



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Jânio Evangelista dos Santos**

**ÓLEOS VEGETAIS: UM ESTUDO DA HISTÓRIA,  
PROPRIEDADES E MÉTODOS DE OBTENÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**1º/2020**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Jânio Evangelista dos Santos**

**ÓLEOS VEGETAIS: UM ESTUDO DA HISTÓRIA,  
PROPRIEDADES E MÉTODOS DE OBTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso Licenciatura em Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o) em Química.

**Orientador: Roberto Ribeiro da Silva**

**1º/2020**

## ***DEDICATÓRIA***

Dedico este trabalho a toda sociedade civil e acadêmica que de alguma maneira possa consultá-lo e extrair do mesmo algum aprendizado que possa ser útil em suas vidas.

## ***AGRADECIMENTOS***

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dando o dom da vida e por tudo que me proporcionou até este momento.

Agradeço a minha querida mãe, Maria Inez, por todo apoio prestado ao longo dessa caminhada. Agradeço também aos meus avós, João Benjamin e Maria da Conceição por sempre reconhecer a importância do trabalho e estudo e ,também, por transmitir valores e princípios indispensáveis para todo e qualquer ser humano.

Agradeço também aos meus padrinhos de batismo, Antônio Donizete, Jovina Evangelista, Pedro Evangelista e Boa Ventura, principalmente pelo incentivo ao estudo. Agradeço aos meus irmãos Jacyara e Leonardo que também me deram bastante apoio ao longo dessa jornada. Agradeço também a minha tia Vaneide Evangelista, por ter contribuído bastante em minha educação e sem este apoio não teria chegado até aqui. Aos meus demais tios e tias: Derciney, Inocência, Lia, Firmina, Deuzimar, pelos bons exemplos.

Agradeço também aos primos; Jucélio, Gilson, Jaqueline, Goergenes, Clésio, Regina, Tatiane, Jeane, Iracema, Leila, Junior, Gilberto, Gicélia, Gisele, Luciana, Fabiana, Ana Lúcia, Vando, Eliane Cláudio, Beatriz e Gabriela. Agradeço também as minhas sobrinhas, Mariana e Sofia.

Agradeço também aos professores do Instituto de Química: Elaine Rose, Ricardo Gauche, Eduardo Luiz, Daniel Perdigão, Jeniffer Toledo, Gerson Mol, Patrícia Machado, Davi Alexandre, Maryene Camargo, Carlos Kleber, Angelo Lira, Alexandre Fonseca, Ana Cristi, Fernando Sodré, Júlio Lemos, Aline Paterno, Cláudia Gatto, Jose Politi, Silvia Dias, Kleber Mundim, Maria Jose e Paulo Suarez, por toda a dedicação e paciência.

Também agradeço ao meu ilustre orientador/professor, Roberto Ribeiro, pela paciência, compreensão e por ter compartilhado comigo o seu nobre conhecimento em Química.

Agradeço também aos amigos da UnB, Daniel Cunha, Letícia de Fátima, Milena Rocha Agnes Ganassin, Renato, Danilo, Catiane, Isadora Oliveira, Pedro Becker, Ariel, Maria Auxiliadora, Maria Aparecida, Lucas, Camila, Clarice, Valmir Victor, Fernando, Felipe, Daniel Silva, Angelo, Aline Beatriz, Bruno Kaiser, Aldo, Renata Pascoal, Glécia, Lourdes, Raquel,

Maicon, Michael, Crispim, Erivelton, Samuel Nunes, Alexandre, Hugo e tantos outros os quais tive o privilégio de conviver durante todo este tempo.

Agradeço a Mariana Moutinho, membro do colegiado do IQ e as demais representantes dos cursos de graduação do IQ, pelo excelente trabalho prestado aos alunos em formação.

Também agradeço a todo o secretariado do IQ, especialmente ao Arthur e Carol, pelo apoio prestado aos alunos.

Agradeço imensamente aos amigos da UCB, Mirleide, Helen Cristina, Emily, Sueli, Jessyca, Thiago, Mayra, Gabriel e Jean, pelos bons momentos de estudo.

Agradeço também aos amigos e colegas da Escola Municipal Gustavo Capanema, Geovani Freitas, Paulo Robson, Gustavo, Claudete, Edivânia, Sirlene, Raquel, Ednaldo, Ricardo, Luiz Fernando, Ailton, Gerson e Francisco.

Agradeço também a Universidade de Brasília (UnB) por seu empenho e dedicação aos alunos em formação, especialmente ao Decanto de Graduação e ao SAA.

## *SUMÁRIO*

Introdução.....	7
Capítulo 1 – A Importância da História da Ciência no Ensino de Ciências.....	11
Capítulo 2 – Experimentação no Ensino de Ciências.....	14
Capítulo 3 – História dos Óleos Vegetais.....	22
Capítulo 4 – Propriedades Físico-Químicas Gerais dos Óleos e Gorduras.....	28
Capítulo 5 – Métodos de Obtenção dos Óleos Vegetais pela Indústria.....	39
Capítulo 6 – Extração Artesanal da Gordura de Coco Nucífera - Uma Proposta de Experimento para a Educação Básica.....	46
Capítulo 7 – Metodologia.....	58
Considerações finais.....	59
Apêndice.....	60
Referências.....	76

## ***RESUMO***

Óleos e gorduras são constituídos em grande parte por lipídeos, que são moléculas orgânicas insolúveis em água. Os ácidos graxos fazem parte da classe dos lipídeos e são encontrados principalmente em óleos e gorduras na forma de triacilglicerol. Óleos e gorduras vegetais são extraídos há milênios pela humanidade para diversos fins, como iluminação, fabricação de tintas, graxas para lubrificação de máquinas, produção de sabão e outros. Atualmente os óleos e gorduras desempenham um papel importante na sociedade, pois estes ainda são muito utilizados no preparo de alimentos. Na indústria alimentícia são usados na fabricação de diversos produtos como bolos, tortas, sorvetes, margarinas e outros. Na indústria oleoquímica, são processados em larga escala para produção de biocombustíveis e polímeros. Tanto o óleo como a gordura podem ser estudados na educação básica explorando as diversas propriedades físico-químicas, e dessa forma contribuir para a melhoria do ensino de ciências que atualmente vem passando por alguns entraves. Este estudo na educação básica pode ser feito por meio de experimentos envolvendo óleos e gorduras. O presente trabalho discute essas questões e ainda apresenta uma breve descrição da história do azeite de oliva, da soja e da gordura de coco, e apresenta de forma singela os principais métodos de obtenção desses materiais graxos pela indústria.

**Palavras-chaves:** óleos vegetais, propriedades, experimentação, ensino de ciências.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, vários países apresentam entraves no ensino de ciências. As causas para isso são diversas; Pereira (2008) destaca o baixo rendimento dos estudantes nas áreas de ciências exatas, especificamente em Química, Física e Biologia. Conforme Beltran e Ciscato (1991), a maioria dos estudantes que concluíram o ensino médio não possui um conhecimento adequado em Química. Na visão dos autores, isso é prejudicial, pois quando eles se deparam com situações problemas envolvendo a matéria de química, não conseguem ter uma visão crítica para interpreta ou até mesmo se posicionar em relação ao problema.

Segundo Pereira (2008), os jovens na sua maioria não se sentem atraídos pelos cursos que formam cientistas. Segundo o autor, umas das causas desse problema podem estar na baixa procura pelos cursos de licenciatura ligados às ciências exatas. Para ele o pequeno interesse por esses cursos, prejudica em parte o ensino de ciências, uma vez que acaba faltando profissionais para atuar nessa área. É válido destacar que isso tem ocorrido no Brasil.

Chassot (1996), ao considerar o nível de conhecimento dos estudantes universitários em áreas que não sejam de exatas, afirma que chega a ser um desperdício o tempo que estes alunos passaram tendo aulas de ciências na educação básica. Nesse sentido, Pereira (2008) reforça que o ensino de ciências pouco tem contribuído para que os estudantes compreendam os fenômenos do cotidiano e não tem ajudado os estudantes a terem uma formação crítica como cidadãos.

Considerando os fatos citados acima em relação aos problemas ligados ao ensino de ciências, pretendemos discutir aqui certos eventos que estão gerando uma crise no ensino de ciências.

Segundo Fourez (2003), a crise no ensino de ciências perpassa por um conjunto de fatores que envolvem basicamente três esferas principais: os estudantes, o corpo docente da escola e os empresários. De um lado, os estudantes encontram-se desmotivados a estudar ciências, de outro os professores que, em sua maioria, não dispõem de uma boa formação para ensinar ciências, por fim, os empresários que necessitam de mão de obra qualificada. Para compreender melhor as causas que originam os problemas citados, é necessário procurar um ponto que liga ou intercepta essas três esferas.



Pereira (2008) nos ajuda a entender a desmotivação dos alunos pela ciência quando afirma que os conteúdos têm sido, com frequência, trabalhados de formas desconexas e distantes da realidade dos alunos. Dessa forma, os estudantes não percebem a importância de estudar ciências e logo se sentem desmotivados e não procuram se aprofundar em temas ou cursos relacionados às ciências exatas. O autor reconhece que as escolas até se esforçam para ensinar ciências, porém esse ensino é muito “conteudista”, centrado na memorização de conceitos, o que provoca nos alunos uma fuga das disciplinas ligadas às ciências exatas.

Quanto à formação dos professores, Fourez (2003) contribui dizendo que uma parcela da crise gerada no ensino de ciências advém da formação inadequada dos que estão atuando em sala de aula. Este fato prejudica o ensino, pois o professor sem uma boa formação, dificilmente consegue transpor para o aluno o conhecimento científico de forma que ele compreenda e assim possa correlacionar o que aprendeu com o seu cotidiano.

Em relação aos empresários, estes, se queixam da falta de mão de obra qualificada em áreas ligadas a ciência. Nesse sentido, é interessante notar que o problema da falta de profissionais, tem suas origens ligadas também ao ensino de ciências, pois ao retomarmos a questão da desmotivação dos estudantes pela ciência ainda na educação básica, e considerando que muitos não fazem a opção de seguir nos cursos de ciências e tecnologias, é lógico que mais tarde faltará profissionais capazes de racionalizar problemas que demandam algum tipo de conhecimento científico.

Considerando os argumentos citados acima, compreendemos a importância do ensino de ciências para uma sociedade, o que justifica o fato de muitos países recomendarem em seus currículos escolares a prática da alfabetização científica e do letramento científico.

Ainda neste sentido, Fourez (2003) e Pereira (2008) destacam outros elementos que têm motivado discussão sobre a crise no ensino de ciências. Citaremos aqui os principais:

O primeiro elemento é a discussão em relação à vasta quantidade de conteúdos versus qualidade da formação dos alunos. Segundo os autores, existe uma corrente de professores que defendem que se deve trabalhar com os alunos uma elevada carga de conteúdo para que estes adquiram uma visão geral e superficial da ciência. Entretanto, outra corrente defende a prática de se estudar uma carga menor de conteúdo explorando tópicos mais aprofundados. É interessante destacar, que ambas as correntes estão presentes, tanto nas escolas nível fundamental, quanto em cursos superiores ligados às áreas de ciências exatas.

O segundo elemento refere-se à ciência de todos os dias que, na visão dos autores, está ligada a alfabetização científica que, além de trabalhar numa perspectiva mais humanista, trata também de temas ligados à tecnologia, saúde, poluição e outros. Neste caso, o objetivo é trabalhar com os estudantes questões que envolvam o cotidiano, ou seja, os conteúdos abordados na sala de aula devem estar ligados ao contexto dos alunos. Entretanto, existem educadores que se opõem a essa situação e defendem que o foco do ensino de ciências deve ser puramente voltando para a formação de cientistas capazes de entender os problemas ligados ao laboratório e às metodologias científicas.

O terceiro elemento trata-se do ensino de ciências e os meios sociais. Este elemento é bem interessante, pois os autores destacam um aspecto relevante que tem acontecido com frequência no ensino de ciências, que é a interpretação da imagem do cientista pelos alunos e pela sociedade de um modo geral. Os autores afirmam que a figura do cientista é vista como um profissional frio, desumano e sem valores afetivos. Isso na visão dos autores é muito ruim, pois reflete principalmente nas classes mais humildes de estudantes, que acabam se afastando da ciência.

Os autores reforçam que este fato é muito grave e que os professores devem olhar com atenção especial, tendo em vista que isso gera um problema: a interpretação distorcida da imagem do cientista. Este caso é tão expressivo no ensino de ciências que até pouco tempo era muito comum aparecer em livros didáticos ou outros materiais dessa natureza, a imagem de cientistas descabelados ou malvestidos. Esse tipo de representação causa uma má impressão da profissão do cientista. Logo, é importante que os professores atuantes identifiquem esse problema e se esforcem para combatê-lo ou minimizá-lo.

Ainda no terceiro elemento, os autores evidenciam outro questionamento, destacando que certos professores consideram necessário ensinar apenas o conteúdo bruto de ciências, enquanto outro grupo de professores reconhece que para além disso, é necessário que haja também diálogo com os estudantes sobre como estes percebem a ciência.

O quarto elemento destaca a teoria versus a experimentação. Este é um assunto que tem sido pauta de muita discussão em congressos e pesquisas acadêmicas ligadas ao ensino de ciências. Neste ponto, os autores afirmam que a maior parte dos educadores ensina para seus alunos que o papel da experimentação é o de confirmar as teorias. Isto é contraditório, pois estudos feitos pelo campo da filosofia da ciência trazem uma compreensão diferenciada, de que nem sempre o experimento atesta a teoria.

O quinto elemento refere-se ao tratamento das tecnologias pelos professores, pois muitos educadores acreditam que a tecnologia é uma aplicação direta da ciência, porém isso nem sempre é uma verdade, pois o conceito formal de ciência foi construído há apenas três séculos, entretanto se sabe da existência de artefatos tecnológicos desde a pré-história.

O sexto elemento é considerado pelos autores de extrema relevância, trata-se da interdisciplinaridade e sua importância para o ensino de ciências. O que tem acontecido, é que na educação básica os conteúdos das disciplinas têm sido trabalhados de forma isolada de tal forma que não haja uma inter-relação entre os conteúdos. É válido ressaltar que vários documentos oficiais recomendam o uso da interdisciplinaridade no ensino de ciências.

É evidente que há uma extensa discussão relacionada aos problemas ligados ao ensino de ciências e estes precisam ser racionalizados. Porém, os desafios são grandes e vão muito além de investimentos financeiros e de técnicas relacionadas ao ensino de ciências e da própria estruturação dos currículos escolares. É necessário que se faça uma reflexão junto com a sociedade sobre como a ciência é desenvolvida e qual seu papel na sociedade. Fica evidente que a forma como ela tem sido ensinada não tem ajudado muito as pessoas a compreenderem o mundo ao seu redor e, além disso, muitos jovens não se sentem motivados para continuarem seus estudos no campo.

Considerando os problemas citados acima que estão gerando uma crise no ensino de ciências, este trabalho tem como objetivo contribuir para pensar em alternativas e possibilidades que contribuam para melhoria do ensino de ciências.

Sendo assim, apresentaremos os seguintes objetivos:

- Realização de um estudo bibliográfico dos seguintes itens:
  - (1) História dos óleos vegetais, azeite de oliva e soja, e da gordura de coco;
  - (2) Descrição dos métodos de obtenção desses materiais gordurosos pela indústria;
  - (3) Estudo comparativo das propriedades químicas e físicas desses óleos e da gordura de coco;
  - (4) Realização de um experimento visando à extração artesanal de um tipo de gordura vegetal;
  - (5) Detalhamento do procedimento experimental para obtenção dessa gordura na perspectiva da sua utilização por professores da educação básica.

## **Capítulo 1**

### **A Importância da História da Ciência no Ensino de Ciências**

Nas últimas décadas, discussões por um ensino de ciências mais contextualizado têm sido alvo de pesquisas em todo o mundo.

Esse assunto tem sido frequentemente discutido em congressos acadêmicos, grupos de pesquisas, artigos científicos, cursos de licenciatura e cursos de pós-graduação ligados ao ensino de ciências.

