**. Cancer Research, v. 60, p. 2919-2925, 2000.

Peruzzo, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. Pg 68 São Paulo : Moderna, 2006.

PESCADOR, R. **Aspectos nutricionais dos lipídeos nos peixes**. Universidade de Brasília centro de excelência em turismo. Brasília-DF, 2006.

RODRIGUES, M.S.M. et al. **Aproveitamento Integral do Pescado com ênfase na Higiene, Manuseio, Cortes, Salga e Defumação**. Anais do 2º Congresso Brasileiro de São Paulo (Município) 2004.

RODRIGUES, A. P. O. **Nutrição e alimentação do tambaqui (Colossoma macropomum)**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 40, n. 1, p. 135–145, 2014.

ROSA, M. P. **Os fatores que influenciam na qualidade do pescado**. São Paulo,2001. Pós-Graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública.

SANTOS, A. R. dos et al.. **Determinação da massa molar por crioscopia: terc-butanol, um solvente extremamente adequado**. Química Nova na Escola, v. 25, n. 5, p. 844-848, 2002.

SANTOS, W. L. P. et al. **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, A. P. S **Determinação de lipídios em alimentos**. Bromatologia. Universidade Federal do Piauí UFPI. 2016.

SILVA, D. O. **Inspeção sanitária de pescado**. Recife, 1998. Estágio supervisionado obrigatório (ESO). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Disponível em< <https://nepessite.files.wordpress.com/2016/02/higiene-do-pescado-em-feiras-de-manaus.pdf>> acesso em set.2016

TAISA, U. C. Determinação de Lipídeos - Métodos de SOXHLET. **Instituto de Ciências da Saúde – ICS**. Araçatuba-SP n.3 20016. Disponível em< <https://www.passeidireto.com/arquivo/25643716/determinacao-de-lipideos---metodos-de-soxhlet>> acessado em: set. 2016.

URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. Cap. 15, p. 481-500.

VARELA JUNIOR, A. S. **Criopreservação seminal de tambaqui, Colossoma macropomum**. 118 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011.

Vidal, A. D. D; **A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doença**. Cad Grad: Ciênc Biol Saúde. 2012; 1(15):43-52.

Wang YJ, Miller LA, Perren M, P B. **ácido graxo Addis Omega-3 em peixes superiores lago**, J Food Sci 1990; 55: 71-6.

Waitzberg DL. **Ômega-3: o que existe de concreto**, São Paulo: Nutrilite, 2007.
Monografia ômega 3. 2012.