



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ADAILTON BALBINO DA SILVA

**ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS: UMA REVISÃO
DE LITERATURA**

**Assis/SP
2021**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ADAILTON BALBINO DA SILVA

**ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS: UMA REVISÃO
DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis — IMESA e Fundação Educacional do Município de Assis — FEMA, como requisito parcial à obtenção do certificado de conclusão.

**Orientando: Adailton Balbino da Silva
Orientadora: Dra Rosângela Aguilar da Siva**

**Assis/SP
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

S586o SILVA, Adailton Balbino da
Óleo de peixe em cápsulas: Uma revisão de literatura / Adailton
Balbino Silva. Assis, 2021.
46p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial) – Fundação
Educativa do Município de Assis - FEMA

Orientadora: Dra. Rosângela Aguilár da Silva

1. Óleo de peixe-cápsulas, 2. Ácidos graxos.

CDD615.34
Biblioteca da FEMA

ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ADAILTON BALBINO DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação em Química Industrial, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Dra. Rosângela Aguilar da Silva

Examinador:

Me. Alexandre V. G. Mazalli

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, sou grato a Deus por ter me dado forças, para que mais um objetivo fosse alcançado, durante estes ano de estudos.

A minha esposa e filhos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

A minha orientadora, Professora Dra. Rosângela Aguiar da Silva, pela paciência nas correções e ensinamentos, que me permitiram apresentar um melhor desempenho ao longo do meu trabalho de conclusão do curso.

A todos os professores e colegas de turma com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

O óleo de peixe encapsulado é o suplemento alimentar mais consumido na Europa e nos Estados Unidos. Os suplementos alimentares atuam como coadjuvantes auxiliando na melhoria do estado de saúde. O óleo de peixe é rico em ácidos graxos ômega-3 principalmente ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA). O uso diário de cápsulas de ômega 3 tem mostrado diversos benefícios na prevenção de doenças cardiovasculares, diminuição do risco do desenvolvimento de tumores de mama e prevenção de doenças neurológicas. Quanto maior a concentração de DHA e EPA melhor é a qualidade do produto. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre as propriedades dos ácidos graxos ômega 3 presentes em óleo de peixe em cápsulas e seus efeitos na saúde humana. A metodologia utilizada foi uma busca de publicações nos bancos de dados da internet como Google acadêmico, Biblioteca Virtual da Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (scielo) e foram utilizados os descritores óleo de peixe, cápsula, ômega 3 e ácidos graxos. Várias pesquisas sobre o consumo de óleo de peixe em cápsula disponíveis na literatura têm apresentado resultados promissores no que se refere à melhora no metabolismo e no controle de patologias: perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos), hipertensão arterial sistêmica e outros marcadores cardiovasculares, resistência à insulina, oxidação de gordura, diminuição da inflamação, cognição, Alzheimer entre outros. Estudos em seres humanos tem sugerido uma dose (via oral) limite variando entre 1,35 a 2,7 g de EPA/dia para se observar um efeito anti-inflamatório. O consumo de óleo de peixe deve ser monitorado por profissional de saúde especializado, pois doses acima de 3 g por dia de EPA + DHA podem trazer danos à saúde. De acordo com os dados obtidos no trabalho, conclui-se que o ômega 3 apresenta propriedade anti-inflamatória, contribui na redução do risco de doença coronariana e de triglicerídeos (TG) entre outras, sendo de fundamental importância o controle de qualidade do produto pelas indústrias e o fornecimento de informações claras e precisas no rótulo que atenda a legislação, além de ações de fiscalização por órgãos competentes para garantir que o produto seja íntegro e que produzirá efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e benéficos à saúde e a segurança alimentar dos consumidores.

Palavras-chave: (Ômega 3) óleo de peixe-cápsulas. Propriedade dos Ácidos graxos.

ABSTRACT

Encapsulated fish oil is the most consumed dietary supplement in Europe and the United States. Food supplements act as adjuvants, helping to improve the state of health. Fish oil is rich in omega-3 fatty acids primarily eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). The daily use of omega 3 capsules has shown several benefits in preventing cardiovascular diseases, decreasing the risk of developing breast tumors and preventing neurological diseases. The higher the concentration of DHA and EPA, the better the quality of the product. The aim of this work was to carry out a literature review on the properties of omega 3 fatty acids present in fish oil capsules and their effects on human health. The methodology used was a search for publications in internet databases such as academic Google, Virtual Health Library (VHL), Scientific Electronic Library Online (scielo) and the descriptors fish oil, capsule, omega 3 and fatty acids were used. Several studies on the consumption of fish oil in capsules available in the literature have shown promising results regarding the improvement in metabolism and control of pathologies: lipid profile (total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides), systemic arterial hypertension and others cardiovascular markers, insulin resistance, fat oxidation, decreased inflammation, cognition, Alzheimer's among others. Studies in humans have suggested a dose limit (orally) ranging from 1.35 to 2.7 g of EPA/day to observe an anti-inflammatory effect. The consumption of fish oil must be monitored by a specialized health professional, as doses above 3 g per day of EPA + DHA can be harmful to health. According to the data obtained in the work, It is concluded that omega 3 has an anti-inflammatory property, contributes to reducing the risk of coronary heart disease and triglycerides (TG), among others, being of fundamental importance the quality control of the product by the industries and the provision of clear and precise information on the label that complies with the legislation, in addition to inspection actions by competent bodies to ensure that the product is complete and that it will produce metabolic and/or physiological effects and benefit the health and food safety of consumers.

Keywords: (Omega 3) fish oil-capsules. Propertie of Fatty Acids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Molécula de lipídio	15
Figura 2: Ácido graxo saturado e ácido graxo insaturado.....	17
Figura 3: Ácidos graxos-EPA e DHA	18
Figura 4: Diagrama esquemático da extração supercrítica de matrizes sólidas	19
Figura 5: Fluxograma de produção de óleo e farinha a partir de resíduos de tilápia	21
Figura 6: Equipamento de degomagem com água	22
Figura 7: Neutralizador Contínuo	23
Figura 8: Fluxograma de lavagem e secagem a vácuo	24
Figura 9: Etapas do processo de branqueamento	25
Figura 10: Esquema princípio de desodorização contínua	26
Figura 11: Fluxograma da desodorização semi contínua	26
Figura 12: Processo de formação de cápsulas por gelificação iônica.....	31
Figura 13: Síntese e ações dos mediadores lipídicos produzidos pelo AA, EPA e DHA ...	32
Figura 14: Recomendação diária de ômega 3 conforme a idade	33
Figura 15: Tubos de ensaio.	38
Figura 16: Materiais utilizados.	38
Figura 17: Aula prática – lipídios e solubilidade.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. METODOLOGIA	14
3. LIPÍDIOS.....	15
3.1 GORDURAS	16
3.2 ÁCIDOS GRAXOS.....	16
4. PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE	19
4.1 EXTRAÇÃO COM SOLVENTE ORGÂNICO (SOXHLET).....	19
4.2 EXTRAÇÃO COM FLUÍDO SUPERCRÍTICO (ESC).....	19
4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ATRAVÉS DE RESÍDUOS DE PEIXE	20
5. PROCESSO DE REFINO DO ÓLEO DE PEIXE	22
5.1 DEGOMAGEM COM ÁGUA.....	22
5.2 NEUTRALIZAÇÃO CONTÍNUA.....	23
5.3 LAVAGEM E SECAGEM DO ÓLEO	23
5.4 BRANQUEAMENTO	24
5.5 DESODORIZAÇÃO	25
5.6 PROCESSO DE POLIMENTO.....	26
6. OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	28
6.1 EFEITOS INDESEJADOS DA PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA NA SAÚDE HUMANA	29
7. MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE	30
7.1 OBTENÇÃO DE CÁPSULAS POR GELITIFICAÇÃO IÔNICA	30
8. SUPLEMENTAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE	32
9. LEGISLAÇÕES DO PROCESSAMENTO DE ÓLEO DE PEIXE COMO ALIMENTO FUNCIONAL EM CÁPSULAS.....	35
9.1. LEGISLAÇÃO PERTINENTE A FABRICAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE	35
9.2 LEGISLAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS OU ÔMEGA-3 NA CATEGORIA DE ALIMENTO FUNCIONAL OU DE SAÚDE	35
9.3 LEGISLAÇÃO PERTINENTE A SUPLEMENTO ALIMENTAR NO BRASIL	35
9.4 LEGISLAÇÃO PERTINENTE A QUANTIDADE MÁXIMA DE PERÓXIDO EM ÓLEO REFINADO	36
10. EXPERIMENTOS COM LIPÍDIOS PARA O ENSINO	37

10.1 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS COM LIPÍDIOS.....	38
10.1.1 Material Utilizado	38
10.1.2 Procedimento	39
10.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS COM ÁCIDO GRAXO NOS SABÕES....	39
10.2.1 Material utilizado.....	39
10.2.2 Procedimento	39
11. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, muitas mudanças têm acontecido e alterações nos hábitos alimentares relacionadas às doenças degenerativas na civilização moderna. Diante disso, uma grande preocupação com o consumo de alimentos, suas interferências na saúde e as escolhas da qualidade dos produtos passam a ser decisivas. O peixe é um alimento que tem sido usado há muitas décadas como fonte de vitaminas A e D, mais um grande impulso ao seu consumo foi dado após o início do desenvolvimento da ciência nutricional. O efeito mais marcante do consumo do peixe reside no fato de conter baixo teor de colesterol e alto teor de ácidos graxos poli-insaturados (SCHACKER, 2004).

Na literatura encontram-se muitas informações sobre benefício relacionado aos níveis de ingestão de alguns ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em etapas de desenvolvimento dos seres humanos. Esses ácidos podem ser provenientes diretamente da alimentação ou a partir de precursores da mesma série metabólica presente em uma dieta (SCHACKER, 2004).

Os ácidos docosahexaenóico (DHA) e eicosapentanóico (EPA) são derivados do ácido linolênico, sendo normalmente encontrados em óleo de peixe de águas profundas como sardinha, salmões e bacalhau (MORAES; COLLA, 2006).

O DHA é fundamental para o desenvolvimento do cérebro e visual, devido ao seu alto grau de poli-insaturação (SILVA; JÚNIOR; SOARES, 2007).