Segundo Prestes e Caldeira (2009), foi na década de 1970 que começou um intenso movimento de pesquisas voltadas para o ensino de ciências de forma mais contextualizada, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Dentro dessa perceptiva de contextualização, aparece uma componente importante que se tornou objeto de estudo nas últimas décadas: a história da ciência no âmbito da educação científica. Diversos grupos têm evidenciado em seus trabalhos aspectos relacionados às dimensões e potencialidades da utilização da história da ciência como uma ferramenta didática para melhoria da educação básica e superior.

Embora recomendações ao uso da história no ensino de ciências foram feitas ainda no século XIX, a sua inserção nos currículos escolares é recente, sendo implementada somente nas últimas décadas, tendo em vista que aspectos humanistas não foram tratados como prioridade. Dessa forma, outras abordagens de ensino como as mais tecnicistas predominaram nas escolas deixando de lado a abordagem histórica (SILVA; PEREIRA, 2013).

Michel Mathews e Richard Duschl compilaram dados de pesquisa que foram publicadas durante as décadas de 1950 a 1980. Os resultados mostraram duas tendências principais, a saber: por um lado ficou evidente a preocupação dos professores de como aplicar a história e filosofia no ensino de ciência.

Em contrapartida e de uma forma predominante, a pesquisa relevou abordagens que foram orientadas no sentido da introdução de episódios históricos específicos em planos de ensino destinados ao ensino de ciências (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

Ainda, de acordo com os autores, esse campo de estudo da contextualização do ensino por meio da história, tem atraído especialistas de áreas distintas como historiadores, filósofos e sociólogos. Todos têm buscado na medida do possível parcerias de trabalho com os profissionais da Química, Física, Matemática e Biologia.

Na busca por argumentos que justifiquem o uso dessa abordagem na educação científica, um fato importante aconteceu no ano de 1989 na Flórida-EUA, que foi a realização da *Fisrt Internacional Conference on History and Philosophy of Science Teanching*, promovida pela Universidade da Florida. Essa tendência em promover conferências dessa natureza continuou pelos anos seguintes, o que forneceu subsídio para sustentar a tese da importância da pesquisa nessa área. O ano de 1992 é marcado pelo surgimento do periódico *Science & Education: Contributions From History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics*, destinado a publicações com abordagens históricas, filosóficas e sociológicas no processo de ensino da educação científica (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

A literatura possui vários trabalhos dedicados a esclarecer o papel que a história da ciência tem a oferecer ao ensino. Os conteúdos expostos nestes trabalhos vão desde os pontos favoráveis à implementação dessa abordagem até os desafios encontrados pelos professores nos diferentes níveis da educação, básica e superior. Michael Matthews, fundador do periódico *Sciene & Education* apresenta uma lista de seis argumentos favoráveis à inserção da História da Ciência nos currículos escolares, a saber:

- 1) A História favorece uma melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos.
- 2) As abordagens históricas permitem a conexão do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas.
- 3) A história é necessária para compreender a natureza da ciência.

- 4) A História da Ciência é intrinsecamente valiosa.
- 5) Episódios importantes da História da Ciência e Cultura devem ser familiares a todo estudante – o darwinismo, a descoberta da penicilina, desenvolvimento do gás mostarda e DDT em períodos de guerra, fabricação do gás laranja utilizado na guerra do Vietnã e outros.
- 6) A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos materiais didáticos e até mesmo durante as próprias aulas de ciências.

Ainda neste contexto, os estudiosos destacam na literatura um aspecto interessante, que se refere às abordagens internalista e externalista da História da Ciência. Segundo Beltran, Saito e Trindade (2014), a abordagem internalista considera que a ciência seja neutra e autônoma de forma que o contexto social não influencia tanto no processo de desenvolvimento da ciência. Porém a corrente externalista considera que o desenvolvimento da ciência leva em consideração as pressões sociais.

Por este motivo que defendemos e compreendemos a importância da inserção da História da Ciência no ensino de ciências e acreditamos também que essa abordagem contribui para melhorias do ensino de ciências. E, por isso, iremos expor neste trabalho a história de alguns óleos vegetais.

## Capítulo 2

### Experimentação no Ensino de Ciências

A inserção da experimentação no ensino de ciências tem sido bastante estudada por muitos pesquisadores no sentido de compreender os benefícios que ela pode oferecer aos alunos.

As discussões são extensas e os parâmetros postos em evidência vão desde o questionamento sobre o papel da experimentação no ensino de ciências até as dificuldades encontradas pelos professores para implementar a experimentação na educação básica. São discutidos pelos estudiosos, aspectos relacionados à história da experimentação e questões relacionadas à natureza da ciência. Deste modo, pretendemos neste capítulo discutir esses parâmetros e ainda citaremos alguns documentos oficiais que fazem referência ao uso da experimentação no ensino de ciências.

Em relação ao contexto histórico, a experimentação é reconhecida como uma ferramenta importante para os processos de ensino e aprendizagem desde o século XVIII pelos filósofos, porém, somente no final do século XIX, é que passou a fazer parte dos currículos escolares na Inglaterra e nos Estados Unidos (SILVA; MACHADO; TUNES, 2019).

No Brasil, o trabalho experimental, foi implementado nas disciplinas escolares no início século XIX pelos portugueses, tal implantação teve como motivação a situação social e econômica daquela época. Nesta ocasião, as atividades experimentais tinham como objetivo uma abordagem utilitarista no sentido de relacionar a construção do conhecimento teórico com a parte experimental, como por exemplo, a obtenção de metais a partir dos minerais.

No começo do século XX, houve incentivos por parte do governo recomendando que as instituições escolares fossem equipadas com laboratórios para as aulas de ciências. E em 1930 surge o movimento da Escola Nova, no qual a experimentação no ensino ganhou mais

reconhecimento. Já naquele momento, era recomendado que as atividades experimentais fossem feitas com participação ativa dos alunos.

É importante ressaltar que essa participação por parte dos alunos era defendida também pelo educador americano John Dewey, de modo que o ensino deveria estar relacionado com o cotidiano dos alunos para que assim pudessem fazer reflexões mais críticas a respeito dos fenômenos observados. Nesse sentido, as atividades experimentais poderiam substituir em partes os métodos tradicionais como aqueles pautados na memorização de conteúdo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2019).

Ainda no contexto histórico, surge na década de 1940 o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) ligado a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). O IBECC proporcionou importante contribuição para o ensino de ciências, pois este era responsável por produzir e adaptar materiais didáticos para o ensino de ciências. Enquanto o FUNBEC era encarregado de distribuir esses materiais pelo Brasil, o IBECC também capacitava os professores por meio de cursos de aperfeiçoamento.

O incentivo à experimentação continuou nas décadas seguintes. De acordo com Aragão e Schnetzler (2000), surge nos Estados Unidos e na Inglaterra novos projetos ligados à experimentação, a saber: Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), Chemical Education Material Study (CHEM Study) e Physical Science Study Committee (PSSC) e Nuffield de Física, Química e Biologia. Nesses projetos, o papel do professor era o de atuar como mediador das atividades experimentais fornecendo subsídio para que os alunos pudessem compreender melhor os conceitos científicos.

Na atualidade, os programas institucionais criados no Brasil não apresentam um foco específico em atividades experimentais, mas contemplam um conjunto de ações que visam melhorias no ensino de ciências como por exemplo, o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), assim como cursos de especialização para professores da educação básica. Além disso, está em vigor desde 2004 o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e em todos esses programas a experimentação aparece como um item importante sendo recomendada para melhoria do ensino de ciências (SILVA; MACHADO; TUNES, 2019).



## **Justificativas e Visões Tradicionais em Relação à Experimentação**

No ambiente escolar, quando se expressam posições em relação às atividades experimentais, é comum uma grande parcela de professores reconhecerem que elas são fundamentais para melhoria do ensino. Entretanto eles lamentam as dificuldades, para implementá-las como turmas cheias, carga horária reduzida, falta de laboratórios e de materiais como vidrarias e reagentes (ZANON; SILVA, 2000).

De acordo com Souza et al. (2014), as atividades experimentais são importantes para fornecer subsídio para apropriação de conceitos científicos. Segundo Giordan (1999), frequentemente os professores dizem que a experimentação contribui para elevar a capacidade de aprendizado dos alunos.

Hodson (1994) defende que a experimentação no ensino de ciências é um recurso importante, pois pode ajudar na problematização, explicação e discursões de conceitos. Para Borges e Moraes (1998), a experimentação reflete uma porção de significados, entre os quais: testar uma hipótese ou solucionar um problema.

As Diretrizes Curriculares do Estado Paraná (SEED, 2006) destacam que as atividades experimentais contribuem para apropriação de conceitos estudados em sala de aula. Para Guimarães (2009), a realização de experimentos pode funcionar como uma estratégia importante para simular situações reais na qual os conceitos científicos são necessários para compreensão do trabalho prático.

Considerando os fatos expostos acima, fica evidente que muitos acreditam que a experimentação pode favorecer o aprendizado dos estudantes. No entanto, uma questão que deve ser questionada é se, de fato, o uso de experimentos assegura o aprendizado dos alunos e se a experimentação proporciona motivação como têm afirmado muitos professores. Nessa questão, apoiamo-nos em Silva e Zanon (2000), que afirmam que o simples fato de ter aulas experimentais não garante, por si só, o aprendizado.

Segundo as autoras, é comum que durante as aulas de ciências a relação teoria e prática seja tratada como uma via de mão única, na qual a prática comprova a teoria, ou o recíproco, a teoria comprova a prática. Segundo as autoras essa é uma visão equivocada, o que revela que muitos professores não entendem com clareza o papel da experimentação no Ensino de Ciências. Nesse sentido, Maldaner (2003) afirma que quando o professor não entende o real

papel da experimentação, essa acaba tornando-se apenas um tópico do plano de ensino e não um princípio orientador da aprendizagem, como têm acreditado muitos professores.

Quanto ao argumento de que experimentos proporcionam a motivação em alunos, Hodson (1994) destaca que nem sempre isso é verdade, pois muitos estudantes apresentam antipatia ao realizar uma atividade experimental e que esse efeito tende a aumentar na medida em que os alunos vão avançando para os anos finais.

O autor explica que durante as aulas experimentais o que acontece é que os estudantes têm maior possibilidade de interagir socialmente com seus colegas e com o próprio professor e que isso sim pode tornar as aulas experimentais mais atrativas, e não o fato da execução do experimento para apropriação de conceitos científicos.

Posto estes questionamentos e se contrapondo ao olhar simplista de que a experimentação promove melhorias no ensino, vale a pena então se perguntar: Qual seria o papel da experimentação no ensino de ciências?

Nesse sentido, concordamos com Silva, Machado e Tunes (2019) que defendem que o papel da experimentação pode ser compreendido como uma atividade que proporciona a articulação entre o fenômeno e a teoria implicando em uma relação indissociável do fazer e do pensar. Deste modo os autores corroboram com a ideia de que as atividades experimentais são importantes e podem possibilitar melhorias no aprendizado, desde que as mesmas sejam feitas acompanhadas de reflexões.

Os autores também concordam com a ideia de que as atividades experimentais não têm o papel de comprovar teorias, mas de contribuir para o desenvolvimento de um pensamento analítico orientado, permitindo assim uma melhor compreensão da relação dos conceitos científicos estudados durante as aulas.

## **Experimentação na Atualidade**

No Brasil existem importantes documentos de Estado que recomendam a experimentação no ensino de ciências. Citaremos aqui os principais de maior abrangência nacional, a saber: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Orientações Curriculares

Nacionais (OCN), Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais -PCN+, Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e, ainda, o Programa Nacional de Educação Ambiental. Todos reconhecem a importância da experimentação no ensino de ciências e, além disso, recomendam que as atividades experimentais sejam feitas agregando sempre a relação teoria-experimento e que, nesse processo, deve-se incluir a interdisciplinaridade juntamente com contextualização dos conteúdos.

Nesse sentido, para atender essas exigências, as pesquisas têm mostrado que é preciso modificar ou ressignificar o conceito de atividades experimentais.

A partir disso, os pesquisadores da área defendem que certas atividades experimentais, aquelas que não ofereçam risco aos alunos, podem ser feitas na própria sala de aula e não, necessariamente, em um laboratório sofisticado com centenas de vidrarias e outros acessórios.

Neste caso, além da sala de aula e levando em conta a inserção da interdisciplinaridade e da contextualização, os pesquisadores recomendam que as atividades experimentais sejam feitas também em outros ambientes como o jardim da escola, em hortas, cantina, além de outros espaços externos à escola que fazem parte da vivência cotidiana dos alunos, como por exemplo, as praças públicas, parques urbanos e ecológicos. Neste novo contexto de atividade experimental, podem-se inserir também visitas planejadas à lugares como: as estações de tratamento de água e esgoto, museus, indústrias de um modo geral, como por exemplo, as indústrias extratoras de óleos vegetais, tais como, soja, azeite de oliva, mamona e girassol.

## **Novas Propostas de Atividades Experimentais**

É importante que o professor esteja sempre capacitado e aberto às novas formas de se trabalhar com atividades experimentais, pois, além dessas já citadas existem outras, como por exemplo, os experimentos feitos de forma teórica por meio de computadores, exposição de filmes e vídeos, uso de salas ambiente, experimentos demonstrativos, além das práticas artesanais que fazem parte da história da humanidade e estão presentes até os dias de hoje no cotidiano das pessoas.

A seguir, iremos sugerir algumas dessas propostas bem como apontar as vantagens de cada uma. Grande parte dessas sugestões foram feitas baseada nos trabalhos de Silva, Machado e Tunes (2019).

## **Experimentos Demonstrativos**

São atividades experimentais feitas pelo professor nas quais os alunos podem observar e questionar aspectos relacionados tanto ao trabalho prático quanto aos conceitos teóricos. Dessa forma, é possível estabelecer o exercício do fazer e do pensar.

Os autores também afirmam que essa proposta é interessante pois, dependendo do experimento, este pode ser feito na própria sala de aula, resolvendo em parte o problema da falta de laboratórios apontada por muitos professores. Além disso, é evitada desarticulação das aulas teóricas e práticas que em certas escolas costumam ocorrer em horários distintos, resultando na separação do experimento e da teoria, o que não é ideal na visão dos autores.

Quanto aos benefícios que essa proposta pode proporcionar ao ensino, Sasseron e Machado (2017) destacam: maior participação e interação social entre os alunos e professores; maior chance de progresso na compreensão do assunto estudado; busca e levantamento das concepções prévias dos alunos; desenvolvimento de competências cognitivas por meio da elaboração de testes de hipóteses e valorização de um ensino pautado na investigação.

Para Silva, Machado e Tunes (2019), nesse tipo de atividade não há necessidade de se chegar a resultados quantitativos. Segundo os autores, o mais importante é que a atividade seja feita sob a ótica de uma experiência aberta, na qual os alunos observam os fenômenos e com a ajuda do professor, consigam estabelecer relações entre o experimento e a teoria.

Para implementação de uma atividade experimental demonstrativa, recomenda-se os seguintes passos, incluindo-se três níveis importantes do conhecimento: observação macroscópica, submicroscópica e a expressão representacional.

Passo 1 – Elaboração de uma pergunta inicial, que tem como intencionalidade aguçar a curiosidade e o interesse dos estudantes.

Passo 2 – Observação macroscópica: nessa etapa o professor, juntamente com os alunos, deve observar e relatar as mudanças observadas durante a realização do experimento. Exemplo: mudança de cor, liberação de gás, aquecimento de um frasco ou vidraria.

Passo 3 – Posteriormente, com a observação macroscópica feita pelos estudantes, o professor poderá estimular os alunos a formularem hipóteses em relação ao fenômeno observado.

Nessa etapa os autores destacam que o professor deve ficar atento no sentido de identificar nos estudantes as suas concepções prévias, corrigindo aquelas que diferem do conhecimento aceito. Isto poderá ajudar o professor a trabalhar as observações submicroscópica, ou seja, o entendimento a nível atômico-molecular, que é necessário para uma melhor compreensão do experimento.