O óleo de peixe encapsulado foi o suplemento alimentar mais consumido na Europa e nos Estados Unidos. Entre os anos de 2005 a 2012, as vendas desse produto duplicaram em todo o mundo (CIRIMINNA et al., 2015; ALBERT et al., 2015). O consumo de suplementos alimentares atua como coadjuvantes auxiliando na melhoria do estado de saúde (SILVA et al., 2020).

O uso diário de cápsulas de ômega 3 tem mostrado diversos benefícios à saúde como na prevenção de doenças cardiovasculares, diminuição do risco do desenvolvimento de tumores de mama e prevenção de doenças neurológicas (SILVA et al, 2020).

Quando se compra ômega-3 em cápsulas, no rótulo é apresentada a concentração de DHA e EPA por cápsula em mg. Quanto maior a concentração, melhor é a qualidade do produto em quantidade de ômega-3 (MURGEL, 2010), (SANTOS et al, 2019).

Infelizmente, no Brasil, poucas marcas preenchem esses requisitos, portanto o consumidor em sua dieta não encontrará a resposta terapêutica adequada.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre as propriedades dos ácidos graxos ômega 3 presentes em óleo de peixe em cápsulas e seus efeitos na saúde humana.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi uma revisão de literatura baseada na pesquisa de artigos publicados e disponíveis nos bancos de dados da internet tais como: Google acadêmico, Biblioteca Virtual da Saúde (BVS), Scientific Eletronic Library Online (scielo).

Para a busca foram utilizados os descritores: óleo de peixe, cápsula, ômega 3, ácidos graxos.

3. LIPÍDIOS

Os lipídios são um grupo heterogêneo de compostos mais relacionados por suas propriedades físicas do que por suas propriedades químicas. Apresentam propriedades comuns: relativamente insolúveis na água e solúveis nos solventes não polares, tais como: o éter, o clorofórmio, os óleos, os esteroides e as ceras (BOTHAM; MAYES, 2012), (SANTANA et al, 2017).

Os lipídeos podem ser classificados em: simples, complexos, precursores e derivados. Os lipídeos simples são ésteres de ácidos graxos com vários álcoois, ex: gorduras e ceras, os lipídeos complexos são ésteres de ácidos contendo outros grupos além de um álcool e de um ácido graxo, ex: fosfolipídeos, glicolipídeos (glicoesfigolipídeos) e outros lipídeos complexos tais como sulfolipídeos e aminolipídeos. As lipoproteínas também podem ser enquadradas nesta categoria; precursores e derivados de lipídeos incluem: ácidos graxos, glicerol e esteróis, aldeídos graxos e corpos cetônicos, hidrocarbonetos, vitaminas lipossolúveis e hormônios (BOTHAM; MAYES, 2012), (SANTANA et al, 2017), (BARROS, 2019).

Segundo Fogaça (2017), pertencem ao grupo dos lipídios os compostos denominados glicerídeos cujas moléculas possuem três grupos ésteres que foram formados pela união de três moléculas de ácidos graxos superiores, ácidos carboxílicos de cadeia longa, com uma molécula de glicerol (triálcool glicerina), cuja nomenclatura oficial é propanotriol. Figura 1 mostra a molécula de lipídio.

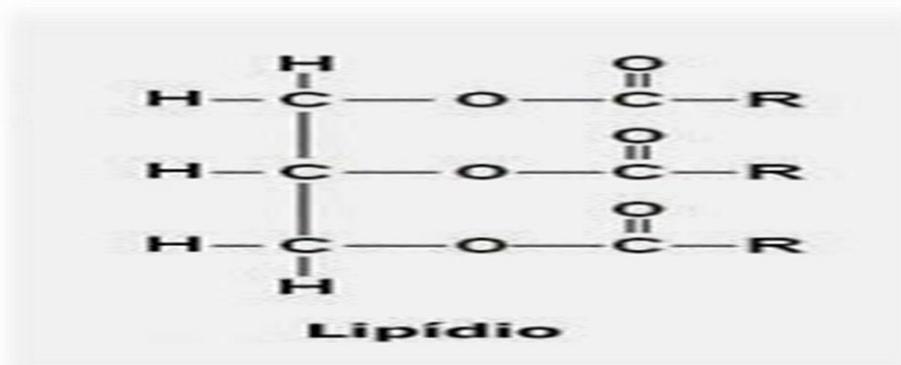


Figura 1: Molécula de lipídio (SOUZA, 2021).

3.1 GORDURAS

As substâncias gordurosas podem-se encaixar na categoria de lipídios, são solúveis em solventes orgânicos como clorofórmio e éter, mas insolúveis em água. Constituídas por misturas de triglicerídeos, que contêm ácidos graxos com diferentes números de insaturações e tamanho de cadeia. Gorduras que possuem ácidos graxos com cadeias menores ou mais insaturados possuem pontos de fusão mais baixos, gorduras líquidas em temperaturas ambientes são chamadas de óleos (SCHACKER, 2004).

As gorduras consistem um importante papel na dieta humana, fazendo com que uma refeição provoque uma sensação de saciedade e aumentam o sabor dos alimentos. Possuem alto valor calórico e servem de reserva energética para o organismo, e outras funções como no carregamento das vitaminas lipossolúveis (SCHACKER, 2004).

Os óleos de organismos marinhos, como peixe e outros, são compostos por lipídios ricos em ácidos graxos poli-insaturados de cadeias longas (20-22 átomos de carbono), tais como DHA e EPA representam os poli-insaturados de maior importância entre os lipídios oriundos de peixes (SCHACKER, 2004).

3.2 ÁCIDOS GRAXOS

Os ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de longas cadeias de hidrocarbonetos acíclicas, não polares, sem ramificações e, em geral, número par de átomos de carbono. Nos óleos e gorduras naturais os ácidos graxos ocorrem principalmente como ésteres, podem estar sob a forma esterificada denominando ácidos graxos livres (BOTHAM; MAYES, 2012). O organismo humano não produz certos tipos de ácidos graxos poli-insaturados, sendo considerados essenciais (CAMPOS, 2016).

As unidades fundamentais da maioria de lipídios são formadas por compostos carbonílicos uma série de átomos de carbono denominados ácidos graxos, unidos uns aos outros por ligações simples (saturado) ou duplas (insaturado). No geral estes ácidos com uma cadeia de 3 a 24 átomos de carbono unidos a um grupo carboxila único, são classificados de acordo com o número de carbonos na cadeia, em diferentes classes de lipídios e podem ser liberados por hidrólise química ou enzimática e diferem entre si pela extensão

da cadeia e a presença de número e posição das ligações duplas (SCHACKER, 2004).

Os ácidos graxos de cadeia pequena são solúveis em água, mas com o aumento do comprimento da cadeia esta propriedade decresce, de maneira que, generalizando pode se afirmar que a maioria dos ácidos de ocorrência natural é insolúvel em água (SCHACKER, 2004). A figura 2 apresenta as estruturas dos ácidos graxos saturados e insaturados.

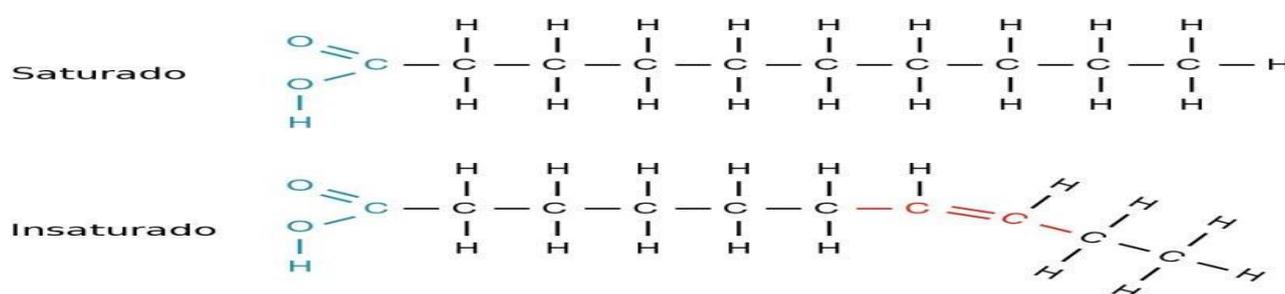


Figura 2: Ácido graxo saturado e ácido graxo insaturado (COSTA, 2015).

Os ácidos graxos saturados têm como base o ácido acético ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$), a partir do qual os demais $-\text{CH}_2-$ são adicionados aos grupos terminais CH_3 e COOH . Nas ceras, tanto nas de origem animal quanto vegetal, ocorrem o maior número de átomos de carbono. Quanto aos ácidos graxos insaturados podem ser subdivididos em monoinsaturados, poli-insaturados e eicosanoides. Os eicosanoides são derivados da eicosa ácido graxos com 20 carbonos, ácidos graxos polienólicos compreendendo os prostanóides, os leucotienos e as lipoxinas. Os prostanóides incluem as prostaglandinas, as prostaciclina e os troboxanos, que participam de atividades diversas como processos inflamatórios, formação de coágulos, metabolismo lipídico e resposta imunológica (TAMIRYS, 2017).

Os ácidos graxos ômega 3, apresentam cadeia poli-insaturada, com três ou mais duplas ligações, e recebem a nomenclatura ômega 3 devido a posição da primeira dupla ligação na cadeia carbônica, contada a partir do terminal metila (Harris, 2007), (TAMIRYS, 2017).

Os ácidos graxos da série ômega 3 são formados pelo ácido linolênico, o ácido docosahexaenoico (DHA), o eicosapentaenoico (EPA) e o docosapentaenoico (DPA), constituem um grupo de lipídios que exercem funções significativas no organismo, sendo incorporados aos fosfolipídios das membranas das células otimizando sua função

biológica (STEFANELLO; PASQUALOTTI; PICHLER, 2019). A figura 3 apresenta a estrutura dos ácidos eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA).