Passo 4 – Depois de elucidar as possíveis dúvidas dos estudantes em relação ao fenômeno observado e dos conceitos envolvidos, recomenda-se a introdução do terceiro nível do conhecimento científico, a expressão representacional. Neste nível, deve-se fazer uma síntese do que se observou, utilizando equações químicas, equações matemáticas e gráficos.

Passo 5 – Deve-se voltar à pergunta inicial fazendo uma síntese geral dos aspectos trabalhados.

Passo 6 – Neste momento, devem ser discutidas questões relacionadas ao experimento que tenham implicações na sociedade como aspectos relativos ao meio ambiente, economia, questões políticas e tecnológicas, além das implicações no cotidiano quando houver.

Experimentos dessa natureza também podem ser feitos em uma sala ambiente, um espaço em que as atividades didáticas podem ser feitas com resultados satisfatórios, sem a necessidade de equipamentos sofisticados.

## **Experimentos Realizados por meio de Software**

Atualmente existe uma série de softwares gratuitos que podem ser bem aproveitados como recurso didático na simulação de experimentos, principalmente os que seriam inviáveis de serem feitos dentro da escola, como aqueles com elevado custo, longos período de duração ou que apresentem alta periculosidade. Neste caso, as simulações em computadores apresentam

vantagem pois, as experiências podem ser feitas explorando os conteúdos sem a exposição dos alunos a riscos, químicos, físicos e biológicos (SILVA; MACHADO; TUNES,2019).

## **Cultivo de Horta Orgânica na Escola**

O manejo de uma horta em uma escola pode ser uma alternativa interessante para realização de atividades experimentais, pois é um espaço que favorece naturalmente a interdisciplinaridade, contemplando uma diversidade de saberes como, por exemplo, a fotossíntese, fertilidade de solos, germinação de sementes e outros. Neste caso, é importante a colaboração de todos os professores ligados ao campo das ciências naturais (GONSALEZ, 2013).

## **Biodigestor na Escola**

Outra alternativa de atividade experimental é a construção de Biodigestores nas escolas utilizando materiais de baixo custo. Esta é uma proposta interessante, pois o manuseio do biodigestor envolve conceitos de Química, Física e Biologia. Este instrumento pode ser construindo com garrafa de água mineral de 5L (cinco litros), sendo abastecido com biomassa, como folhas, grama, capim ou esterco bovino (OLIVEIRA et al., 2018).

## **Extração Artesanal**

A extração artesanal de produtos naturais como óleos e gorduras vegetais ou de corantes naturais para tingimento de tecidos, são experimentos que podem ser trabalhados em sala de aula e ainda abrem um leque para a valorização dos saberes populares. Trabalhos nessa perspectiva são encontrados na revista Química Nova na Escola. É por essa razão que iremos propor neste presente trabalho, uma extração artesanal de um tipo de gordura vegetal.

## Capítulo 3

### História dos Óleos Vegetais

Neste capítulo será descrita a história do azeite de oliva, do óleo de soja e da gordura do coco nucífera.

#### Azeite de Oliva

O texto apresentado a seguir, sobre a história do azeite de oliva, está baseado na obra *Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que Mudaram a História*, escrito pelos autores Penny Le Couteur e Jay Burreson, no ano 2003.

Durante centenas de anos, o azeite de oliva foi o produto comercial de maior importância da região do Mediterrâneo Oriental, região está que deu início ao cultivo da oliveira, uma planta capaz de resistir séculos, que produz um fruto com dimensões pequenas que quando prensado ainda na fase verde, obtêm-se o azeite de oliva de cor verde dourada.

FIGURA 1 - OLIVEIRA, *Olea Europaea* L.



Fonte: Foto de Luigi Nifosi / Shutterstock.com.

Com o cultivo já consolidado na região do Mediterrâneo, especificamente na Turquia, Síria e Iraque, as plantações de oliveira se disseminaram pelas regiões da Palestina e Egito. Há uma grande especulação por parte dos historiadores a respeito do início deste cultivo. Acredita-se que essa atividade tenha começado na região de Creta, por volta de 2000 a.C., pois registros históricos comprovam que neste período existia naquela região uma fábrica que exportava azeite de oliva para Grécia e África. Registros também atestam que os gregos levaram o cultivo para a Europa, especificamente para Itália, França, Espanha e Tunísia.

O azeite de oliva teve uma grande significância para os povos daquela época, pois além de servir como um alimento rico em energia, os povos que habitavam as margens do Mediterrâneo queimavam o azeite em candeias para iluminar os períodos noturnos. Segundo os autores, o óleo também era usado na pele após o banho, tanto pelos romanos, quanto pelos gregos, pois acreditavam que este produto deixava os músculos mais flexíveis e saudáveis.

Naquela época, pessoas que praticavam Luta Livre passavam na pele uma camada de poeira ou areia misturada ao azeite com o intuito de manter o adversário mais agarrado durante a luta. Os atletas também possuíam o hábito de massagear o corpo com azeite para se curar das escoriações sofridas durante as práticas esportivas. Além disso, o azeite fazia parte da vaidade feminina, pois as mulheres faziam uso constante do produto acreditando que o mesmo manteria a pele mais renovada e bonita.

O uso do azeite também estava presente no campo da Medicina, pois os médicos da Grécia receitavam porções de azeite puro ou sob mistura para combater males como malária, cólera, náuseas, úlceras e insônia. Registros médicos no Egito comprovam que o produto era prescrito para ser ingerido ou passado na pele, sendo que as próprias folhas da oliveira também poderiam ser usadas para combater a febre dos enfermos.

Nesta mesma época, a expectativa de vida era por volta de 40 anos, porém o filósofo Demócrito acreditava que o simples hábito de consumir azeite com mel poderia prolongar a vida por até cem anos.

O azeite também teve seu destaque no campo da Política, pois, no século VI a.C., o legislador de Atenas, o senhor Sólon, estabeleceu um código de leis para proteger as plantações de oliveiras. Este código determinava que apenas duas árvores de um olivedo pudessem ser abatidas por ano, caso alguém violasse essa regra, o indivíduo poderia sofrer duras penas, dentre elas a execução.



Nas escrituras sagradas há muitas passagens que citam o azeite de oliva: a pomba que leva o ramo de oliveira a Noé após o dilúvio; Moisés é instruído a preparar um bálsamo de especiarias e azeite; a Boa Samaritana derrama vinho e azeite sobre as feridas das vítimas de ladrões; as virgens prudentes mantêm suas candeias cheias de azeite. Os autores também citam o Monte das Oliveiras em Jerusalém, passagem na qual o rei Davi ordena que os guardas da corte protegessem as suas plantações de oliveira.

A própria cruz na qual Jesus foi crucificado foi construída a partir do tronco de uma oliveira. Essa árvore era tida como um símbolo, tanto que o cajado de Hércules era feito da madeira de uma oliveira.

Nesse sentido, a oliveira se tornou um símbolo importante para muitas culturas, representando a prosperidade, sabedoria, renovação e riqueza. Tanto é que em períodos de guerra, houve muitos ataques aos olivedos, pois a sua destruição era um ato extremamente ofensivo aos adversários.

A oliveira também passou a ser associada à paz, pois em situações de conflitos, em que se desejasse fazer as pazes, fala-se em estender o ramo de oliveira.

## **História da Soja**

Cultivada pelos chineses há cerca de cinco mil anos, a soja é uma leguminosa presente no segmento alimentar e econômico de muitas regiões do mundo. Segundo Farias (2001), a espécie mais primitiva era favorecida por solos úmidos e de baixo relevo situado nas proximidades de rios e lagos da China Central. Entretanto, a soja somente se expandiu pelo continente asiático há cerca de três mil anos, época em que passou a ser utilizada como alimento.

FIGURA 2 - PLANTAÇÃO DE SOJA.



Fonte: Atua Agro.

FIGURA 3 - GRÃOS DE SOJA



Fonte: UDOP.<sup>1</sup>

Conforme Bertrand, Laurent e Leclercg (1987), a soja era um dos pilares da agricultura chinesa na antiguidade, juntamente com outras culturas, como trigo, arroz, cevada e milheto. Além disso, os autores relatam que a soja desempenhava um papel social importante na china, pois a mesma era utilizada como moeda de troca e, além disso, era um dos principais alimentos consumidos pelos monges budistas.

De acordo com Bento e Pirrola (2008), um dos primeiros registros da semente de soja pode ser encontrado no livro “Pen Ts” ao Kong Um”, o qual descrevia as plantas durante o império de Sheng-Nung. Durante séculos, a soja se manteve restrita ao oriente, passando a ser disseminada no ocidente no século XV não como um alimento, mas como ornamentos de jardins na Inglaterra, França e Alemanha.

Durante o século XVIII, foram realizados na Europa vários testes para verificar e selecionar quais espécies se adaptava melhor ao clima Europeu. Estes testes puderam ser feitos a partir de sementes trazidas por monges que se deslocavam para o continente europeu em missões religiosas (BERTRAND; LAURENT; LECLERCQ, 1987).

Ainda no contexto europeu, o botânico Engelbert Kaemhers, em 1712, sugeriu que a soja fosse utilizada como um alimento, assim como era feito culturalmente no Oriente. Já em 1873, o professor Friedrich Hamberland apresentou na conferência de Viena, cerca de 19 variedades de soja oriundas da China e em 1876 distribuiu várias sementes aos países da Polônia, Hungria, Suíça e Holanda (BERTRAND; LAURENT; LECLERCQ, 1987). Entretanto, a soja cultivada na Europa não se consagrou como uma oleaginosa de sucesso, pois neste período os comerciantes se beneficiavam de produtos de baixo custo oriundo das colônias, tais como amendoim, gergelim e algodão.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2020/5/13/ibge-safra-de-soja-sera-recorde-em-2020-com-alta-de-6-7-ante-2019.html>>. Acesso em 25 de junho de 2020.

Sendo assim, até neste período, não houve incentivos por parte do comércio local para que a soja fosse consumida como um produto alimentício (BENTO; PIRROLA, 2008).

Já nos Estados Unidos, registros apontam que cultivo de soja teve seu início em 1804, quando foi relatado o seu plantio no estado da Pensilvânia. Entretanto, o grande interesse pelos americanos se intensificou por volta de 1880. Para Bento e Pirrola (2008), este interesse foi gerado em função da descolonização de certos países que, até o século XIX, produziam grande parte da soja que abastecia os países mais desenvolvidos.

No Brasil, a soja foi introduzida em 1882 por Gustavo D'Utra no estado da Bahia, onde também foram feitos vários testes com diversas variedades de soja. Dez anos mais tarde, Daffert (1892) descreve os primeiros estudos realizados no estado de São Paulo, precisamente na Estação Agronômica de Campinas, atual Instituto Agronômico de São Paulo, fundado em 1887 pelo Imperador D. Pedro II. Nesta mesma época, outros testes foram feitos em outras regiões do estado utilizando a soja de cor preta e amarela.

No estado do Rio Grande do Sul, o plantio oficial da cultura data-se de 1914. Este cultivo foi feito pela Universidade Técnica, atual Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em 1941 surge a primeira fábrica de processamento de soja do Brasil, o que contribuiu para que a região Sul se tornasse uma pioneira no cultivo de soja, fixando de forma definitiva a cultura nesta região (MAGALHÕES, 1981).

## **Adaptação e Cultivo da Soja do Brasil**

Segundo Bonato (1987), a soja encontrou ótimas condições de adaptação e expansão no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Porém, com o surgimento das técnicas de melhoramento genético associadas à fertilidade do solo, foi possível fazer com que a soja fosse cultivada com sucesso em outras regiões do Brasil, como no Centro-Oeste e Norte, incluindo as regiões de cerrado. Vale ressaltar, que neste processo de expansão, a EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária) desempenhou um papel fundamental contribuindo com pesquisa de ponta para melhoria do cultivo de soja, o que impactou diretamente na produção de óleo.

## História da Gordura de Coco

Utilizado há séculos como um alimento tanto pela humanidade quando por animais silvestres, o coco nucífera é uma fonte de alimento rica em gordura. O fruto é originado do coqueiro, que está presente em todos os continentes. A planta pode possuir tamanhos variados a depender a espécie.

FIGURA 4 - COQUEIRO.



Fonte: Site Tem de Tudo.<sup>2</sup>

FIGURA 5 - GORDURA DE COCO.



Fonte: <https://drvictorsorrentino.com.br/>.<sup>3</sup>

A disseminação do coqueiro pelos continentes ainda é uma controvérsia. Há uma hipótese baseada na teoria das placas tectônicas, na qual se acredita que há milhões de anos o planeta era formado por um único continente e posteriormente ocorreu o fenômeno da separação das placas tectônicas. Junto com essa separação, as sementes dos coqueiros seguiram o movimento das placas e certo tempo depois germinaram e deram origem a novas árvores. Através do fruto, a humanidade passou a incorporar a gordura e o leite de coco na alimentação (Autralian Center for Agricultura, 2003).

No Brasil há relatos de que o coqueiro foi cultivado para exploração por volta de 1553, no estado da Bahia, a partir de mudas e sementes trazidas da África, especificamente da região de Cabo Verde (ARAGÃO et al., 2009). Depois disso, a cultura se expandiu por todo o litoral nordestino devido ao clima favorável para o seu desenvolvimento (PINHO; SOUZA, 2018).

Nesse sentido, considerando a importância histórica e social desses materiais graxos, discutiremos a seguir as propriedades físico-químicas desses materiais afim de entender como se dão os processos de obtenção deles nas indústrias.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://teemdeetudo.blogspot.com/2013/10/o-coqueiro-e-considerado-o-rei-dos.html>>. Acesso em 28 de junho de 2020.

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://drvictorsorrentino.com.br/os-beneficios-do-oleo-de-coco/>>. Acesso em 28 de junho de 2020.

## Capítulo 4

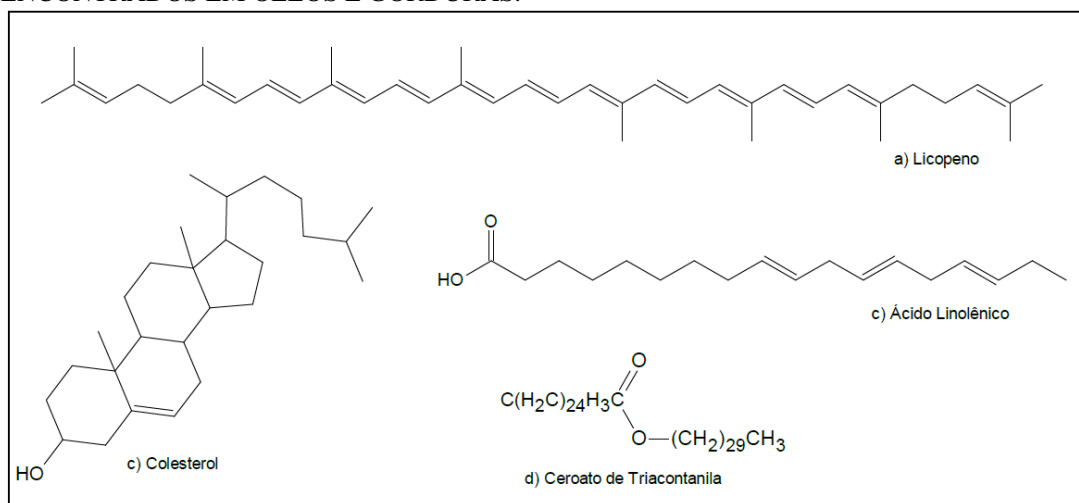
### Propriedades Físico-Químicas Gerais dos Óleos e Gorduras

Neste capítulo iremos discutir as propriedades físico-químicas gerais dos óleos e gorduras, além de alguns conceitos necessários para a compreensão do assunto tais como: lipídeos, ácidos graxos, grupos funcionais e algumas reações químicas importantes.

Óleos e gorduras são materiais constituídos por diversas substâncias, cuja principal característica é ser insolúveis em água, ou seja, são hidrofóbicos. Quanto às origens, podem ser de vegetais, animais ou microbiana (ARAUJO; CORREIA; SOUZA, 2014).