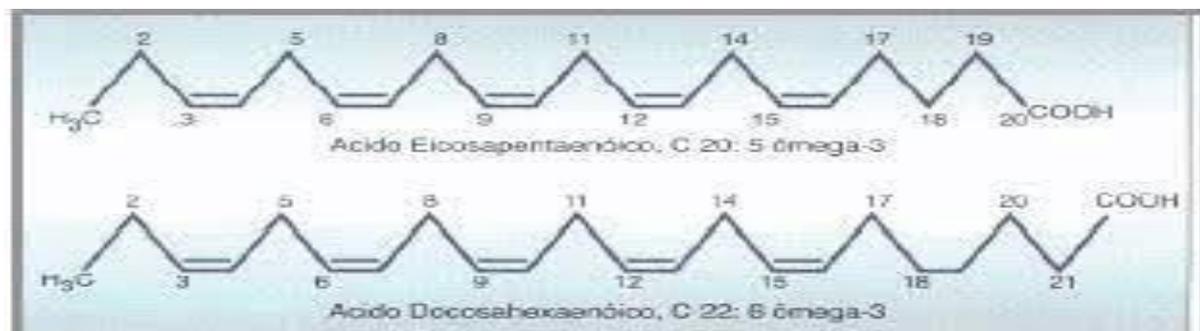


Figura 3: Ácidos graxos-EPA e DHA (SIERRA, 2015).

4. PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE

A matéria prima seca, triturada e caracterizada é submetida a diferentes processos para obtenção do óleo, através do processo Soxhlet utilizando hexano, extração com fluido supercrítico (ESC) utilizando CO₂ como solvente (SANTOS, 2010). E obtenção do óleo através de resíduos de peixe por caixa percoladora.

4.1 EXTRAÇÃO COM SOLVENTE ORGÂNICO (SOXHLET)

É realizada através do seguinte método Soxhlet, sendo o extrato obtido caracterizado como óleo fixo ou triglicérido. Utilizado o solvente hexano P.A, por apresentar polaridade nula (SANTOS, 2010).

4.2 EXTRAÇÃO COM FLUÍDO SUPERCRÍTICO (ESC)

É realizada através do método dinâmico de extração pela passagem contínua do solvente supercrítico pela matriz sólida. A figura 4 mostra diagrama da extração supercrítica.

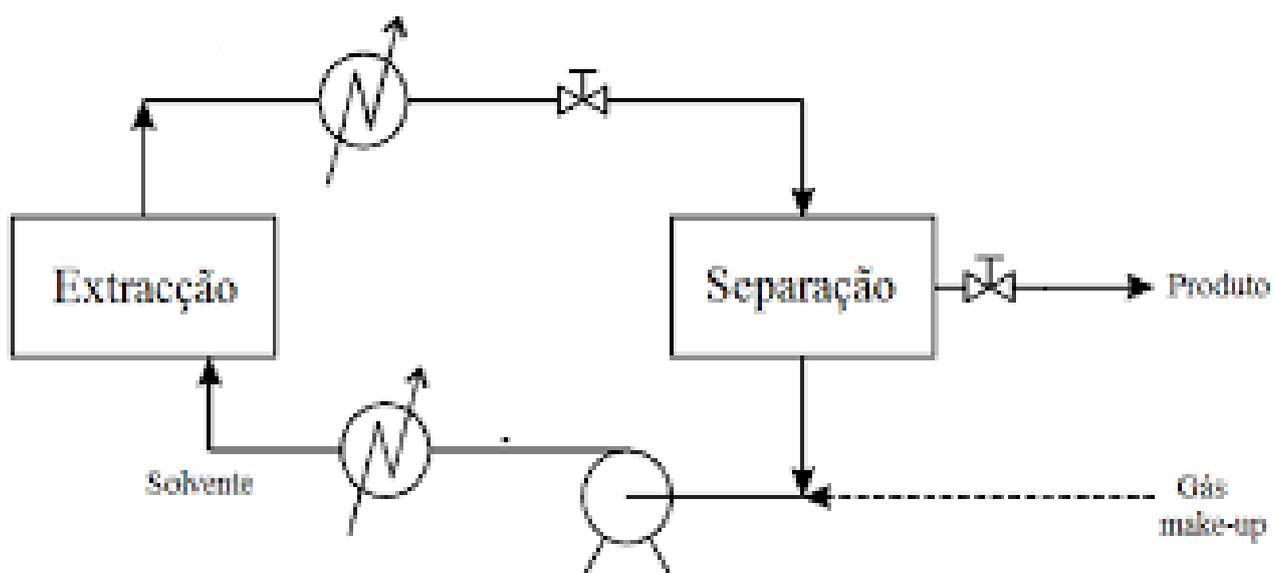


Figura 4: Diagrama esquemático da extração supercrítica de matrizes sólidas (GASPAR, 2011).

No processo de extração supercrítica de sólidos, o solvente escoar através de um leito fixo constituído das partículas do material, solubilizando componentes ali presentes. O esgotamento do sólido ocorre na direção do escoamento, enquanto a massa de extrato na fase solvente aumenta na mesma direção. O solvente atravessa o leito fixo saindo carregado de soluto, e na saída do extrator, passa através de uma válvula de expansão, passando ao estado gasoso e, finalmente, o soluto é coletado (BRUNNER, 1994; REVERCHON; MARCO, 2006), (SANTOS, 2010).

O método o mais empregado atualmente para a obtenção de óleo de peixe em escala industrial é prensagem úmida, conforme descrito pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1986). De maneira geral, bons rendimentos são obtidos quando se emprega este método em matérias primas que apresentam alto conteúdo lipídico (AGUIAR, 2012).

4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ATRAVÉS DE RESÍDUOS DE PEIXE

Com a industrialização, a pesca deixou de ser uma atividade apenas artesanal e passou a atender às exigências do mercado, intensificando a atividade e dando origem à pesca industrial com o objetivo de beneficiar o pescado para agregar mais valor a esse produto. Porém, a indústria pesqueira produz uma grande quantidade de resíduos e, de acordo com a Sea Fish Industry Authority (SEAFISH), para cada tonelada de pescado industrializado, pronto para comercialização, é gerada uma grande quantidade de resíduos que pode representar cerca de 50% da matéria-prima (FERREIRA; BRAGA, 2019).

Para a produção pesqueira, algumas etapas da industrialização do peixe são realizadas, ocasionando a geração desses resíduos. A figura 5 mostra o fluxograma das etapas de produção de óleo e farinha através de resíduos.



Figura 5: Fluxograma de produção de óleo e farinha a partir de resíduos de tilápia (FERREIRA, 2017).

Dentre os vários tipos de peixe, a tilápia é o tipo de peixe mais produzido no Brasil (4ª posição mundial) e o óleo obtido a partir dos resíduos desse tipo de peixe possui índices de qualidade de acordo com os padrões exigidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (FERREIRA; BRAGA, 2019).

5. PROCESSO DE REFINO DO ÓLEO DE PEIXE

O processo de refino do óleo de peixe consiste nas seguintes etapas: degomagem, neutralização, lavagem, secagem, branqueamento, filtração e desodorização. Os objetivos do processo de refino do óleo de pescado consistem na remoção de produtos indesejáveis, o refino do óleo não afeta a composição de ácidos graxos dos triacilgliceróis, mas removem fosfolipídios, ácidos graxos livres, pigmentos, produtos de oxidação lipídica entre outras impurezas que afetam as características desejáveis do produto de maneira adversa (MONTE, 2010).

5.1 DEGOMAGEM COM ÁGUA

A degomagem com água é um método relativamente simples e econômico, que remove o máximo de goma possível na fase de pré-tratamento. Consiste na adição de 1 a 3% de água ao óleo bruto aquecido a 80 ~ 85 °C, sob agitação constante, durante 20 a 30 minutos, o precipitado formado é removido do óleo por centrifugação a 5.000 - 6.000 RPM. Esse processo também pode ser contínuo, injetando água ao óleo aquecido a 60 °C e passando apenas no misturador estático antes de ir a centrífuga. O tempo de hidratação é, nesse caso, reduzido a alguns minutos. As gomas assim obtidas, que contém 50% de umidade, são secas a vácuo (aprox. 100 mmHg) à temperatura de 70 ~ 80 °C. Esse processo remove usualmente de 70% a 80% dos fosfatídeos (apenas os hidratáveis) presentes no óleo bruto (GONDIN, 2019). A Figura 6 ilustra o degomador com água.



Figura 6: Equipamento de degomagem com água (GONDIN, 2019).

5.2 NEUTRALIZAÇÃO CONTÍNUA

A neutralização consiste na reação da soda cáustica com os ácidos graxos livres, os quais são responsáveis pela acidez do óleo, o método contínuo é o mais usado, pois permite economia de tempo e reduz a perda do processo. O óleo é aquecido à temperatura de 65- 90 °C e recebe o ácido fosfórico, concentração de 85% e em linha a água e o óleo passa por um misturador dinâmico antes de ir para o reator e da mesma forma adiciona-se soda cáustica, a qual passa pelo mesmo processo de mistura, após a finalização das reações (GONDIN, 2019). O óleo reagido é centrifugado, separando as impurezas na fase pesada e o óleo neutro na fase leve. A figura 7 ilustra equipamento de neutralização contínua.

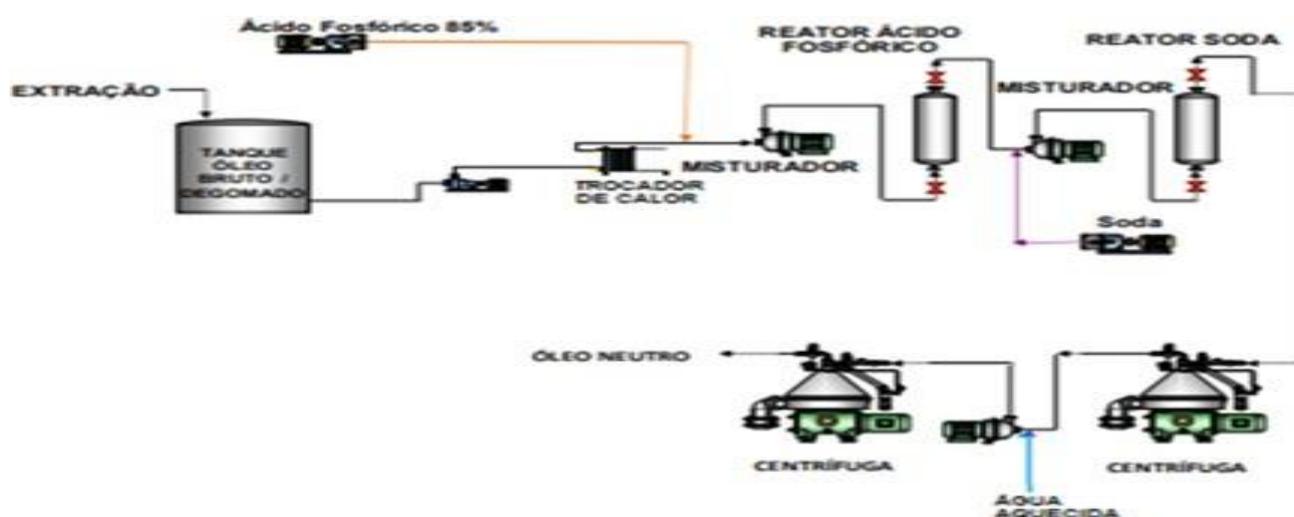


Figura 7: Neutralizador Contínuo (GONDIN, 2019).

5.3 LAVAGEM E SECAGEM DO ÓLEO

Após a neutralização, o óleo é submetido a uma ou duas lavagens com 10-20 % de água na temperatura de 70-90 °C e novamente centrifugado para remover o sabão residual. A secagem ocorre com o aquecimento do óleo a temperatura de 90°C e vácuo de 710 mmHg, com o auxílio de um condensador e o tempo de secagem em média de 10 min (MONTE, 2010). A figura 8 mostra o fluxograma da lavagem e secagem do óleo neutralizado.

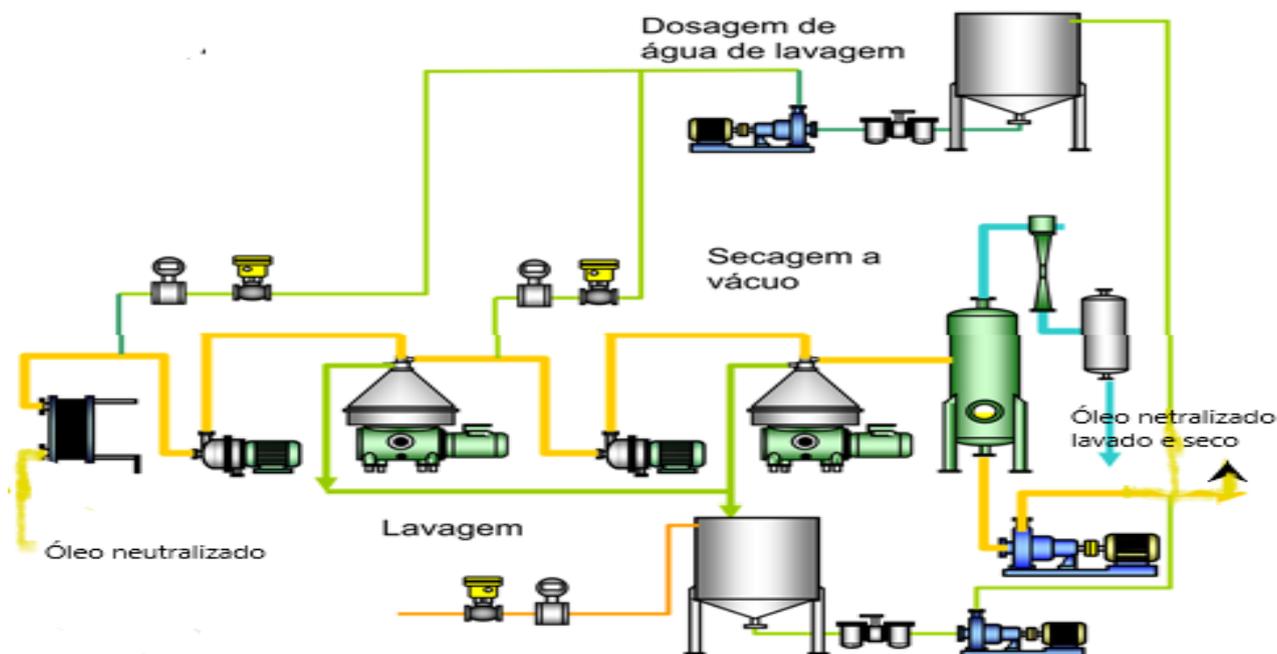


Figura 8: Fluxograma de lavagem e secagem a vácuo (GODIN, 2019).

5.4 BRANQUEAMENTO

O branqueamento tem como objetivo a remoção de pigmentos (cor), produtos de oxidação, fosfatídios, sabões e traços de metais. A etapa de branqueamento é muito importante no processo de refino de óleos. A remoção da cor é a meta mais significativa nessa etapa do processo e para que ocorra a remoção dessas impurezas é necessário o uso de materiais com alto poder de adsorção (Tonsil ACC – FF) terra utilizada (MONTE, 2010).

No início do processo adiciona-se uma quantidade apropriada de terra clarificante (0,1 a 0,5%, em massa) com a qual o óleo é agitado à temperatura de 80- 95°C durante 20-30 min. Na sequência o óleo é resfriado a 60-70°C e filtrado no filtro prensa. As terras clarificantes têm a função de adsorver pigmentos presentes no óleo e o filtro prensa mais utilizado é o filtro prensa de placas, pois ele permite a obtenção de “bolo” de grande espessura. O bolo de filtragem resultante desse processo é usualmente desprezado (GONDIN, 2019). A figura 9 apresenta as etapas do processo de branqueamento.

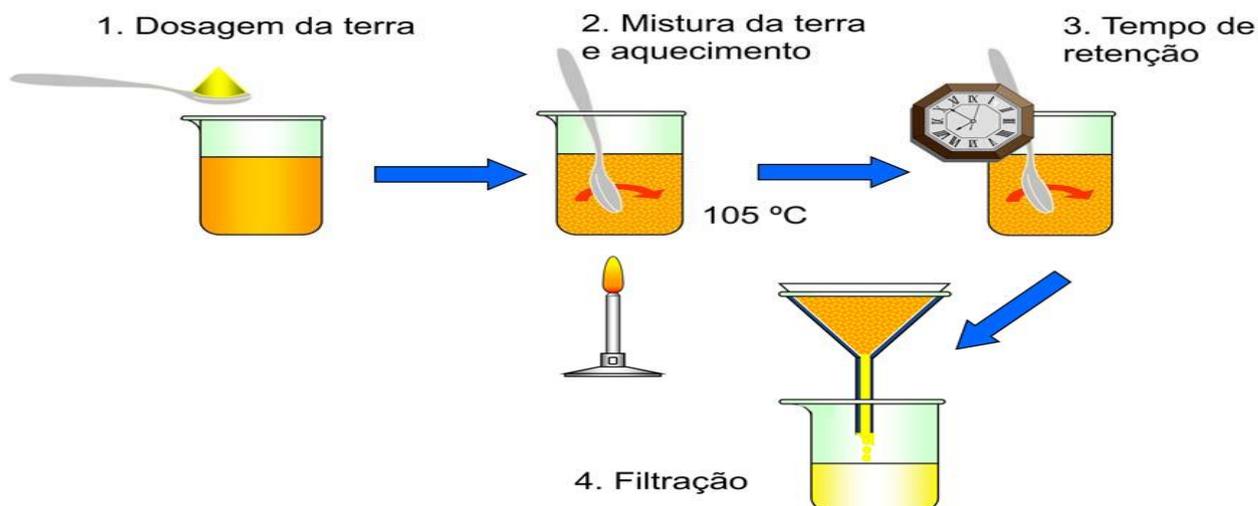


Figura 9: Etapas do processo de branqueamento (DORSA 2019).

5.5 DESODORIZAÇÃO

A desodorização tem como finalidade a remoção de substâncias que dão ao produto odor desagradável. Quando aquecido em alta temperatura o óleo desprende uma fração volátil de cheiro desagradável constituída principalmente de ácidos graxos livres, pouco voláteis. O processo mais usado é o semi-contínuo. O equipamento é constituído de um corpo de aço comum, no qual são colocados 5 ou mais bandejas de aço inoxidável. Nas primeiras bandejas o óleo é pré-aquecido, nas intermediárias, aquecidos à temperatura de 230-240°C com insuflação de vapor direto e na última resfriado a 40-45 °C. O óleo permanece em cada bandeja durante cerca de meia hora, passando de uma para outra por controle automático (GONDIN, 2019).

De acordo com Gondin (2019) a pressão absoluta de 2-8 mmHg, é produzida por bomba mecânica a temperatura de 20-25°C com insuflação do vapor direto, que alcança-se não somente a completa desodorização, mas uma quase remoção dos ácidos graxos livres residuais. A figura 10 apresenta o esquema de desodorização contínua e a figura 11 o fluxograma de desodorização semi-contínua.