As principais substâncias encontradas em óleos e gorduras fazem parte da classe dos lipídeos, como por exemplo, os ácidos graxos, esteróis, ceras e carotenoides, a Figura 6 a seguir ilustra algumas dessas substâncias.

FIGURA 6 - EXEMPLOS DE SUBSTÂNCIAS PERTENCENTES À CLASSE DOS LIPÍDEOS ENCONTRADOS EM ÓLEOS E GORDURAS.



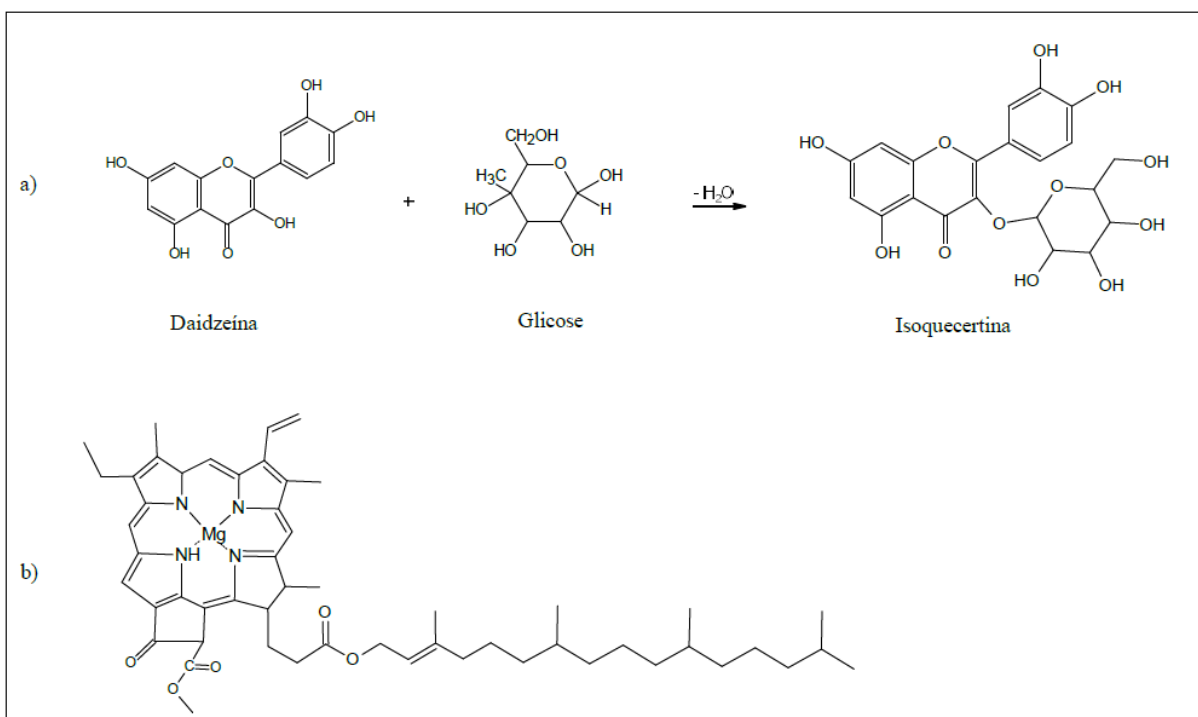
a) Carotenoide; b) Esterol; c) Ácido graxo; e d) Cera

Fonte: In: RAMALHO; SUAREZ, 2013, p. 3. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Percebe-se que estas substâncias são constituídas por moléculas com elevado número de carbonos e deve-se lembrar que a ligação *carbono-carbono* é pouco polarizada, pois não há diferença de eletronegatividade entre esses dois átomos, a consequência disso é a geração de um caráter apolar dominante nessas moléculas. Isso justifica o fato dessas substâncias serem hidrofóbicas. Nota-se que, além do grande número de átomos de carbono, estão presentes nessas moléculas grupos funcionais importantes, tais como: alceno, fenol, álcool, éster, entre outros (MCMURRY, 1997) (SUAREZ; RAMALHO, 2013).

Além das substâncias lipídicas, é comum encontrar em óleos e gorduras a presença de substâncias não lipídicas, tais como: glicosídeos, isoflavonas e alguns complexos metálicos, sendo muito comum a presença da clorofila (SUAREZ e RAMALHO, 2013). A Figura 7 ilustra algumas dessas substâncias.

FIGURA 7 - SUBSTÂNCIAS NÃO LIPÍDICAS PRESENTES EM ÓLEOS E GORDURAS.



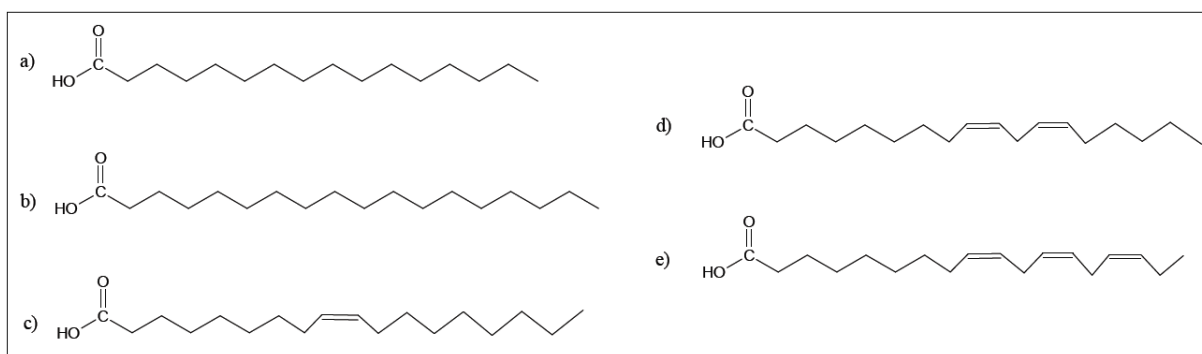
a) Formação de um glicosídeo (isoquercetina) pela condensação da glicose com daidzeína; (b) Clorofila.

Fonte: In: RAMALHO; SUAREZ, 2013, p. 6. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

## Os Ácidos Graxos

Como mencionado anteriormente, os ácidos graxos possuem, como constituintes, longas cadeias carbônicas (Figura 8) e, além disso, todos possuem o ácido carboxílico como grupo funcional. Na natureza são encontrados diversos tipos de ácidos graxos, a diferenciação de um para o outro pode ser feita de três modos, tendo sempre como parâmetro principal a análise da cadeia carbônica. O primeiro modo é avaliar na cadeia carbônica a quantidade de átomos de carbono, pois os ácidos graxos possuem números diferentes de carbono, o que gera tamanhos variados de cadeias. A partir disso, é possível diferenciá-los tanto em termos de estrutura molecular quanto em termos de propriedades físicas e químicas. O segundo modo, é analisar na cadeia o índice de deficiência de hidrogênio ou também muito chamado na literatura como grau de saturação. Na prática, o grau de saturação é simplesmente verificar se na cadeia carbônica há ligações simples, duplas ou triplas. Os ácidos graxos que apresentam apenas ligações simples entre os carbonos são ditos como saturados. Aqueles que apresentam uma ligação dupla ou mais são ditos como insaturados, pois possuem uma deficiência de hidrogênio na cadeia carbônica, como mostra a figura a seguir. O termo poli-insaturado é usado com frequência para moléculas com três ou mais instaurações (CONSTANTINO, 2005) (SOLOMONS; FRYHLE, 2001).

FIGURA 8 - PRINCIPAIS ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES EM ÓLEOS E GORDURAS.

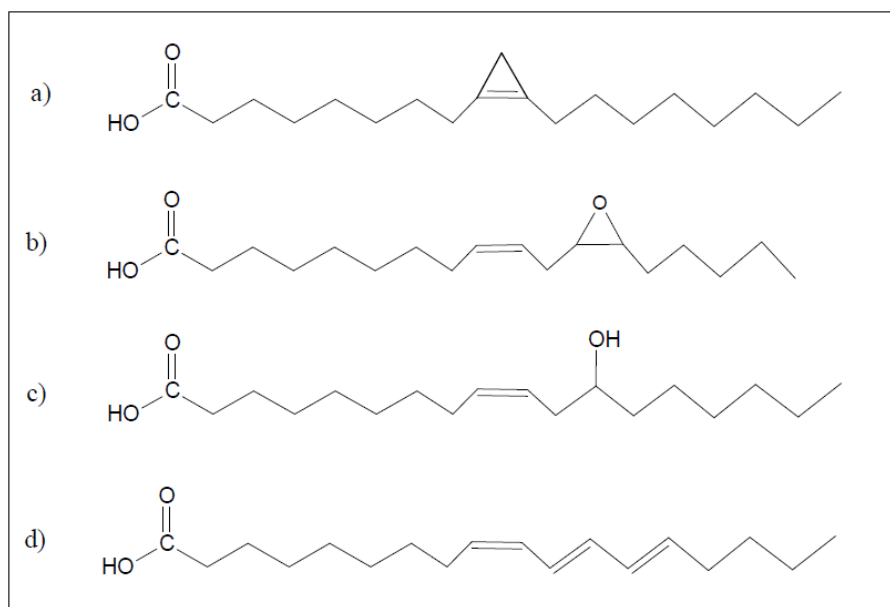


(i) Saturados: a) palmítico com 16 carbonos, b) esteárico com 18 carbonos; (ii) Insaturados com 18 carbonos: c) oleico com uma ligação dupla, d) linoleico com duas ligações duplas, e) linolênico com 3 ligações duplas.

Fonte: In: RAMALHO; SUAREZ, 2013, p. 3. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, [www.acdlabs.com](http://www.acdlabs.com), 2020).

Embora sejam menos comuns, existem também ácidos graxos que possuem ramificações na cadeia carbônica (Figura 9), sendo este o terceiro modo de diferenciar os ácidos graxos. Nestas ramificações é comum encontrar anéis de três membros, hidroxila e carboxilas.

FIGURA 9 - ÁCIDOS GRAXOS MENOS COMUNS.



a) Malvático; b) Vernólico; c) Ricinoleico; e (d) Licânico.

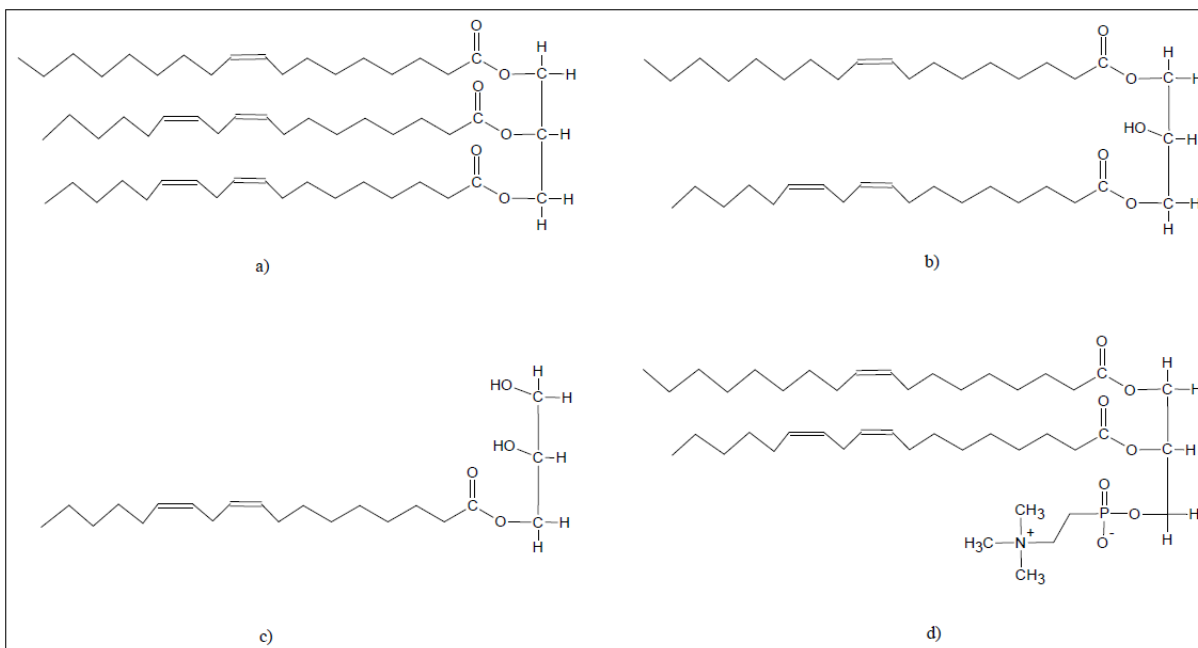
Fonte: SUAREZ, 2013. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, [www.acdlabs.com](http://www.acdlabs.com), 2020).

De acordo com Suarez e Ramalho (2013), o que irá determinar se os ácidos graxos serão ou não ramificados são as diferentes rotas bioquímicas que cada um pode assumir até o seu processo de formação.

Em óleos e gorduras, os ácidos graxos podem ser encontrados na forma livre ou combinada. Análises químicas têm revelado que a forma combinada é a preferencial. Essa combinação é feita por meio de uma reação química entre um ácido graxo genérico e glicerina, gerando como derivados as seguintes substâncias: monoacilglicerídeos, diacilglicerídeos, triacilglicerídeos e fosfatídeos (Figura 10). Estas substâncias, combinadas ou não, correspondem por mais de 90% da massa dos óleos e gorduras, sendo o restante constituído por impurezas (MORETTO; FETT, 1986).



FIGURA 10 - ALGUNS ÉSTERES DERIVADOS DA GLICERINA PRESENTES EM ÓLEOS E GORDURAS.



a) Triacilglicerídeo; b) Diacilglicerídeo; c) Monoacilglicerídeo; (d) Fosfatídeos.

Fonte: In: RAMALHO e SUAREZ, 2013, p. 6. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Quanto ao fato da forma combinada ser a preferencial, isso ocorre devido a fatores termodinâmicos envolvidos nestas reações. O mecanismo de reação proposto neste caso é de uma reação de esterificação na qual são produzidos ésteres.

No caso dos fosfatídeos, nota-se pela estrutura que estes são derivados dos triacilglicerídeos, porém a diferença é que um dos ácidos graxos é substituído pelo ácido fosfórico desprotonado ou por algum proveniente deste.

É importante ressaltar que em cada fonte oleaginosa não é encontrado apenas um tipo de ácido graxo e sim vários. Geralmente esse número pode chegar a 10 ou mais em apenas um tipo de óleo ou gordura. No entanto, as quantidades é que vão variar, ou seja, alguns ácidos graxos irão ocorrer em maiores ou menores proporções, isso irá depender da espécie, vegetal e/ou animal, e das condições genéticas e climáticas de cada região (ARAÚZO; CORREIA; SOUZA, 2014).

O estudo das propriedades físico-químicas de materiais se torna necessário e importante, pois através dele é possível compreender e prever determinados comportamentos dos materiais e até mesmo os diferenciar. Como óleos e gorduras são materiais, iremos nos próximos tópicos explorar algumas propriedades gerais desses materiais.

## Óleos e Gorduras são a Mesma Coisa?

Existe atualmente uma ideia equivocada por grande parte da sociedade de que óleos são oriundos de vegetais e gorduras são provenientes de animais. Isto não está correto de acordo com a legislação brasileira, especificamente com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 270 de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Segundo essa resolução, a classificação dos óleos e gorduras não depende da fonte e sim do ponto de fusão dos lipídeos que compõem a matéria graxa. De acordo com essa RDC, na temperatura de 25°C, os óleos são líquidos e as gorduras não sólidas. A Figura 11 exemplifica essa situação com o óleo de soja, girassol e a gordura de coco nucifera, respectivamente.

FIGURA 11 - DIFERENÇA ENTRE ÓLEOS E GORDURAS.



Fonte: O autor.

Nota-se pela figura que todos estão no mesmo ambiente e consequentemente na mesma temperatura. Para reforçar essa RDC, sabe-se que muitos peixes produzem óleos, como por exemplo, o óleo de fígado de bacalhau e uma gama de vegetais produzem gorduras, como por exemplo, a gordura de pequi extraída do pequizeiro, uma árvore típica do cerrado Brasileiro (SUAREZ; RAMALHO, 2013).