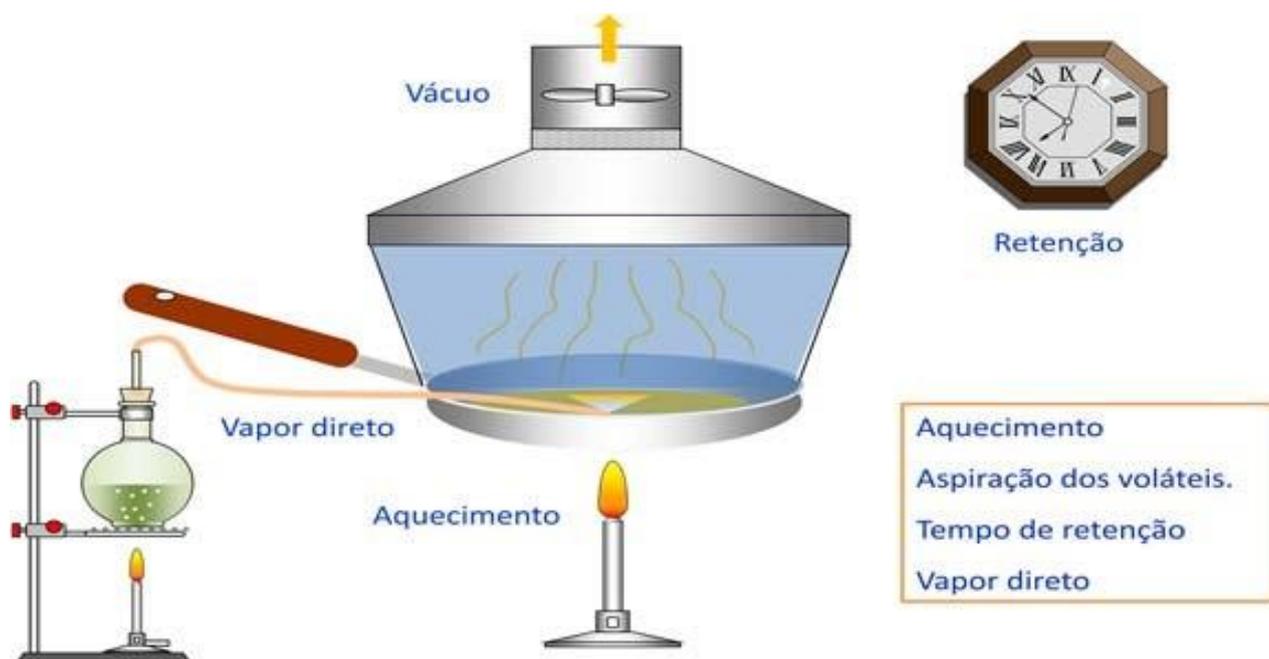


Figura 10: Esquema princípio de desodorização contínua (DORSA, 2019).

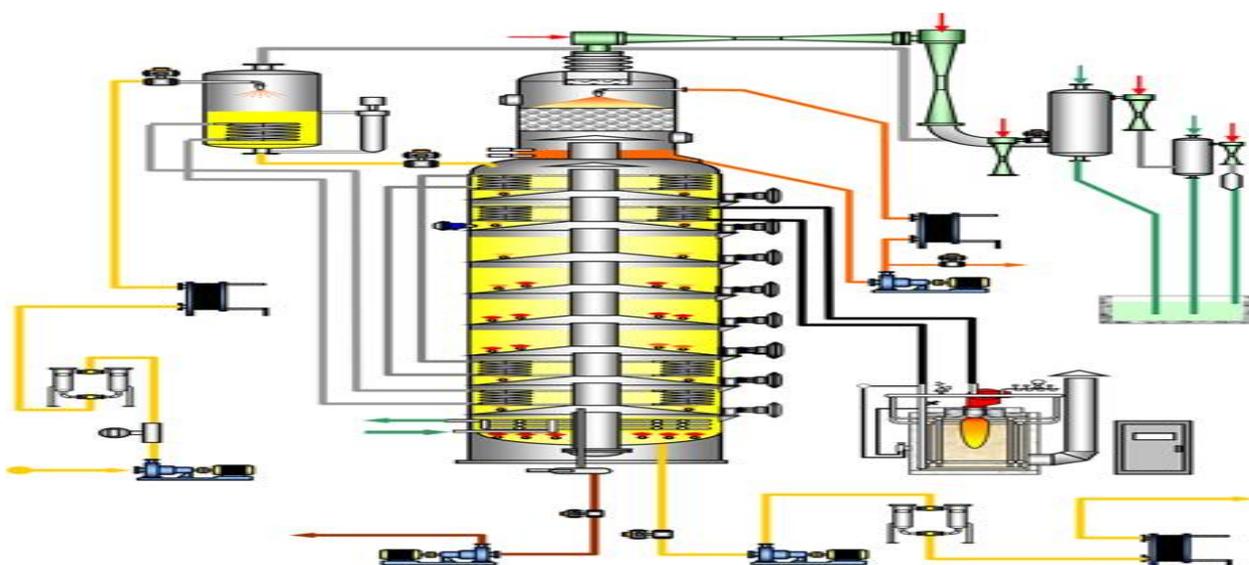


Figura 11: Fluxograma da desodorização semi contínua (DORSA, 2019).

5.6 PROCESSO DE POLIMENTO

O polimento ou limpeza final do óleo é realizado em separadores especiais com a finalidade de extrair impurezas e garantir a estabilidade durante o armazenamento. A remoção de pequenas porções de impurezas é facilitada utilizando água quente. A temperatura do óleo ao ingressar na centrífuga deve ser mantida ao redor dos 95 °C, mas não a menos de 90 °C. As centrífugas utilizadas na indústria de pescado geralmente

operam a velocidades de 5000 rpm, rendendo uma força de 5000 x g. Este é o último procedimento ao qual o óleo é submetido na planta antes do armazenamento (SEGURA, 2012).

6. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Um dos principais problemas na conserva dos óleos de peixe, durante o seu processamento e armazenamento este pode sofrer desencadeamento de transformações químicas ocorridas nos lipídios como hidrólise e a oxidação (PACHECO, 2005).

Decorrentes do processo oxidativo são alterado a qualidade dos alimentos podendo ser percebidas pelas mudanças nas características sensoriais, no valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente tóxicos afetando as propriedades organolépticas (SOARES et al, 2012).

A autoxidação de ácidos graxos poli-insaturados de óleos comestíveis resulta na formação de hidroperóxidos que sofrem transformações químicas com uma variedade de rearranjos, sendo que os óleos de peixes são muito susceptíveis a processos oxidativos, que comprometem a integridade das duplas ligações, a concentração e a funcionalidade dos ácidos graxos EPA e DHA, além de colocarem em risco a saúde humana (PACHECO; REGITANO-D'ARCE, 2009).

Como consequência, ocorrem mudanças no paladar e no odor dos produtos alimentícios, sendo a oxidação lipídica a principal responsável pela deterioração durante o processamento e a estocagem de alimentos ricos em lipídios de cadeias longas (KUS; PIMENTEL; FILHO, 2011).

A autoxidação envolve a reação do oxigênio com ácidos graxos, levando a formação de radicais livres favorecidas pela luz e o calor (KUS; PIMENTEL; FILHO, 2011).

Os catalisadores iniciadores desse processo incluem: calor, íons metálicos, radicais livres, alteração do pH do meio ou até hidroperóxidos (CAMPOS, 2016).

A foto-oxidação pode ocorrer a partir da exposição dos lipídios à radiação ultravioleta (UV) na presença de sensibilizadores (compostos químicos excitados pelos raios UV) e é mais rápida do que a autoxidação. Diante da exposição à radiação UV, o oxigênio tripleto ($^3\text{O}_2$) é convertido a oxigênio singleto ($^1\text{O}_2$), que interage com as duplas ligações do AGPI, com formação de hidroperóxidos e compostos que podem desencadear reações de autoxidação (CAMPOS, 2016).

Produtos derivados da oxidação de ácidos graxos insaturados, como do ácido linoleico

(LA), são tóxicos para as células humanas, podendo causar sérios problemas de saúde (KUS; PIMENTEL; FILHO, 2011).

No entanto, baixos níveis de oxidação são permitidos por regulamentos oficiais internacionais. A ANVISA determina que os fabricantes sigam as diretrizes estabelecidas pelas principais referências oficiais reconhecidas como parâmetro para avaliar a qualidade do óleo de peixe em cápsulas (OPC), (ANVISA, 2016). Diretrizes internacionais que tratam sobre o assunto incluem: US Council For Responsible Nutrition (US COUNCIL FOR RESPONSIBLE NUTRITION, 2006), Global Organization for EPA and DHA (GOED, 2012) e Health Canada (HEALTH CANADA, 2013) (CAMPOS, 2016).

6.1 EFEITOS INDESEJADOS DA PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA NA SAÚDE HUMANA

A oxidação lipídica tem recebido uma atenção especial por sua implicação indesejada na saúde humana e por sua contribuição para o decréscimo do valor nutricional dos alimentos, afetando a qualidade do produto, (KUS; PIMENTEL; FILHO, 2011).

Estudos evidenciam que gorduras oxidadas e produtos de peroxidação lipídica na dieta podem contribuir para o aparecimento de doenças, uma vez que estes compostos são absorvidos pelo intestino e transportados pela corrente sanguínea. Além disso, os produtos de peroxidação lipídica podem irritar o intestino levando à diarreia, além de atuar como indutores da carcinogênese (PACHECO; REGITANO-D'ARCE, 2009).

7. MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE

A microencapsulação é uma tecnologia usada, principalmente com a finalidade de proteger um composto e/ou modular sua liberação. Atualmente inúmeros estudos vêm sendo realizados com a microencapsulação de óleo de peixe, testando diversos polímeros como alternativa para a microencapsulação de compostos sensíveis a temperaturas elevadas e a determinados solventes orgânicos (CONTO, 2012).

As produções de cápsulas com revestimentos biopoliméricos são altamente utilizadas em diversas aplicações em biotecnologia. Dentre os muitos biopolímeros utilizados para a formação de cápsulas o alginato de sódio, polissacarídeo proveniente das algas marinhas, é o mais utilizado devido ao seu baixo custo, boa solubilidade e biocompatibilidade (MAESTRI et al, 2017).

A nanotecnologia também tem sido utilizada na produção de cápsulas de ômega 3 a partir de óleo de peixe. Nesse processo, o óleo de peixe é encapsulado em micro ou nanoestruturas envoltas em fitoesteróis. As nanoesferas, com tamanhos entre 100 nanômetros e 400 nanômetros conseguem ser mais bem absorvidas pelo intestino e chegar à corrente sanguínea em maior volume e em menor tempo (OLIVEIRA, 2018).

7.1 OBTENÇÃO DE CÁPSULAS POR GELITIFICAÇÃO IÔNICA

Nesse processo utiliza-se cloreto de cálcio (CaCl_2), em solução 0,1 mol/L em temperatura ambiente com agitação lenta, alginato de sódio com concentração 2%, dissolvido em água destilada à temperatura de 50°C e dodecilsulfato de sódio (SDS) a 1% como surfactante (MAESTRI et al, 2017).

O procedimento consiste da adição de ômega 3 na solução de alginato de sódio sobre forte agitação por 5 minutos em temperatura ambiente. Em seguida, adiciona-se essa solução em seringas com agulha de galga 22 e goteja-se lentamente na solução contendo CaCl_2 , para a formação das cápsulas. Durante o gotejamento, a distância entre a ponta da agulha e a solução salina deve ser de 6,0 cm e a agitação dessa solução, muito lenta, para que não forme uma espécie de cauda nas microcápsulas, um efeito indesejado

(MAESTRI et al, 2017). A figura 12 mostra o processo de formação das cápsulas por gelificação iônica.

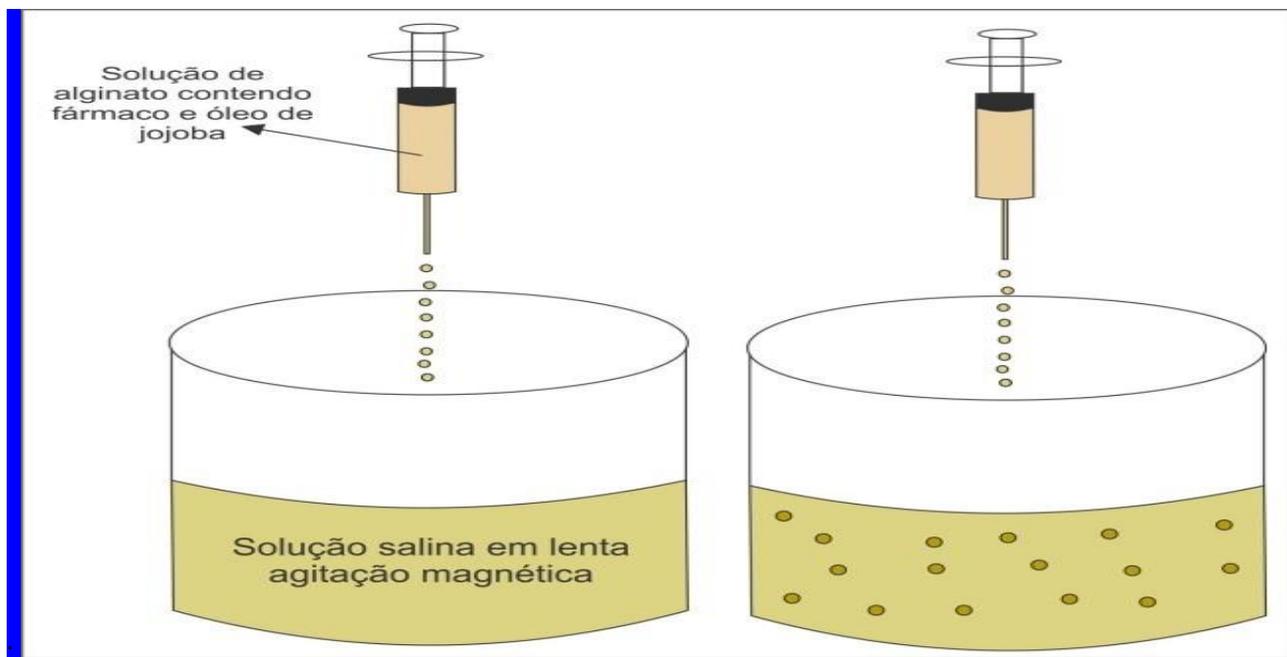


Figura 12: Processo de formação de cápsulas por gelificação iônica (MAESTRI et al, 2017).

As cápsulas se formam no mesmo instante em que entram em contato com a solução em agitação, por coagulação salina. Após a completa formação das cápsulas, as mesmas são mantidas na solução salina por 10 minutos e em seguida lavadas com água destilada para completa remoção de sal (MAESTRI et al, 2017).

8. SUPLEMENTAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE

A presença dos ácidos graxos ômega 3 na dieta dos seres humanos é de extrema importância tanto na alimentação dos indivíduos saudáveis quanto para aqueles que já apresentam algumas patologias (NUNES, 2019).

Nos anos 1970, estudos demonstraram que populações de japoneses que consumiam peixe com alto conteúdo de ω -3 na forma de EPA e DHA apresentavam uma incidência mais baixa de doença cardiovascular, inflamatória, e doenças como asma (NOVELLO; FRANCESCHINI; QUINTILIANO, 2008).

O consumo de ácidos graxos da família-3, como o ácido linolênico, EPA ou DHA, que competem com o ácido araquidônico pelas mesmas vias enzimáticas, inibe competitivamente a oxidação do ácido araquidônico pela ciclooxigenase (COX) para prostaglandinas e a conversão para leucotrienos (LTs) via 5-lipoxigenase (LOX) (NUNES, 2019). A figura 13 descreve esse mecanismo.

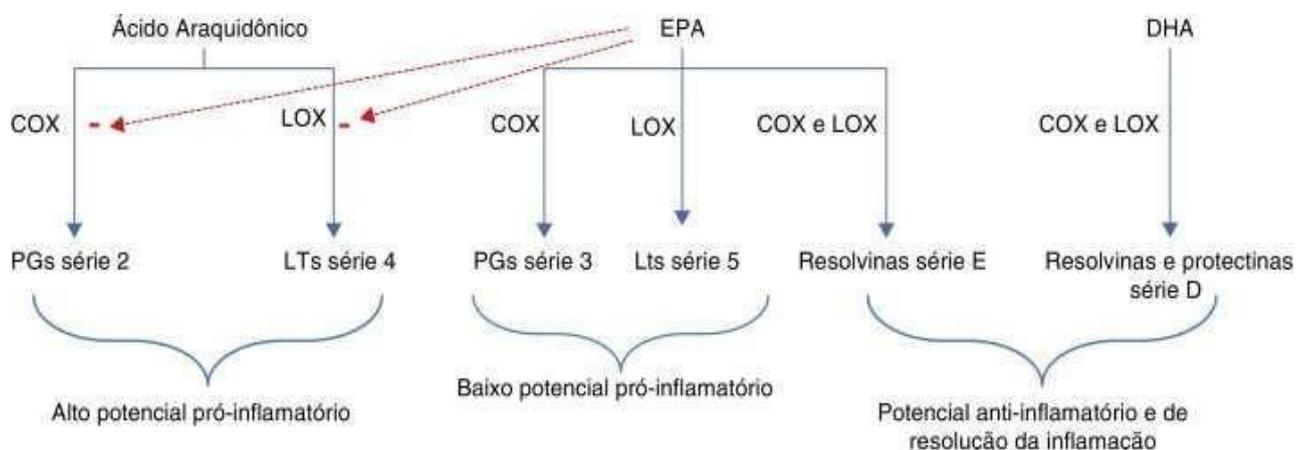


Figura 13: Síntese e ações dos mediadores lipídicos produzidos pelo AA, EPA e DHA (NUNES, 2019).

Ressalta-se a importância de orientar os consumidores acerca da utilização desses produtos em concentrações adequadas, seguindo as recomendações farmaconutricionais preconizadas. Por serem categorizados como suplementos alimentares, acabam sendo vendidos indiscriminadamente, em vários estabelecimentos comerciais (SANTOS et al, 2020).

Diversas organizações de todo o mundo divulgam recomendações de ingestão de EPA,

DHA e peixe, tendo como objetivo a redução do risco de doença coronariana e de triglicerídeos (TG). A figura 14 mostra os valores em mg de ômega 3 recomendados por dia.

Recomendação de Ácido Graxo Polinsaturado Ômega-3		
Faixa de Idade	Idade/Anos	Dose Diária Ômega-3
Recém nascidos	0 a 12	500 mg
Bebês	1 a 3	700 mg
Crianças	4 a 8	900 mg
Meninos	9 a 13	1200 mg
Meninas	9 a 13	1000 mg
Homens Idosos	14-30 / 31-70 / >71	1600 mg
Mulheres adultas e idosas	14-30 / 31-70 / >71	1000 mg
Gestantes	18 - 30 / 31 - 50	1400 mg
Mulheres que Amamentam	18 - 30 / 31 - 50	1300 mg

Figura 14: Recomendação diária de ômega 3 conforme a idade (VAZ et al, 2014).

Vários são os benefícios em consumir o óleo de peixe, entre eles, tratamento da obesidade e síndrome metabólica, prevenção de doenças cardiovasculares, ação antitrombóticos, diminuição de triglicerídeos, diminuição dos níveis pressóricos, atraso do aparecimento e diminuição do tamanho e número de tumores, controle da resposta hiperinflamatória em oncologia diminuindo o hipermetabolismo (RIOLINO et al, 2016).

Segundo RIOLINO et al, (2016), ômega 3 contribui na prevenção ao mal de Alzheimer, déficits de memória, dislipidemia relacionada à AIDS, depressão, artrite reumatóide, prevenção à osteoporose, déficit de atenção e hiperatividade, desenvolvimento infantil (especialmente o DHA) período fetal e do nascimento até o desenvolvimento completo do cérebro e retina por volta dos 2 anos de idade. Já seu excesso pode provocar diarreia, desconforto gástrico além de comprometer a ação desejada.

O consumo de óleo de peixe deve ser monitorado por profissional de saúde especializado, pois doses acima de 3 g por dia de EPA + DHA podem trazer danos à saúde, como hemorragias, distúrbio gastrointestinais, náuseas, aumento do LDL, em casos de hipertrigliceridemia e aumento da glicemia, em casos de pacientes com resistência à

insulina ou diabetes mellitus tipo 2 (CAMPOS, 2016).

Estudos em seres humanos tem sugerido uma dose (via oral) limite variando entre 1,35 a 2,7 g de EPA/dia para se observar um efeito anti-inflamatório (PAIXÃO, 2015).

As doenças cardiovasculares são consideradas as principais causas de morte no Brasil e na maioria dos Países desenvolvidos. A incidência dessa doença tem sido relacionada com os altos níveis de colesterol sanguíneo. Para conseguir baixos níveis de colesterol a American Heart Association, recomenda uma dieta equilibrada, com baixo teor de lipídios, colesterol e ácidos graxos saturados e maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (NOVELLO; FRANCESCHINI; QUINTILIANO, 2008).

De acordo com Vaz et al (2014) a ingestão frequente de ácidos graxos ômega 3 eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA), provenientes da dieta rica em organismo de origem marinha, por populações de esquimós da Groelândia, foi correlacionada com índices reduzidos de doenças cardiovasculares. O ácido graxo docosahexaenoico (DHA) parece ser o responsável pelo efeito benéfico na redução de lipídios e lipoproteínas, na pressão sanguínea, na variabilidade da frequência cardíaca, no controle da glicemia, em comparação com o eicosapentaenoico (EPA).