## Ponto de Fusão

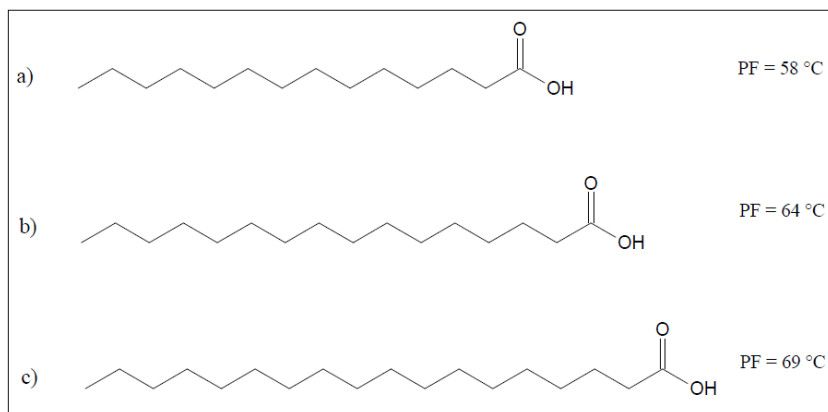
A fusão é uma transformação física que ocorre a uma determinada temperatura, a depender da substância. Deste modo, não há reação química aparente, ocorre apenas uma mudança do estado de agregação da matéria contida em um sistema. Neste caso um material qualquer ou uma substância passa do seu estado sólido para o líquido em uma determinada temperatura. Esta variação de estado ocorre acompanhada de um aumento de entropia translacional, vibracional e rotacional das entidades que constituem o sistema (ATKINS; PAULA, 2012).

As entidades neste contexto podem ser moléculas, íons ou até mesmo *cluster*. Para todos os casos, o ponto de fusão é influenciado pela massa atômica, forças intermoleculares e pela geometria das moléculas.

Em relação aos ácidos graxos e seus derivados presentes em óleos e gorduras, o ponto de fusão é influenciado principalmente pelo tamanho da cadeia carbônica, pelo tipo de ácido graxo: *saturado* ou *insaturado*. Além disso, pela isomeria *cis* e *trans* das ligações (JORGE, 2009).

Os ácidos graxos saturados que apresentam na estrutura oito ou menos carbonos tendem a ser líquidos na temperatura de 25°C. Já aqueles com mais de oito carbonos tendem a ser sólidos nesta temperatura. O ponto de fusão aumenta quanto maior for o número de carbonos, conforme está exemplificado na Figura 12 a seguir.

FIGURA 12 - ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E SEUS RESPECTIVOS PONTOS DE FUSÃO.



a) Ácido mistérico; b) Ácido palmítico; c) Ácido esteárico.

Fonte: O autor. ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

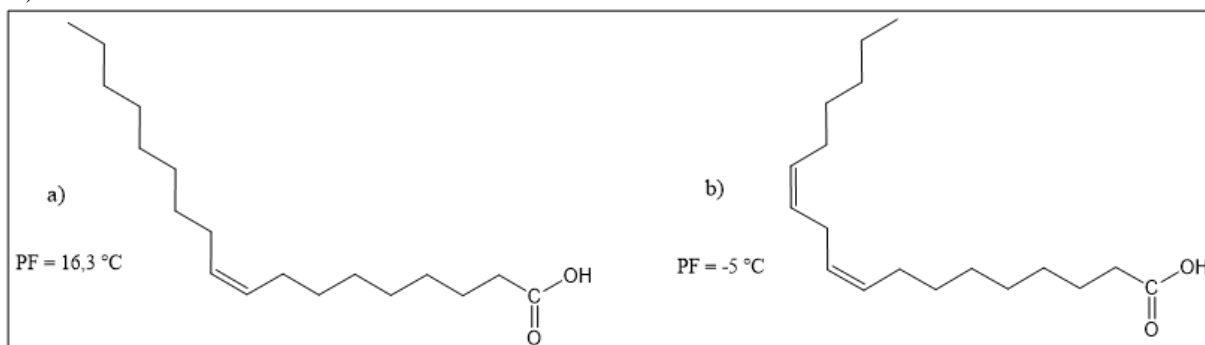
A justificativa para o ponto de fusão dos ácidos graxos saturados aumentar com o crescimento da cadeia carbônica é decorrente desses ácidos graxos possuírem na cadeia principal apenas ligações sigma ( $\sigma$ ) ocasionada da hibridização  $sp^3$  com geometria tetraédrica. Este tipo de ligação e geometria permite a rotação livre da ligação *carbono-carbono*, o que gera um melhor empacotamento dessas moléculas, favorecendo a interação eletrostática do tipo *dipolo-induzido* entre as cadeias carbônicas (MORRISON; BOYD, 1973). Vale ressaltar que a força dessa interação aumenta proporcionalmente com o tamanho da cadeia e por esta razão ocorre o aumento do ponto de fusão. Conseqüentemente para quebrar essas interações é requerida uma quantidade significativa de energia.

Para os ácidos graxos insaturados o comportamento é diferente. Estes possuem pontos de fusão mais baixos que os saturados, ainda que haja aumento da cadeia. Isto ocorre porque alguns átomos de carbono possuem a ligação  $\pi$  ocasionada da hibridização  $sp^2$  com geometria planar (ALLINGER, et al., 1976). Este tipo de ligação e geometria, ao contrário do caso anterior, não permite a rotação livre da ligação *carbono-carbono* e, além disso, a ligação  $\pi$  provoca certa curvatura na molécula.

A consequência disso, é que a interação eletrostática entre as cadeias não é tão eficiente quando se tem uma ligação  $\pi$ . Logo para quebrar essas interações e promover a fusão, é requerida uma quantidade de energia menor, quando comparado aos ácidos graxos saturados.

Por esta razão, os ácidos graxos insaturados apresentam pontos de fusão menores, e são cada vez menores quanto maior for o número de ligações  $\pi$  ao longo da cadeia. A Figura 13 exemplifica este evento.

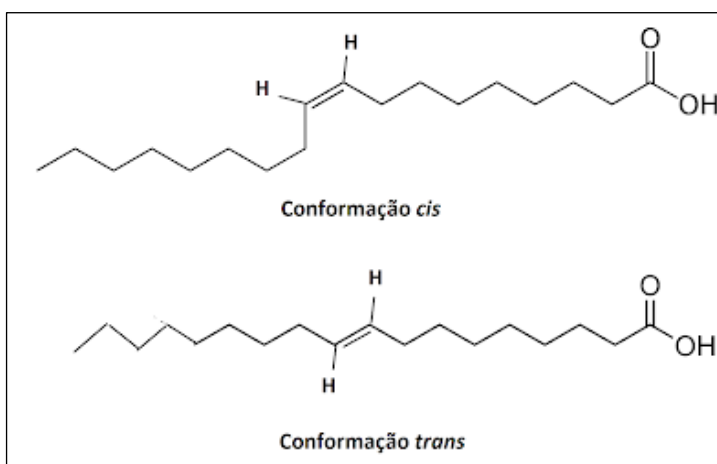
FIGURA 13 - PONTOS DE FUSÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS: A) OLEICO E B) LINOLEICO.



Fonte: O autor. ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

Para entender a influência da isomeria *cis* e *trans* no ponto de fusão dos ácidos graxos é necessário primeiro entender o conceito de *isômero*. Conforme a Figura 14, isômeros são substâncias com o mesmo número e tipo de átomos, entretanto a conexão espacial destes é diferente (MCMURRY, 1997). As instaurações em ácidos graxos podem gerar isômeros *cis* e *trans* que são substâncias com propriedades diferentes. Isômeros *trans* possuem pontos de fusão mais altos do que isômeros *cis*. Isto ocorre porque nos isômeros *trans* a aproximação das cadeias carbônicas é favorecida devido ao fato dos substituintes volumosos ou os átomos de hidrogênio estarem em posições opostas à ligação *carbono-carbono* o que torna a interação eletrostática mais efetiva, enquanto que nos isômeros *cis* os grupos volumosos ou os átomos de hidrogênio se encontram do mesmo lado da ligação *carbono-carbono*, isto gera um impedimento estéreo e não permite uma boa aproximação das cadeias, o que prejudica a interação. Por esta razão, os pontos de fusão de isômeros *cis* tendem a ser mais baixos do que os *trans*.

FIGURA 14 - ÁCIDOS GRAXOS CIS E TRANS.



Fonte: Site Saber Atualizado.<sup>4</sup>

## Densidade

A densidade é uma propriedade física que expressa a quantidade de massa por unidade de volume (SILVA; FILHO, 2010). Essa propriedade é dependente da temperatura. Em óleos e

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.saberatualizado.com.br/2015/07/o-que-sao-as-gorduras-trans-e-por-que.html>>. Acesso em 22 de agosto de 2020.

gorduras a sua magnitude é determinada pela capacidade de empacotamento das moléculas. Os ácidos graxos insaturados e ramificados possuem uma menor capacidade de empacotamento, logo são menos densos que os ácidos graxos saturados que se empacotam com maior facilidade devido ao fato de suas cadeias serem mais simétricas, elevando-se assim a sua densidade. Este fato pode ser observado na Figura 15 a seguir.

FIGURA 15 - ÓLEO DE SOJA E GORDURA DE COCO.



Fonte: O autor.

A gordura de coco, por ser rica em ácidos graxos saturados, é mais densa que óleo de soja e se concentra na parte inferior do copo (corpo de fundo). Já o óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados, são menos densos, se concentram acima da gordura de coco.

## Viscosidade

Viscosidade é uma propriedade que relaciona a facilidade ou dificuldade dos líquidos escorrem por uma superfície (YOUNG; FREEDMAN, 2008). No caso dos óleos vegetais, essa propriedade se torna importante, pois em muitos processos industriais os óleos são bombeados e transportados por meio de tubulações. Geralmente cada tipo de óleo possui uma viscosidade típica, que é determinada em função dos tipos moléculas que constituem a matéria graxa (SUAREZ, RAMALHO, 2013).

Na prática, é observado que a viscosidade também sofre influência da temperatura e das forças intermoleculares, como a ligação de hidrogênio e as interações de Van der Waals. Por

isso, em óleos e gorduras, a viscosidade tende a aumentar com o aumento da cadeia carbônica e diminuir com o número de insaturação. A Tabela 1 ilustra a viscosidade de alguns óleos em função da temperatura.

TABELA 1 - VISCOSIDADE DE ALGUNS ÓLEOS E GORDURAS

<b>Matéria graxa</b>	<b>Viscosidade (cP)</b>			
	<b>38 °C</b>	<b>50 °C</b>	<b>99 °C</b>	<b>100°C</b>
Óleo de algodão	36	-	8	-
Óleo de soja	29	-	8	-
Óleo de girassol	33	-	8	-
Gordura de coco	30	-	6	-

Fonte: JORGE (2009), adaptada.

## **Capítulo 5**

### **Métodos de Obtenção dos Óleos Vegetais pela Indústria**

Na atualidade, os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos das plantas. Juntamente com as proteínas e os carboidratos, eles formam uma fonte importante de energia, o que desperta grande interesse por parte da indústria no seu processamento. Do total extraído, cerca de dois terços são destinados a produtos alimentícios. O restante tem sido destinado à produção de biodiesel, glicerina, lubrificantes para peças automotivas, produção de resinas, materiais poliméricos e cosméticos (REDA; CARNEIRO, 2007).

A obtenção do óleo bruto é feita inicialmente por prensagem mecânica das sementes das oleaginosas e, quando necessário, utiliza-se também um solvente extrator. No primeiro momento o óleo obtido contém certas impurezas, o que prejudica a sua qualidade e estabilidade, havendo assim a necessidade de remoção delas por meio do processo de refino, que abrange as seguintes etapas: remoção do solvente, degomagem, branqueamento, controle da acidez e desodorização (REDA; CARNEIRO, 2007).

A seguir, serão descritos os métodos básicos para obtenção do azeite de oliva, óleo de soja e gordura de coco.

#### **Obtenção do Azeite de Oliva**

O processamento para produção de azeite de oliva passa por uma série de etapas que se iniciam com a colheita das oliveiras no campo e posteriormente, o transporte para galpões apropriados, onde são armazenadas e tratadas até a fase final da obtenção do produto. O tempo de colheita até o momento final da extração é uma variável importante, pois quanto menor for esse tempo maior será a qualidade do azeite.

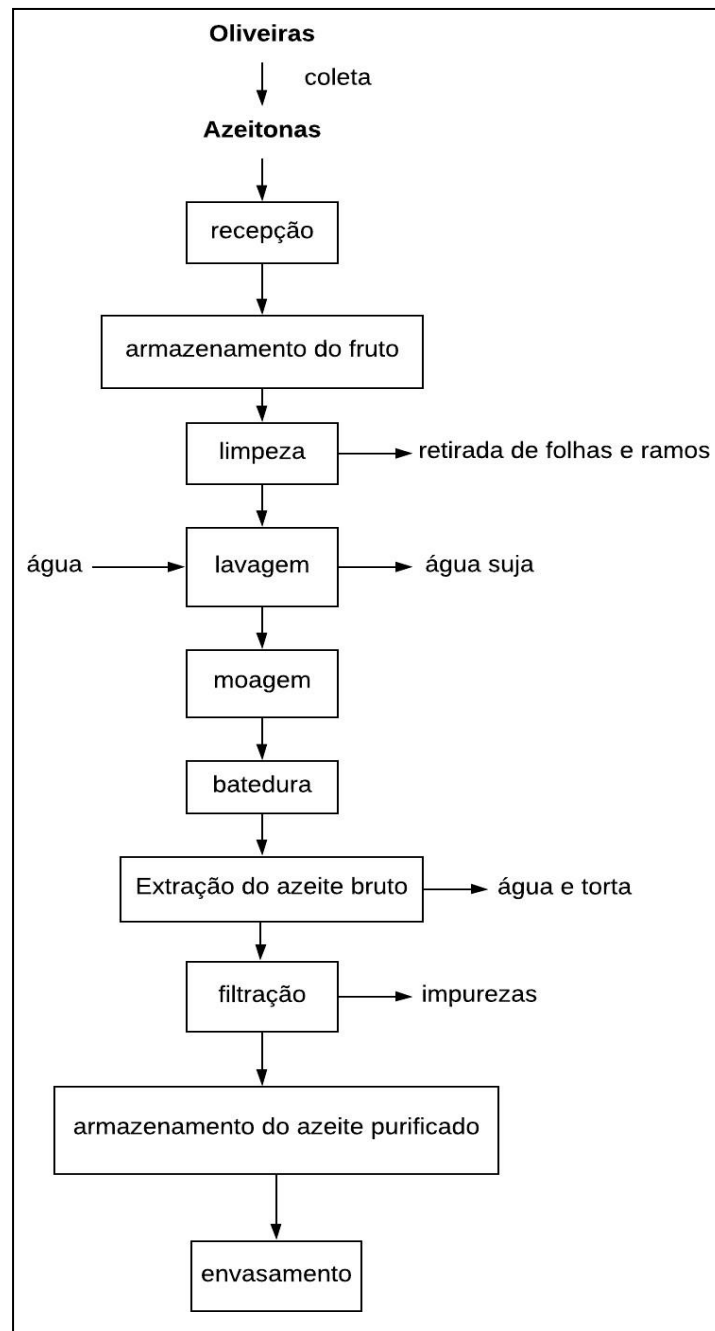


Ao contrário de certas plantas, o azeite de oliva é produzido somente a partir do fruto. Para produzir 2,5 L de azeite são necessárias cerca de 1300 a 2000 azeitonas (FERRAZ, 2010).

O processo de obtenção envolve as seguintes etapas:

- 1- Limpeza: São removidos galhos, folhas da oliveira e outros resíduos que não interessam ao processo de extração.
- 2- Lavagem: Consiste na lavagem das azeitonas para retirar sujeiras acumuladas durante a colheita e o transporte.
- 3- Pesagem: Nesta etapa pesam-se as azeitonas. Após este procedimento, a azeitona é separada baseada em sua origem/proveniência (azeitona de árvore ou azeitona do chão). É feita também a primeira avaliação do mestre lagareiro, sendo coletada uma amostra para ser analisada no laboratório.
- 4- Prensagem/moenda: Esta etapa é realizada em até 24 horas, a azeitona é prensada e moída através de moinhos mecânicos.
- 5- Extração do azeite: A extração do azeite pode ser realizada por meio da decantação (processo mais antigo) ou por centrifugação da massa. O processo de centrifugação fundamenta-se em submeter a massa num movimento de rotação em alta velocidade, o que provoca a separação entre o azeite e a água presentes na massa e no bagaço da azeitona.
- 6- Filtragem: O azeite é filtrado para retirar as partículas sólidas. Essa etapa melhora os aspectos relacionados à análise sensorial do produto.
- 7- Armazenamento: O azeite é armazenado em recipientes numa temperatura entre 15°C e 16°C para a decantação dos sólidos resultantes do processo de extração.
- 8- Envasamento: O azeite é envasado em garrafas de vidro numa faixa de temperatura entre 18°C e 20°C.

FIGURA 16 - ETAPAS DO PROCESSO DA EXTRAÇÃO DO AZEITE.



Fonte: FERRAZ (2010), adaptado.

## Obtenção do Óleo de Soja

O processamento do grão de soja é interessante, pois, além de se obter óleo, como subproduto, é obtido também o farelo de soja que é comercializado para fabricação de ração animal e fertilizantes (MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015).

O processamento do grão de soja para obtenção do óleo é dividido em duas partes, a saber: produção de óleo bruto, gerando como resíduo o farelo de soja, e o refinamento do óleo bruto.

A obtenção do óleo e do farelo é subdividida em três partes:

- 1) Armazenamento dos grãos;
- 2) Tratamento dos grãos;
- 3) Extração do óleo bruto.

**Armazenamento:** Esta etapa é de extrema importância, pois as condições de armazenamento influenciam diretamente na qualidade do óleo. Em caso de um armazenamento inadequado das sementes, pode-se ocorrer o aquecimento excessivo das oleaginosas, o que compromete a produção. Nesta etapa a umidade deve estar abaixo de 13%, caso esteja acima acarreta o aumento do pH, escurecimento do óleo dentro da semente, o que dificulta o processo de refino.

**Tratamento dos grãos:** Consiste na avaliação das sementes por amostragem e na separação da casca e polpa. Na etapa de amostragem é analisado o teor de umidade, a quantidade de grãos quebrados e impurezas. Além disso, se elimina a sujeira mais grossa por meio de máquinas dotadas de peneiras que separam os grãos da sujeira. Esse procedimento é denominado de pré-limpeza. Após a limpeza das sementes, estas são descascadas por máquinas contendo batedores ou facas giratórias. Nesta etapa não pode haver compressão das sementes, pois parte do óleo passaria para a casca o que prejudicaria o seu aproveitamento.

As cascas são separadas por meio das peneiras vibratórias mediante insuflação de ar. Ao término do descascamento, a polpa é aquecida entre 55°C e 60°C.

Nesta etapa também ocorre a trituração e laminação da semente através de rolos constituídos por aço inoxidável, que podem ser horizontais ou oblíquos. A trituração aumenta a superfície de contato, o que facilita a extração do óleo. A laminação origina flocos com espessura de 0,25 mm a 0,35 mm.

**Extração do óleo bruto:** É o método mais antigo para obtenção do óleo, sendo feito por prensagem contínua usando um solvente orgânico (hexano). Neste caso o solvente é adicionado ao farelo para extrair o óleo contido nessa massa. Depois o solvente é separado do

óleo por meio de um segundo aquecimento (85°C - 115°C) e posteriormente é feita a filtração do óleo.

**Processo de refino do óleo bruto:** Esta etapa consiste em processos que transformam os óleos brutos em óleos comestíveis e tem como objetivo aprimorar as análises sensoriais do produto, como a coloração, aroma e sabor. No refino é retirado:

- Fosfatídeos e proteínas;
- Ácidos graxos livres e seus sais de origem; ácidos graxos oxidados; lactonas; acetais e polímeros;
- Substâncias cromóforas (como a clorofila), carotenoides, xantofila;
- Hidrocarbonetos voláteis, álcoois, aldeídos, cetonas e ésteres de baixa massa molecular;
- Sais de cálcio, metais, silicatos e fosfatos;
- Umidade.

As etapas principais do processo do refino estão descritas abaixo:

- (1) **Degomagem:** Consiste em retirar do óleo proteínas, coloides e fosfatídeos, como a lecitina que possui valor agregado de mercado. O método de degomagem mais comum fundamenta-se na adição de 1% a 3% de água ao óleo bruto aquecido a uma faixa de temperatura de 60°C a 70°C concomitante à agitação constante por um período de 20 a 30 minutos. Quando ocorre a precipitação, estes são removidos do óleo por centrifugação a 5000 rpm – 6000 rpm. Logo, as gomas obtidas com 50% de umidade, são submetidas a um vácuo para serem secadas sob uma pressão de 100 mmHg a uma temperatura que varia entre 70°C e 80°C.
- (2) **Neutralização:** Adição de substâncias básicas, como hidróxido de sódio (NaOH) ou carbonato de sódio, para neutralizar os ácidos graxos livres e produtos oriundos da decomposição de glicerídeos.
- (3) **Branqueamento:** O óleo passa por um branqueamento parcial resultante da reação de neutralização com álcalis, porém isso não é suficiente. Para garantir um branqueamento com maior eficiência, é necessário fazer uma mistura de

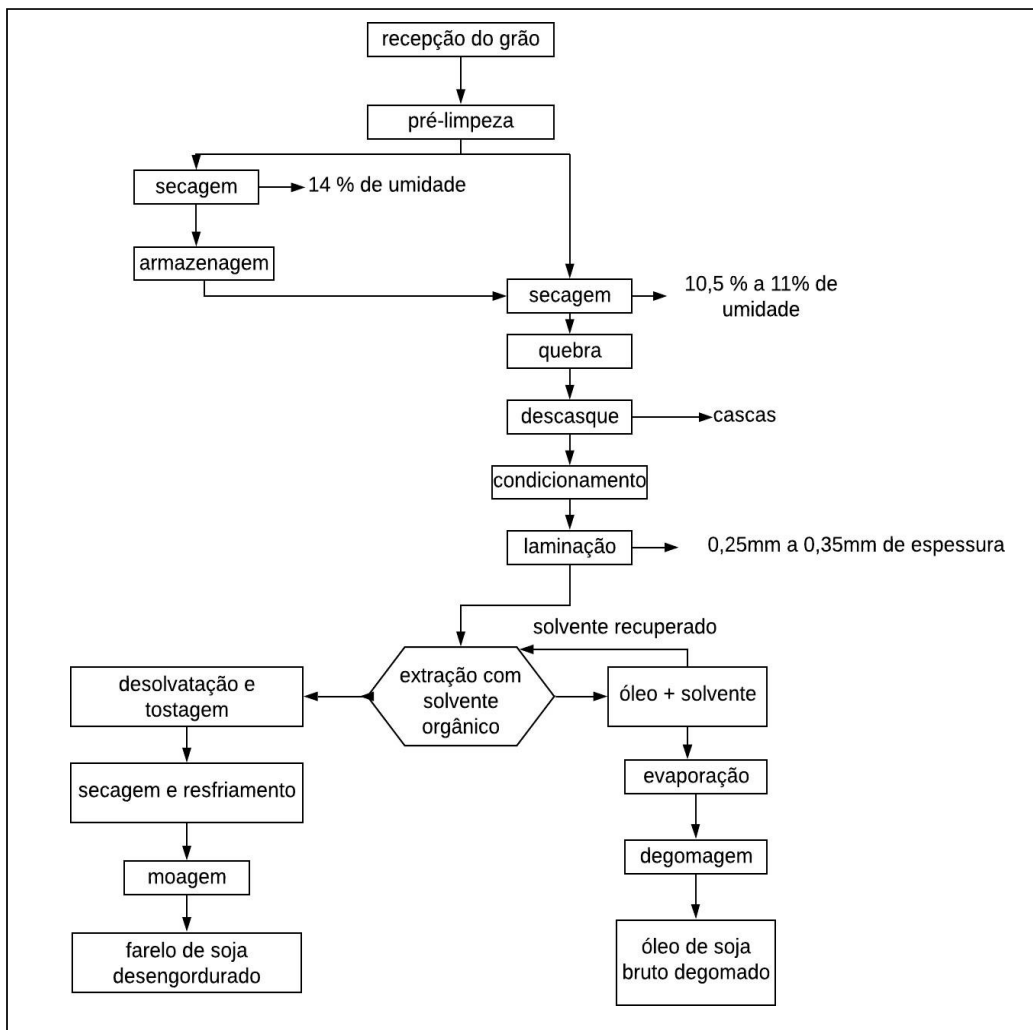
terras clarificantes, ativadas ou naturais, com carvão ativado nas proporções que variam de 10:1 p/p a 20:1 p/p de terras clarificantes para carvão ativado.

O material de terras clarificante absorve os pigmentos contidos no óleo, deixando-os quase incolores.

- (4) **Desodorização:** É a etapa final do processo de refino e consiste na retirada de substâncias que provocam odores indesejados. A desodorização pode ser feita de três formas: descontínua, semicontínua ou contínua.

A forma descontínua é realizada em um desodorizador que contém um tanque vertical com capacidade de seis a quinze mil litros. Inicialmente, a pressão na superfície do óleo é baixa, porém a mesma aumenta de forma gradual, e o tempo de desodorização ocorre em um prazo de seis a oito horas.

FIGURA 17 - EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA.



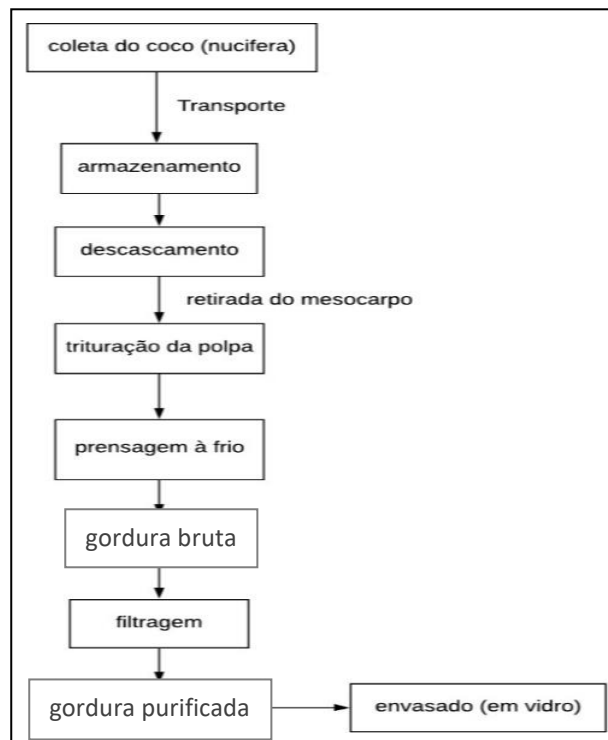
Fonte: In: MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING (2015), adaptado.

## Obtenção da Gordura de Coco Nucífera

De acordo com Gonzalez (2008), a gordura de coco é obtida na indústria de duas formas: prensagem mecânica ou extração por solvente. Abaixo encontra-se a descrição de cada uma delas.

- 1- **Extração mecânica:** após a colheita, os cocos são descascados, triturados e prensando a frio em prensas do tipo ERT 50 ou ECIRTEC. O produto é filtrado e envasado. A vantagem desse método é que o produto mantém suas características naturais. A desvantagem é que o rendimento não é tão satisfatório (PINHO, SOUZA, 2018).
- 2- **Extração por solvente:** Consiste em colocar um solvente orgânico (hexano) em contato direto com a polpa do fruto moído. Após certo tempo ocorre a formação de duas fases: a fase sólida (polpa) e a líquida (matéria graxa e solvente). Posteriormente, a gordura é separada por meio da evaporação do solvente e pôr fim a mesma é filtrada e envasada. Os solventes mais utilizados são hexano, metanol e etanol (FILIPPIS, 2001). O fluxograma abaixo representa as etapas para extração mecânica da gordura de *coco nucífera*.

FIGURA 18 - EXTRAÇÃO DA GORDURA DE COCO NUCÍFERA.



Fonte: In: MANDARINO; ROESSING (2015), adaptado.

## Capítulo 6

### **Extração Artesanal da Gordura de Coco Nucífera - Uma Proposta de Experimento para a Educação Básica**

São vários os documentos oficiais que recomendam o uso da experimentação no ensino básico. Também há vários autores que fazem proposições de experimentos, tanto para o ensino básico quanto superior, na perspectiva da utilização de reagentes menos tóxico, mais barato e de fácil acesso. Neste capítulo, encontra-se uma proposta de experimento para a educação básica, utilizando o coco nucífera, um produto barato que pode ser facilmente encontrado em feiras e mercados populares.

#### **Roteiro**

##### **Será possível extrair a gordura do coco de forma artesanal?**

Materiais:

- ✓ 4 unidades de coco
- ✓ Um liquidificador para triturar a polpa
- ✓ Um béquer
- ✓ Um pano para coar
- ✓ Uma garrafa pet de 1 L ou 600 mL

O procedimento experimental está descrito em fluxograma para facilitar a compreensão das etapas e bem como a sua reprodutibilidade em sala de aula.



**Descasque 4 unidades de coco nucifera**

Antes de transferir para o liquidificador, afira a massa (662,29g)



**Transfira para o liquidificador e bata com água na proporção 1:1 (metade água metade coco)**

Bata por 3 minutos



**Coe o material triturado**



Filtrado (leite de coco)

**Transfira o filtrado para a garrafa PET.**

**Inverta a garrafa e faça um furo para liberar os gases formados. Deixe descansar por 24 horas. Abra a tampa, descarte a fase líquida. A fase orgânica pode ser retirada cortando a garrafa com uma tesoura.**



**Após retirar a fase orgânica da garrafa pressione a mesma para retirar o máximo de água possível.**



Aqueça a massa por 20 minutos para retirar o excesso de água



**Coe novamente e deixe descansar. Afira a massa para calcular o rendimento (67,04 g)**



3 h



Gordura de coco cristalizada



Depois da extração da gordura de coco, o professor poderá discutir com os alunos: aspectos históricos relacionados ao coqueiro; composição da gordura de coco; propriedades físico-químicas dos ácidos graxos.

### Um Pouco da História...

FIGURA 19 – COQUEIRO E SEU FRUTO.



Fonte: Wikipedia.<sup>5</sup>

O coqueiro *Nucífera* é originário do Sudeste asiático, sendo muito cultivado há séculos pela Indonésia, Tailândia, Índia, África, América Latina e Central incluindo as regiões do Caribe.

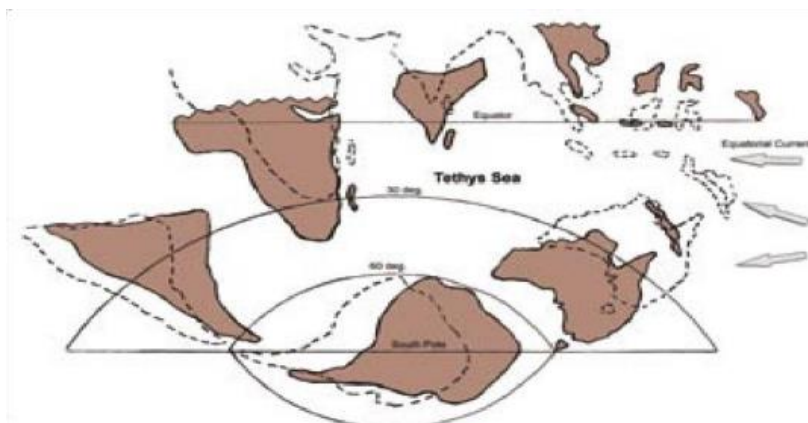
Sobre o espalhamento dessa cultura pelo mundo, existem duas hipóteses, a primeira é que ela se espalhou com o rompimento das placas tectônicas há cerca de milhões de anos atrás quando o planeta era formando por apenas um continente.