Já Novello, Franceschini e Quintiliano, (2008) relataram que a presença de ω -3 em ambas as dietas (alta e baixa em gordura saturada) diminuiu significativamente o colesterol total plasmático LDL, HDL e triglicerídeos totais.

9. LEGISLAÇÕES DO PROCESSAMENTO DE ÓLEO DE PEIXE COMO ALIMENTO FUNCIONAL EM CÁPSULAS

9.1. LEGISLAÇÃO PERTINENTE A FABRICAÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE

A Portaria nº 368 de 04 de Setembro de 1997 do Ministério da Agricultura e Abastecimento, dispõe sobre o regulamento técnico sobre as condições higiênicas-sanitárias e de boas práticas de elaboração para estabelecimentos elaboradores ou industrializadores de alimentos, bem como Equipamento de Proteção Individual (EPI), (MURGEL, 2010).

9.2 LEGISLAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS OU ÔMEGA-3 NA CATEGORIA DE ALIMENTO FUNCIONAL OU DE SAÚDE

De acordo com a Resolução Nº 67 de 8 de outubro de 2007, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o produto manipulado ou fracionado deve atender aos seguintes requisitos de Boas Práticas de Manipulação em Farmácia (BPMF).

Em relação à rotulagem das cápsulas de óleo de peixe na farmácia de manipulação, a formulação deve apresentar no rótulo o nome do produto, a quantidade de óleo de peixe contido na cápsula, nome do médico, número de registro interno da farmácia, nome do farmacêutico responsável e o nome da farmácia. Independentemente da venda dessas cápsulas com alegação de propriedade funcional ou não, o produto é rotulado da mesma maneira nesses estabelecimentos (MURGEL, 2010).

9.3 LEGISLAÇÃO PERTINENTE A SUPLEMENTO ALIMENTAR NO BRASIL

A Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999, do Ministério da Saúde define o conceito de alimento funcional. De acordo com essa legislação, alimento funcional é definido como todo alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte usual da dieta, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos

e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

A Lei nº 7889 de 1989 regulada pelo Ministério da Agricultura dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal. A empresa deverá se credenciar neste órgão e para tal deverá apresentar todas as documentações necessárias.

De acordo com a Resolução nº 001, do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, vinculado ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, todos os produtos de origem animal importados, como o óleo de peixe, será comercializado no Brasil com o registro prévio na DCI/DIPOA/Brasília (Divisão do Comércio Internacional do Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal), condição fundamental para receber a licença de Importação (MURGEL, 2010).

9.4 LEGISLAÇÃO PERTINENTE A QUANTIDADE MÁXIMA DE PERÓXIDO EM ÓLEO REFINADO

A quantidade máxima de índice de peróxido para qualquer óleo refinado, segundo o Codex Alimentarius é de 5 mEq/kg, valor estipulado desde 1993. No Brasil, também não há valor específico para óleo de peixe, portanto baseia-se na RDC nº 270, de 22/09/05 que limita o índice de peróxido a 10 mEq/kg para os óleos vegetais comestíveis (RIOLINO et al, 2016).

10. EXPERIMENTOS COM LIPÍDIOS PARA O ENSINO

Quando observamos a maneira como o ensino de Química se desenvolve nas escolas do ensino básico brasileiro, constatamos que existe uma disseminada e completa falta de interesse dos estudantes pelos conteúdos explorados nessa disciplina, sem contar que eles adquirem uma imagem completamente distorcida sobre a mesma, chegando ao ponto de não considerá-la parte de seu cotidiano (LIMA, 2013).

A disciplina de química é considerada por muitos alunos a mais difícil de todas. São muitos os fatores que irão resultar em dificuldades de aprendizagem pela grande maioria dos alunos e para amenizar esse problema, é necessário enfatizar as pesquisas nesta problemática, procurando compreender os diversos fatores que a cercam (JÚNIOR; COSTA, 2017).

A principal função da disciplina química é formar cidadãos capazes de fazer o diferencial em uma sociedade em constante evolução científica, visto que, a disciplina promove o conhecimento como forma de interpretar a realidade do mundo em que vivemos (LIMA, 2013).

A experimentação deve contribuir para a compreensão de conceitos químicos, podendo distinguir duas atividades; a prática e a teórica. As atividades prática ocorrem no manuseio e transformações de substâncias, e a atividade teórica se verifica quando se procura explicar a matéria. Entende-se que a melhoria da qualidade do ensino com uma metodologia de ensino experimental, como uma forma de aquisição da realidade para o aprendiz e um desenvolvimento cognitivo, com uma reflexão crítica e um desenvolvimento de forma ativa, criadora e construtiva com os conteúdos abordados em sala de aula, viabilizando assim a dualidade; teoria e a prática (FARIAS; BASAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

Nesse trabalho de conclusão de curso são apresentadas várias informações sobre lipídeos. Popularmente, os lipídios são chamados de gorduras e constituem uma das mais importantes macromoléculas da química (aquelas de elevado peso molecular). Suas propriedades permitem que se façam inúmeros experimentos sobre os lipídios presentes no cotidiano para auxiliar na compreensão dos conteúdos trabalhados em sala de aula (SILVA, 2017). A seguir são apresentadas algumas propostas de experimentos para o

ensino médio.

10.1 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS COM LIPÍDIOS

10.1.1 Material Utilizado

- 4 Tubos de ensaio.
- 2 mL de água destilada
- 2 mL de éter
- 2 mL de etanol
- 2 mL de clorofórmio
- 2 mL óleo de cozinha



Figura 15: Tubos de ensaio (FREIRE, 2018).



Figura 16: Materiais utilizados (FREIRE, 2018).

10.1.2 Procedimento

- Numere quatro tubos de ensaio;
- Coloque algumas gotas de óleo em cada tubo;
- Em cada tubo colocar um dos solventes separadamente e agitar;
- Objetivo, observar a solubilização (mistura) em cada um dos tubos.

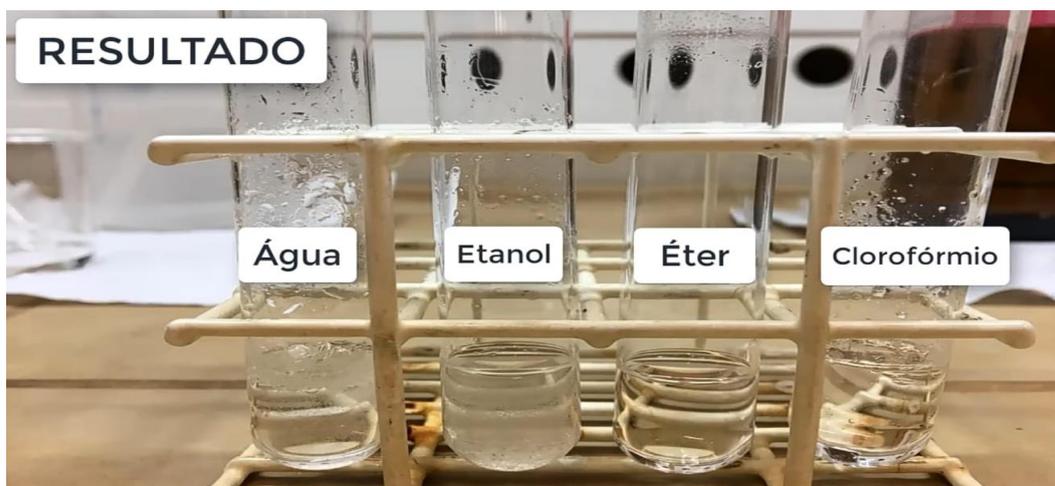


Figura 17: Aula prática – lipídios e solubilidade (FREIRE, 2018).

10.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS COM ÁCIDO GRAXO NOS SABÕES

10.2.1 Material utilizado

- Tubo de ensaio
- Sabão em pedra comum
- 5mL de água
- Bico de bussem
- Ácido sulfúrico concentrado

10.2.2 Procedimento

- Dissolva o sabão em água.
- Aqueça o tubo diretamente na chama e agite para facilitar a dissolução.

- Deixe esfriar em água corrente e adicione algumas gotas de ácido sulfúrico concentrado.
- Deixe em repouso.
- Objetivo, observar a separação do ácido graxo em forma de flocos.

11. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos no trabalho, conclui-se que o ômega 3 apresenta propriedade anti-inflamatória, contribui na redução do risco de doença coronariana e de triglicerídeos (TG) entre outras, sendo de fundamental importância o controle de qualidade do produto pelas indústrias e o fornecimento de informações claras e precisas no rótulo que atenda a legislação, além de ações de fiscalização por órgãos competentes para garantir que o produto seja íntegro e que produzirá efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e benéficos à saúde e a segurança alimentar dos consumidores.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Ana, Carolina de. **Extração de lipídios de resíduos de filetagem de pescada-olhuda (*Cynoscion striatus*) utilizando tecnologia supercrítica.** Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95110>>. Acesso em: 25 out. 2018.

BARROS, Eliélson, Rafael. **Modelagem e simulação da produção de lipídios pela levedura *rhodotorula mucilaginosa*.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS, SUMÉ – PB, 2019.

BORGES, Mariane, Curado; SANTOS, Fabiane, Miranda, Moura; TELLES, Rosa, Weiss; CORREIA, Maria, Isabel, Toulson, Davisson; LANNA, Cristina, Costa, Duarte. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e lúpus eritematoso sistêmico. **Revista Brasileira de Reumatologia.** Nov/Dez, 2014.

BOTHAM, KATHLEEN, M.; MAYES, PETER, A. Lípidios 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.** McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ed.29, 2012.

CAMPOS, Heloisa, Rodrigues, Gouvêa. **ÓLEO DE PEIXE EM CÁPSULAS COMERCIALIZADAS EM BRASÍLIA – DF: PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, NÍVEL DE OXIDAÇÃO, METAIS PESADOS E ROTULAGEM.** Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/21693>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

CONTO, Leilane, Costa de. **“PRODUÇÃO DE MICROCÁPSULAS CONTENDO ÉSTER ETÍLICO DE ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS ÔMEGA-3 DE ÓLEO DE PEIXE”.** Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255088>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

COSTA, Yanna, Dias. Graduação em Ciências Biológicas (Unicamp, 2012). Mestrado Profissional em Conservação da Fauna Silvestre (UFSCar e Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2015). Disponível em; <https://www.infoescola.com/bioquimica/lipidios/>. Acesso em. 25 mar. 2020.