A segunda é que o fruto tenha caído em correntes marítimas oriundas de países da Ásia e, certo tempo depois, este fruto chegou à costa de outros países, podendo germinar e crescer, assim formou-se as florestas nativas do coqueiro. Dessa forma, acredita-se que o coqueiro se naturalizou em muitas partes do mundo.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Coqueiro#/media/Ficheiro:Cocos\\_nucifera\\_-\\_K%C3%B6hler%E2%80%93s\\_Medizinal-Pflanzen-187.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Coqueiro#/media/Ficheiro:Cocos_nucifera_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-187.jpg)>. Acesso em 05 de outubro de 2020.

FIGURA 20 - POSSÍVEL ESPALHAMENTO DO COQUEIRO POR TODOS OS CONTINENTES HÁ MILHÕES DE ANOS COM O ROMPIMENTO DAS PLACAS TECTÔNICAS.



Fonte: (In: Australian Centre for International Agricultural, 2003).

Embora o fruto do coqueiro já fosse conhecido há séculos e já fosse consumido como um alimento, o processamento industrial para a produção da gordura de coco surgiu somente no século XIX, mais precisamente há 170 anos, tendo investimentos cada vez maiores para atender a demanda por fabricação de sabão e iluminação. Neste período, as Filipinas, que foram colonizadas pelos Estados Unidos, produziram por muito tempo grandes volumes de gordura para atender a demanda deste país. Essa produção só terminou em 1941 com a invasão japonesa no território das Filipinas.

Nesta mesma época, a Europa também enfrentava uma grande demanda por produção de sabão, tendo em vista que as gorduras animais e o óleo de baleia extraído naquela época não eram capazes de suprir toda essa demanda. Dessa forma, a Europa também importou grandes quantidades da gordura de coco da Malásia, Indonésia, Austrália e de algumas colônias do Caribe. E além de importar, a Europa também financiava, nesses países, grandes plantações de coqueiro com o intuito de aumentar as áreas plantadas, e assim, aumentar a produção da gordura de coco. Este financiamento durou até a primeira guerra mundial (1914 - 1918). Um fato que motivava tanto os Estados Unidos quanto a Europa a importar a gordura de coco para a fabricação do sabão, era o cheiro agradável dessa gordura, que ao contrário do óleo de baleia que possui um odor muito desagradável, que de certa forma, o tornava impróprio para a produção do sabão.

Embora fosse comum naquela época a caça e pesca de baleia para obtenção do óleo, vale ressaltar que desde 1986 a Organização Mundial das Baleias reprime fortemente a caça e pesca desses animais, no entanto essa prática ainda persiste em certos países.

## Aspectos que o Professor Pode Discutir com os Alunos:

TABELA 2 - FENÔMENOS A SEREM ABORDADOS A PARTIR DA EXTRAÇÃO DA GORDURA DE COCO.

Observação macroscópica	Propriedade físico-química envolvida	Conteúdos químicos relacionados
Solidificação do material graxo extraído;	Ponto de fusão	Processos físicos; cadeias carbônicas; interações intermoleculares.
Gordura de coco no fundo do recipiente e óleo de soja/milho ou girassol na parte superior;	Densidade	Processos físicos; cadeias carbônicas (saturadas e insaturadas).
Odor agradável da gordura de coco;	Pressão de vapor	Polaridade; baixo peso molecular das cadeias carbônicas.
Resistência do material graxo em escoar sobre uma superfície;	Viscosidade	Natureza das ligações; simples e duplas.
Sabão;	Polaridade	Sais de moléculas orgânicas; regiões apolar e polar.

TABELA 3 - INTERFACE CTS.

Evento	Descrição
a) História do coqueiro;	Espalhamento desta cultura por todos os continentes; substituição do óleo de baleia pela gordura de coco na produção de sabão.
b) Descarte inadequado de óleos e gorduras no meio ambiente;	Poluição dos rios e lagos, entupimento da rede de esgoto; encarecimento do tratamento de água.
c) Importância da preservação das florestas nativas do coqueiro;	Garantia de alimento para pássaros e outros animais silvestres e para o próprio ser humano; importância do consumo e manejo consciente dessas floretas.
d) Gordura saturada;	Efeitos na saúde humana.

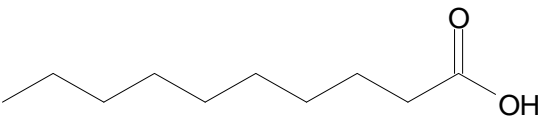
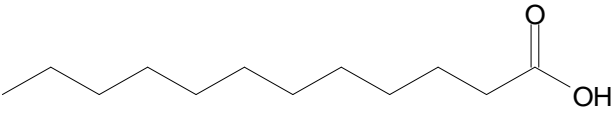
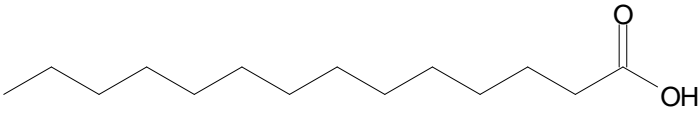
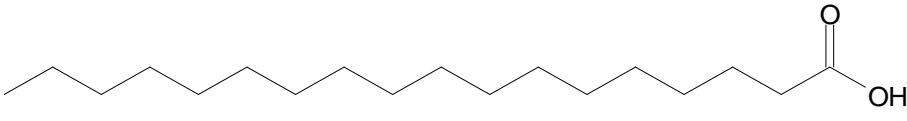
Considerando a temática extração da gordura do coco, algumas das questões que podem mediar a discussão durante o experimento são:

- 1) Ao extrair o material graxo do coco, é observado que o mesmo se solidifica com o passar do tempo, por que isso acontece?
- 2) Por que o mesmo não acontece com o óleo de soja e milho?
- 3) Existe diferença entre gordura e óleo?

Após essas observações macroscópica, e para que os alunos consigam responder todos esses questionamentos, o professor deverá fazer um estudo a nível atômico/molecular dos principais constituintes da gordura de coco e, posteriormente, analisar a constituição básica do óleo de soja e milho também ao nível atômico/molecular. Isto ajudará os alunos a fazerem reflexões e formularem hipóteses.

A gordura de coco é constituída principalmente por ácidos graxos saturados, tais como cáprico, caprílico, mirístico, palmítico, esteárico e láurico, sendo esse último encontrado em maior proporção. A gordura possui também em menor quantidade ácidos graxos insaturados, tais como, oleico e linoleico. Ceras e carotenoides também fazem parte desta constituição. A seguir, temos as estruturas orgânicas dos principais ácidos graxos saturados encontrados na gordura de coco.

TABELA 4 – PRINCIPAIS ÁCIDOS ENCONTRADOS NA GORDURA DE COCO.

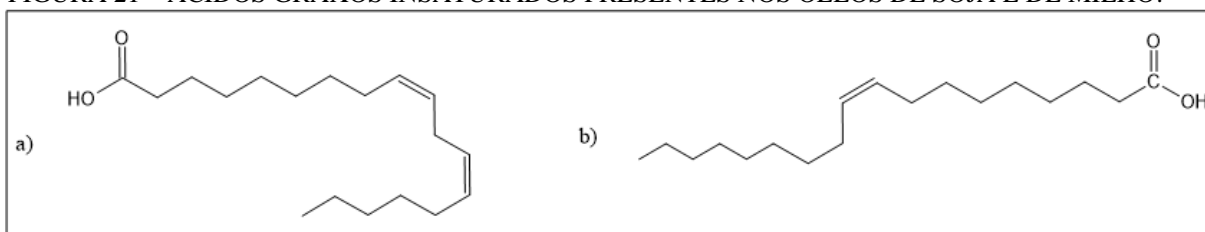
Substância	Estrutura molecular
Ácido cáprico	
Ácido láurico	
Ácido palmítico	
Ácido esteárico	

Fonte: O autor. ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

Observando as moléculas acima, percebe-se que todas possuem apenas ligações simples entre os carbonos. Isto torna essas moléculas mais simétricas espacialmente, favorecendo a interação do tipo *dipolo-induzido*, o que permite um melhor empacotamento dessas moléculas e um maior estado de agregação. Tais características explicam o estado sólido da gordura de coco à temperatura ambiente.

Já os óleos de soja e milho, são ricos em ácidos graxos insaturados, conforme a Figura 21. O percentual destes chegam a cerca de 85% da composição total.

FIGURA 21 – ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS PRESENTES NOS ÓLEOS DE SOJA E DE MILHO.



a) Ácido linoléico; b) Ácido oleico.

Fonte: O autor. ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

Como podem ser observadas acima, essas moléculas possuem curvaturas devido à presença da instauração (ligação dupla). A consequência disso é a quebra da simetria espacial dessas moléculas, dificultando o seu empacotamento, diminuindo o seu estado de agregação e resultando no estado líquido do material à temperatura ambiente. Isso já responde em parte as perguntas 1 e 2, pois gorduras são sólidas à temperatura ambiente devido ao melhor empacotamento das cadeias carbônicas, enquanto os óleos são líquidos, devido ao empacotamento não ser tão efetivo quando há presença de instaurações na cadeia carbônica. O professor pode também reforçar essa diferença citado a RDC N° 270 de 2005 da ANVISA.

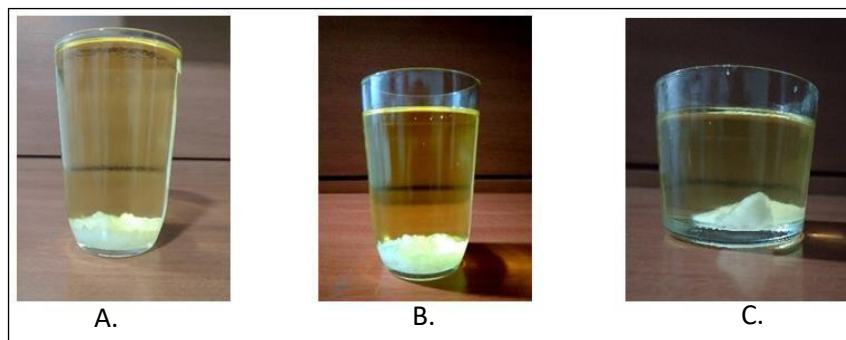
O professor deve ressaltar aos alunos que cada tipo de gordura ou óleo é constituído por variados ácidos graxos, como exemplo, a própria gordura de coco extraída neste experimento, pois esta apresenta pelo menos oito tipos de ácidos graxos diferentes.

É importante que o professor comente sobre a ideia errônea disseminada na sociedade de que gorduras são oriundas de animais e óleos são extraídos de vegetais. Isso é um erro, pois a própria gordura extraída neste experimento é de origem vegetal e temos o exemplo da gordura

de pequi que também é de origem vegetal. Além disso também existem peixes que produzem óleos, como o óleo de fígado de bacalhau.

- 4) Uma segunda propriedade que pode ser explorada pelo professor está ilustrada na figura a seguir:

FIGURA 22 – GORDURA DE COCO EM CONTATO COM DIFERENTES ÓLEOS.



A. Gordura de coco + Óleo de Soja; B. Gordura de coco + Óleo de Milho;  
C. Gordura de coco + Óleo de Girassol.

Fonte: O autor.

A partir da Figura, pode-se observar que a gordura de coco está presente em todos os copos, sendo o que varia, é o tipo de óleo. Mas por que a gordura fica sempre concentrada no fundo dos copos?

Este evento é justificado pela densidade dos ácidos graxos, pois na temperatura ambiente, ácidos graxos saturados possuem maior densidade do que os ácidos graxos insaturados. E, como já discutido anteriormente, a gordura de coco é rica em ácidos graxos saturados, enquanto os três óleos citados são ricos em ácidos graxos insaturados, logo a gordura por ser mais densa que os óleos, se concentra no fundo do copo.

Esta mesma afirmação é válida para a viscosidade e o ponto de fusão, ou seja, ácidos graxos saturados tendem a ter maior viscosidade e ponto de fusão, quando comparados aos ácidos graxos insaturados. O professor pode discutir com os alunos todos esses conceitos após a observação das três figuras acima. É importante que o professor identifique durante todo o experimento as concepções prévias dos alunos, assim ele poderá complementar ou corrigi-las quando necessário.

- 5) Como exposto na história do coqueiro, os Estados Unidos e a Europa importaram no século XIX grandes quantidades de gordura de coco dos países asiáticos para a fabricação de sabão, uma vez que as gorduras animais não eram suficientes

para atender toda a demanda, e também pelo fato da gordura de coco possuir um cheiro muito agradável. Mas por que a gordura de coco é tão cheirosa?

O cheiro agradável da gordura de coco é justificado em grande parte pelo ácido láurico, principal constituinte da gordura de coco. Esse ácido possui baixo peso molecular (12 carbonos na estrutura) e pouca polaridade entre as ligações, isso permite com que o mesmo seja volátil (alta pressão de vapor) à temperatura ambiente.

Nesta etapa o professor poderá distribuir aos alunos amostras da gordura de coco para que os mesmos possam sentir o cheiro e, a partir disso, refletirem sobre a pergunta proposta.

6) Qual é o princípio da reação de saponificação?

Sabões são sais de moléculas orgânicas, que apresentam uma parte apolar e outra polar.

Neste caso, é importante que o professor desenhe no quadro algumas dessas estruturas e identifique nessas estruturas as regiões apolar e polar.

7) A gordura saturada e suas implicações na saúde.

A gordura saturada tem sido pauta de muita discussão em todo o mundo, principalmente quando o assunto é saúde humana. Dentro dessas discussões, a gordura de coco aparece de forma bastante polêmica, justamente por ser rica em ácidos graxos saturados. Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), os efeitos da gordura saturada no organismo humano ainda são controversos, no entanto, reconhece a sua importância no metabolismo, principalmente no processo de divisão celular. Porém, alerta que este tipo de gordura não deve ser consumido em grandes quantidades, pois a mesma pode se acumular nos vasos sanguíneos formando placas de gorduras, o que favorece o desenvolvimento de doenças como, hipertensão, problemas cardíacos e acidentes vasculares cerebral.

Essa é uma discussão que o professor pode levantar durante a realização do experimento.

8) Até quanto tempo é recomendado o consumo de uma gordura ou óleo?

Caso o consumo seja destinado para a alimentação, é recomendado que seja consumido em até um ano no máximo. Passado este tempo, tanto a gordura como o óleo já sofreram reações de oxidação ao ponto de comprometer o seu teor nutricional, e em certos casos pode haver até a formação de substâncias tóxicas, como hidroperóxidos e peróxidos.

Caso o consumo seja para fabricação de sabão, ou para outros fins, como por exemplo, a produção de biocombustíveis, tanto a gordura como o óleo podem ser utilizadas tranquilamente após um ano.

É importante que o professor destaque que os óleos e as gorduras não podem ser descartados na pia, pois isso pode entupir a rede de esgoto e ainda dificultar o tratamento da água nas estações de tratamento de esgoto, tornando o processo mais caro.

O correto é guardar o óleo ou gordura em um recipiente e depois este poderá ser usado para fabricação de sabão ou destinado a empresas que produzem biocombustíveis a partir da reciclagem de óleos e gorduras vegetais.

9) Neste experimento de extração artesanal, qual foi o rendimento?

A massa pesada antes da extração foi de 662,29 g e ao final da extração foi obtido 67,04 g de gordura de coco. Logo:

662,29 g de polpa de coco ----- 100%

67,04 g de gordura ----- X

Rendimento = 10 %

Embora o rendimento aparente ser baixo, devemos lembrar que as 67,04 g de gordura de coco foram extraídas apenas do leite de coco, cerca 2L aproximadamente. Logo, é um rendimento relativamente bom.

Caso a escola não disponha de uma balança, o rendimento poderá ser feito por volume ao invés de massa.

Quanto à chapa de aquecimento, esta pode ser substituída por um mini fogão de duas bocas, encontrado em lojas de eletrodomésticos, ou então o leite de coco pode ser colocado ao sol para até que o excesso de água seja evaporado, restando ao final a gordura de coco.