DORSA, Renato. **PROCESSAMENTO DE ÓLEOS VEGETAIS.** Disponível em: <<http://dorsa-caranti.com.br/wp-content/uploads/2019/07/PROCESSAMENTO-DE-%C3%93LEOS-VEGETAIS.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

FARIAS, Cristiane, Sampaio; BASAGLIA, Andréia, Montani; ZIMMERMANN, Alberto. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. 1º CPEQUI – 1º **CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, Umuarama, Brasil. Unipar-Campus Umuarama, v.1, n.1, junho, 2009. p.1-7.

FERREIRA, Amanda, Guimarães. **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE AS TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE ÓLEO DE RESÍDUOS DE PEIXE**. Universidade de Brasília - UnB Faculdade UnB Gama - FGA Curso de Engenharia de Energia. 27, nov. 2017. p. 52.

FERREIRA, Amanda, Guimarães. Tecnológico sobre as Técnicas de Obtenção de Óleo de Resíduos de Peixe – **Caderno de Prospecção**, capa, v.12, n.5, 30 mai. 2018.

FERREIRA, Amanda, Guimarães; BRAGA, Patrícia, Regina, Sobral. Mapeamento Tecnológico sobre as Técnicas de Obtenção de Óleo de Resíduos de Peixe. **Cadernos de Prospecção**, v.12, n.5, dez. 2019. p. 1516-1530.

FOGAÇA, Jennifer. Triglicerídeos. **Composição química dos triglicerídeos** - Manual da química. Disponível em: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/quimica-dos-alimentos/triglicerideos.htm>>. Acesso em: 24 set. 2017.

GASPAR, Roberto, Carlos, Gomes. Extração Supercrítica de Compostos da Casca de Eucalyptus globulus. **Repositório Institucional da Universidade de Aveiro**, 2011.

GONDIN, Pedro, Henrique, Rodrigues. **Industrialização da soja no Brasil**. Universidade Federal de Uberlândia Faculdade de Engenharia Química curso de graduação em engenharia química. Uberlândia, 17 jan. 2019.

JÚNIOR, Lourival, Sousa, Maia; COSTA, Gilson dos, Santos. DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NA ESCOLA CÔNEGO ADERSON GUIMARÃES JÚNIOR. In: Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Maranhão IFMA. **Congresso Nacional de Educação**, maio, 2017.

KUS, Mahyara, Markievicz, Mancio; AUED-PIMENTEL, Sabria; MANCINI-FILHO, Jorge. Estabilidade dos ácidos graxos poli-insaturados presentes em fórmulas infantis comerciais. In: **BRAZILIAN JOURNAL FOOD TECHNOLOGY**, Campinas, Brasil, abr/jun. 2011. Brazilian Journal Food Technology, v.14, n.2.p. 145-153.

LIMA, José, Ossian, Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**. v.12, n.140, janeiro, 2013. p. 71-79.

MAESTRI, Gabriela; BOEMO, Rafael, Luis; VENTURELLI, Rafaela, Bohaczuk; IMMICH, Ana, Paula, Serafini. Encapsulação de fármaco coagulante via gelificação iônica. In: **5º Congresso Científico Têxtil e Moda**. Centro Universitário FEI-Campus São Paulo, v.1, n.5, abr, 2017.

MANHEZI, Andreza, Cano; BACHION, Maria, Márcia; PEREIRA, Ângela, Lima. Utilização de ácidos essenciais no tratamento de feridas. **Revista Brasileira de Enfermagem REBEn**, v.61, n.5, set/out, 2008. p. 620-629.

MORAES, Fernanda, P.; COLLA, Luciane, M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.2, out/nov, 2006. p. 109-112.

MONTE, Mauricio, Legemann. **ESTUDO CINÉTICO DO BRANQUEAMENTO DO ÓLEO DE CARPA (Cyprinus carpio L.)**. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/8680>>. Acesso em: 18 set. 2021.

MURGEL, Michele, Ferreira. **Cápsulas de óleo de peixe: percepção da dosagem e finalidade de consumo**. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16163>>. Acesso em 25 jun. 2021.

NOVELLO, Daiana; FRANCESCHINI, Priscilla; QUINTILIANO, Daiana, Aparecida. A importância dos ácidos graxos ω -3 e ω -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. Ciências da Saúde, **Revista Salus**, v.2, n.1, 2008.

NUNES, Romário, Fernandes. **Efeito dos ácidos graxos na síndrome metabólica: papel do ômega 3**. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, Sistemoteca-Sistema de Bibliotecas da UFCG, Cuité, PB, 11, junho, 2019.

OLIVEIRA, Marcos de. **Empresa produz nanocápsulas de ômega-3 para a indústria de alimentos**. Disponível em: <https://pesquisaparainovacao.fapesp.br/empresa_produz_nanocapsulas_de_omega3_para_a_industria_de_alimentos/650>. Acesso em: 09 set. 2021.

PACHECO, Selma, Guidorizzi, Antonio; REGITANO-D'ARCE, Marisa, Aparecida, Bismara. Estabilidade oxidativa de óleo de peixe encapsulado em diferentes tipos de embalagem em condição ambiente. *Ciência Tecnologia Alimento, Revista Food Science and Technology*, v.29, n.4, dezembro, 2009. p. 17-18.

PACHECO, Selma, Guidiurizzi, Antonio. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CÁPSULAS DE CONCENTRADO DE ÓLEO DE PEIXE. Dissertação de mestrado-
Ciência e Tecnologia de Alimentos
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, Piracicaba, 23, fev, 2005.

PAIXÃO, Elemárcia, Martins, Silva. **Efeito da suplementação com ácidos graxos n-3 nas subpopulações de linfócitos T, citocinas pró-inflamatórias e prostaglandina E2 em mulheres recém-diagnosticadas com câncer de mama.** Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/19699>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

RIOLINO, Raquel, Poiatti, Factor; FERNANDES, Amanda, Carla; LIBERALI, Rafaela; COUTINHO, Vanessa, Fernandes. Benefícios do uso e cuidados que devem ser observados na aquisição das cápsulas de óleo de peixe. *Nutrição Brasil*, v.15, n.1, 2016.

SANTANA, Márcia Cristina, Araújo; ROBRIGUES, Juliana, Ferraz, Huback; CAVALI, Jucilene; BULCÃO, Lucas, Fialho Aragão. Lipídeos: classificação e principais funções fisiológicas REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*. Vol.18, n.8, agosto, 2017. p.1-14

SANTOS, Luís, Carlos, Oliveira, Júnior. OBTENÇÃO DE ÓLEO RICO EM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE SARDINHA DO LITORAL CATARINENSE. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93865>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SANTOS, Lubna, Karine, Beserra; SOUSA, Valéria Carlos de; LIMA, Hildeneide Rocha; SOUZA, Dayse, Cristinna, Pinto; SOUZA, Railson, Pereira. AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL E DA QUALIDADE DE SUPLEMENTOS CONTENDO ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA 3. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR*. dez. 2019 - fev. 2020. v.29, n.2,p.20-24.

SEGURA, Julio, Guerra. **Extração e Caracterização de Óleos de Resíduos de Peixes de Água Doce.** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS. São Paulo, Pirassununga, 17, abr, 2012.

SIERRA, Lina, Maria, Penuela; SERRANO, Roman, David, Castaneda; SANMIGUEL, R., A.. **Ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado na carne suína. Benefícios para a saúde humana: Revisão.** Publicações em Medicina Veterinária e

Zootecnia Maringá, v.9, n.7, p.337-347, Jul, 2015.

SILVA, André, Luiz, Silva da. **Atividade Experimental com Lipídios**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/atividade-experimental-com-lipidios/>>. Acesso em: 25 set. 2017.

SILVA, Deila, Regina, Bentes da; JUNIOR, Paulo, Fernando, Miranda; SOARES, Eliane de, Abreu. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira Saúde Mater. Infant.** v.7, n.2, 2007. p.123-133.

SILVA, R., A.; JUNIOR, E., A., Souza; LOPES, L., H., C.; PEDROSA, D., O.; SILVA, K., O.; BRAZ; ARAMO, S., H.; BRAZ, Wilson, Rodrigues. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de cápsulas de ômega-3 comercializadas no município de Nova Serrana – MG. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, 9 abril. 2020. v.2, n.1.

SOARES, Denise, Josino; TAVARES, Tarliane, Martins; BRASIL, Isabella, Montenegro; FIGUEIREDO, Raimundo, Wilane de; SOUSA, Paulo, Henrique, Machado de. **PROCESSOS OXIDATIVOS NA FRAÇÃO LIPÍDICA DE ALIMENTOS**. B.CEPPA, Curitiba, v.30, n.2, p. 263-272, jul/dez. 2012.

SCHACKER, Robson, Leandro. **Identificação e Determinação do teor dos ácidos eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) em óleo de peixe por cromatografia gasosa**. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/105146>>. Acesso em: 25 set. 2017.

STEFANELLO, Fhaira, Petter, Silva; PASQUALOTTI, Adriano; PICHLER, Nadir, Antônio. Análise do consumo de alimentos fontes de ômega 3 por participantes de grupos de convivências. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. 22, junho, 2019. p. 2.

TAMIRYS, Agnes, Dias, Fabiano. **Aplicação de planejamento fatorial na oxidação de peles contendo diferentes tipos de ácidos graxos ômega 3**. Biblioteca virtual em saúde. São Paulo: 27, setembro. 2017. p. 119.

VAZ, Diana, Souza, Santos; GUERRA, Fernando, Marcos, Rosa, Maia; GOMES, Cristiane, Faccio; SIMÃO, Andréa, Name, Colado; JUNIOR, Joaquim, Martins. A IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA 3 PARA A SAÚDE HUMANA: UM ESTUDO DE REVISÃO. **Revista Uningá**. v. 20, n.2, out/dez, 2014. p. 48-54.