## **Implicações do Coqueiro na Sociedade e suas Relações com o Meio Ambiente**



A gordura de coco ainda é bastante consumida nos países da Ásia. Em certos lugares desse continente, essa gordura chega a representar cerca de 80 % de toda gordura consumida (LIPOETO et al., 2004). Além de ser usada para fritura ou para o cozimento de alimentos, ela é incorporada na fabricação de cosméticos, como cremes, hidratantes para a pele e cabelo, e utilizada também na fabricação de bolos, tortas, sorvetes, biscoitos, chocolate e outros produtos. Do fruto também é extraído o leite de coco, muito utilizado pela indústria de alimentos. A polpa é usada para a fabricação de coco ralado e a fibra derivada do mesocarpo é bem aproveitada para confecção de tapetes e para a produção de fertilizantes (FONTENELE, 2005).

No Brasil, o coco é bem popular e muito consumido em todo o território brasileiro, sendo a sua água um dos produtos mais apreciados pelo povo brasileiro, principalmente nas estações mais quente do ano. De modo geral, a cadeia produtiva do coqueiro é importante em todo o mundo, pois a mesma gera renda e trabalho para muitas famílias, tanto para aquelas que vivem no campo trabalhando diretamente no cultivo e na colheita, quanto para as que vivem em centros urbanos e tendo o fruto ou derivados deste, como forma de trabalho e sustento de suas famílias.

FIGURA 23 - DESCARREGAMENTO DE COQUEIRO PRÓXIMO AO CEASA EM BRASÍLIA – DF.



Fonte: O autor.

O coqueiro é importante não apenas para a sociedade, mas também para uma série de pássaros, como araras, papagaio, tucanos e outros animais que se alimentam do fruto. Os troncos das árvores do coqueiro quando secos funcionam como abrigo para pássaros fazerem seus ninhos em determinadas estações do ano. Por isso, destacamos aqui a importância da preservação das florestas nativas do coqueiro bem como o seu consumo consciente ou sustentável para garantir a permanência desse bioma tão importante para o planeta.

FIGURA 24 - ARARA CANINDÉ QUEBRA COCO NUCIFERA NO PONTO IDEAL PARA BEBER O "NUTRITIVO" LÍQUIDO.



Fonte: Foto: Vinicius Santana - Crédito: Campo Grande News.

FIGURA 25 - ARARAS NO NINHO; TRONCO DE COQUEIRO SECO – FOTO DE PRAÇA DAS ARARAS, CAMPO GRANDE.



Fonte: Site TripAdvisor.<sup>6</sup>

Todos os temas e perguntas propostos neste capítulo podem ser trabalhados com os alunos em duas ou três aulas, ou conforme a necessidade de cada turma. Como forma de avaliação, o professor poderá pedir aos alunos para que escrevam em uma folha os aspectos que acharam interessante a respeito dos tópicos abordados no experimento, desde a história até a constituição química da gordura de coco. Isso serviria de feedback para o professor avaliar o aprendizado dos alunos, e assim poder seguir adiante, ou retornar em algum tópico ou conceito que não ficou claro para os alunos.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <[https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g303369-d2349772-i142100425-Araras\\_Square-Campo\\_Grande\\_State\\_of\\_Mato\\_Grosso\\_do\\_Sul.html](https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g303369-d2349772-i142100425-Araras_Square-Campo_Grande_State_of_Mato_Grosso_do_Sul.html)> Acesso em 25 de outubro de 2020.

## Capítulo 7

### Metodologia

Neste trabalho foi feito um estudo bibliográfico da história e dos métodos de obtenção dos seguintes óleos: soja, azeite de oliva e da gordura de coco (*Cocos nucifera*).

O estudo da história foi fundamentado em livros relacionados à popularização da ciência, como por exemplo, *Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*, obra que traz uma interessante descrição sobre a história do azeite de oliva e suas aplicações na Grécia antiga. O estudo da história da gordura de coco foi feito através de artigos científicos disponíveis na plataforma Google Acadêmico e no portal de periódicos da CAPES.

Quanto aos métodos de obtenção desses óleos e gordura pela indústria, boa parte da pesquisa foi feita em manuais técnicos, produzidos e disponibilizados de forma gratuita pela EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Os capítulos referentes à inserção da História da Ciência e Experimentação no Ensino de Ciências foram construídos apoiando-se em artigos e livros que tratam dessa temática.

A obtenção da gordura de coco foi feita pela técnica de extração líquido-sólido. Neste processo, a polpa do coco foi triturada usando um liquidificador e, posteriormente, o líquido foi filtrado em uma garrafa pet e colocado para decantar. Após certo tempo, cerca de 12 a 24h, a fase orgânica contendo a gordura (produto de interesse) separa-se da fase aquosa e por ser menos densa que a água, a mesma se concentra na parte superior da garrafa, possibilitando assim a sua obtenção.

Quanto as moléculas, boa parte foram construídas por meio do programa ChemSketch, version 2020.2.1.

## Considerações finais

Óleos e gorduras são constituídos em grande parte por uma diversidade de ácidos graxos que majoritariamente se encontram na forma combinada. Essa diversidade de ácidos graxos possibilita uma gama de propriedades físico-químicas que são exploradas principalmente na indústria de alimentos e de biocombustíveis.

Essa gama de propriedades também pode ser explorada na educação básica por meio de uma série de experimentos utilizando materiais simples, de baixo custo e de fácil acesso, contribuindo assim para melhoria do ensino de ciências. É válido ressaltar que embora os óleos e gorduras sejam produtos bem populares extraídos há milênios, esse assunto ainda é pouco explorado no ensino de ciências, o que reforça a importância da proposição de mais experimentos envolvendo óleos e gorduras.

Neste trabalho foi proposto apenas um tipo de experimento, no entanto, podem ser feitos vários outros, como por exemplo, o estudo da viscosidade dos óleos usando um viscosímetro. Com apenas uma lâmpada ultravioleta pode-se estudar a fluorescência de óleos e gorduras vegetais. Experimentos para obtenção de outros tipos de óleos por meio da destilação ou mesmo por extração artesanal também podem ser feitos.

Através do óleo ou gordura extraída é possível elaborar aulas destinadas à fabricação de sabão, enfim, várias são as possibilidades de se estudar as propriedades dos óleos e gorduras por meio da experimentação na educação básica. Além disso, é preciso que as atividades experimentais ultrapassem as fronteiras dos laboratórios e das salas ambientes, fazendo-se, por exemplo, as visitas planejadas em indústrias de óleos e gorduras.

## Apêndice

### Polimorfismo

Polimorfismo é a existência de diferentes formas cristalinas, no entanto, com os mesmos tipos de átomos ou moléculas (DUTROW; KLEIN, 2012).

Nas gorduras, o polimorfismo ocorre de forma espontânea uma vez que elas são sólidas à temperatura ambiente. Quanto aos óleos que são líquidos a 25°C, o polimorfismo pode ocorrer, no entanto de forma forçada, a partir do resfriamento da matéria graxa para que assim a mesma assuma o estado cristalino.

Quanto ao tamanho dos cristais formados, é comum que estes atinjam dimensões entre 0,1 e 5  $\mu\text{m}$ , no entanto de forma mais esporádica, podem ocorrer cristais com dimensões maiores, entre 50 e 100  $\mu\text{m}$ . É válido ressaltar que o que determina o tamanho dos cristais são os tipos de lipídeos e as condições de formação durante o processo de nucleação e crescimento dos cristais (JORGE, 2009).

As formas cristalinas mais comuns são de três tipos, a saber:  $\alpha$  (Hexagonal),  $\beta'$  (Ortorrômbica) e  $\beta$  (Triclínico). Essas estruturas possuem diferentes formas de empacotamento, o que permite que cada uma delas tenham pontos de fusão e densidades diferentes. As forças de coesão que mantem esses cristais, são do tipo Van der Waals.

A identificação e o estudo dessas estruturas cristalinas geralmente são feitas pela técnica de Espectroscopia no Infravermelho, como mostra a tabela abaixo.

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS POLIMÓRFICAS DOS TRIACILGLICERÓIS

<b>Características</b>	<b>Forma <math>\alpha</math></b>	<b>Forma <math>\beta'</math></b>	<b>Forma <math>\beta</math></b>
Empacotamento do cristal	Hexagonal	Ortorrômico	Triclínico
Espectro infravermelho ( $\text{cm}^{-1}$ )	720	727 e 719	717
Densidade	Menos densa	Intermediária	Mais densa
Ponto de Fusão	Menor	Intermediário	Maior

Fonte: JORGE (2009), adaptada.

Das três formas a  $\beta$  é a mais estável, sendo típica da gordura de coco nucífera e da gordura de dendê. Quanto aos óleos: azeite de oliva, milho, algodão, girassol e amendoim, quando cristalizados de forma forçada, também assumem forma  $\beta$ . Embora essa forma seja a mais estável, ela pode se converter em outras menos estáveis.

É comum na indústria a mistura de um óleo com uma determinada gordura em proporções variadas, isso possibilita alterações no polimorfismo resultado em estruturas cristalinas mais ou menos estáveis.

O estudo do polimorfismo no contexto industrial se torna importante, pois a conservação de óleos e gorduras podem ser influenciadas por essas formas cristalinas.

## **As cores**

Cada óleo e gordura possui uma cor característica que é dada em função de seus constituintes. No entanto, de modo geral, a cor de um determinado material é decorrente dos comprimentos de onda que este é capaz de absorver e emitir. Essa absorção deve acontecer dentro da faixa do ultravioleta e visível (UV-Vis) do espectro eletromagnético (Figura 27) que compreende a faixa de 190 nm a 780 nm (BRAGA; FRANÇA; SAMPAIO, 2007) (CONSTANINO, 2005).

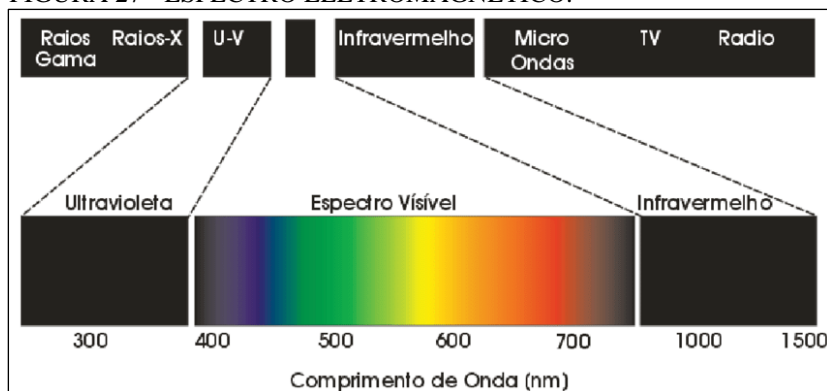
FIGURA 26 - CORES DOS ÓLEOS.



Fonte: O autor, adaptado (Google Imagens).

O espectro eletromagnético abrange uma faixa extensa de energia que variam de  $10^{19}$  Hz (raios gama) a  $10^3$  Hz (ondas de rádio), sendo que a energia neste contexto são ondas eletromagnéticas que podem ser quantizadas multiplicando a frequência pela constante de Planck (MARTINS, SUCUPIRA, SUAREZ, 2015). A parte visível do espectro, a qual nosso olho é capaz de perceber e interpretar como cor, é uma ínfima parte do total, e as demais regiões se diferem da luz visível somente na quantidade de energia (SKOOG et al., 2006).

FIGURA 27 - ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.



Fonte: Site ResearchGate.<sup>7</sup>

Pelo espectro é possível notar que cada cor está associada a uma faixa de comprimento de onda. Analisando a região do visível, a faixa do ultravioleta é mais energética (menor comprimento de onda) e a vermelha menos energética (maior comprimento de onda).

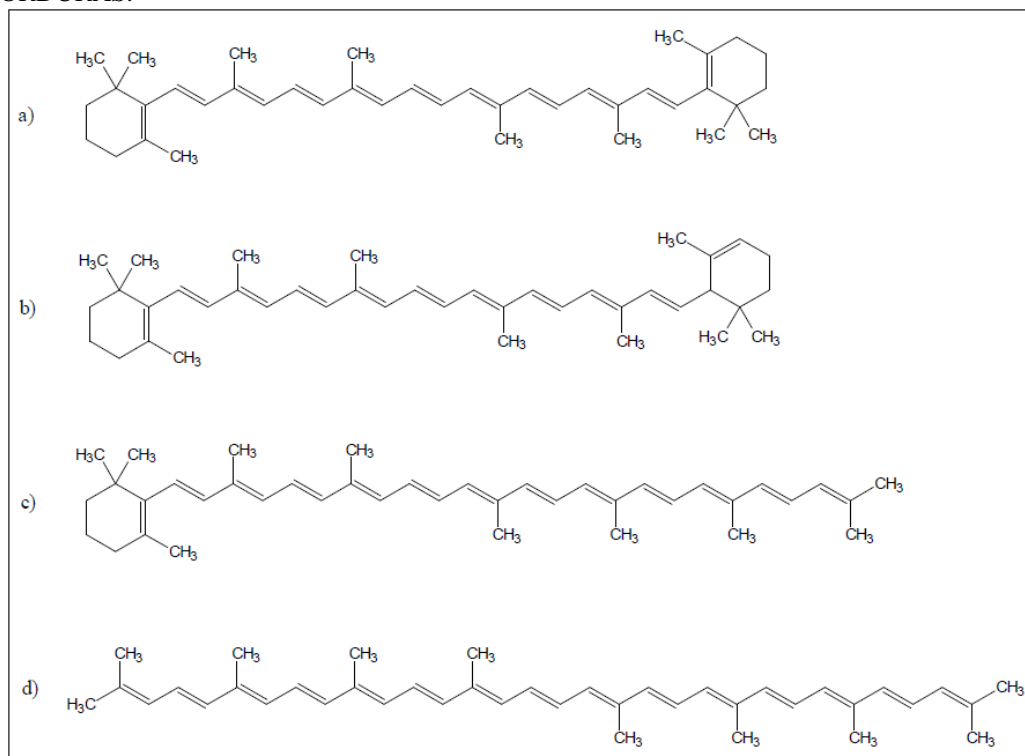
<sup>7</sup> Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Espectro-das-cores-da-luz-visivel-arco-iris-de-Maxwell\\_fig1\\_285588834](https://www.researchgate.net/figure/Espectro-das-cores-da-luz-visivel-arco-iris-de-Maxwell_fig1_285588834)>. Acesso em 22 de agosto de 2020.

As absorções na região do UV-Vis promovem transições dos elétrons situados em orbitais de mais baixa energia para orbitais de mais alta energia ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) ( $n \rightarrow \pi^*$ ). No entanto esses elétrons não permanecem por muito tempo nos orbitais de maior energia e, logo, retornam para os orbitais de mais baixa energia emitindo parte da energia absorvida na forma de fótons, assim é gerado o fenômeno das cores (PAVIA, et al., 2010). Esses orbitais estão presentes em átomos, moléculas e íons. Transições eletrônicas do tipo ( $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ) são muito energéticas e não ocorrem com frequência na faixa do UV-Vis. Em moléculas com elevado número de instaurações, essas transições são favorecidas, devido à diminuição da energia desses orbitais, facilitando as transições e resultando em substâncias coloridas (MCMURRY, 1997).

Os ácidos graxos por serem moléculas com poucas instaurações, não absorvem tanto na região do UV-Vis, o que gera pouca contribuição para coloração (SUAREZ, RAMALHO, 2013). As cores em óleos e gorduras são originadas em grande parte por pigmentos com elevado número de instaurações, como as moléculas pertencentes à família dos carotenoides e a clorofila do tipo A e B. Os carotenoides são solúveis em óleos e gorduras e insolúveis em água. É comum encontrar quatro tipos de caroteno em óleos e gorduras: o  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno e o licopeno. Essas moléculas são responsáveis pelas cores amareladas e avermelhadas dos óleos e gorduras. A Figura a seguir ilustra a estrutura de algumas dessas moléculas:



FIGURA 28 - ESTRUTURA QUÍMICA DOS PRINCIPAIS CAROTENOIDES ENCONTRADOS EM ÓLEOS E GORDURAS.

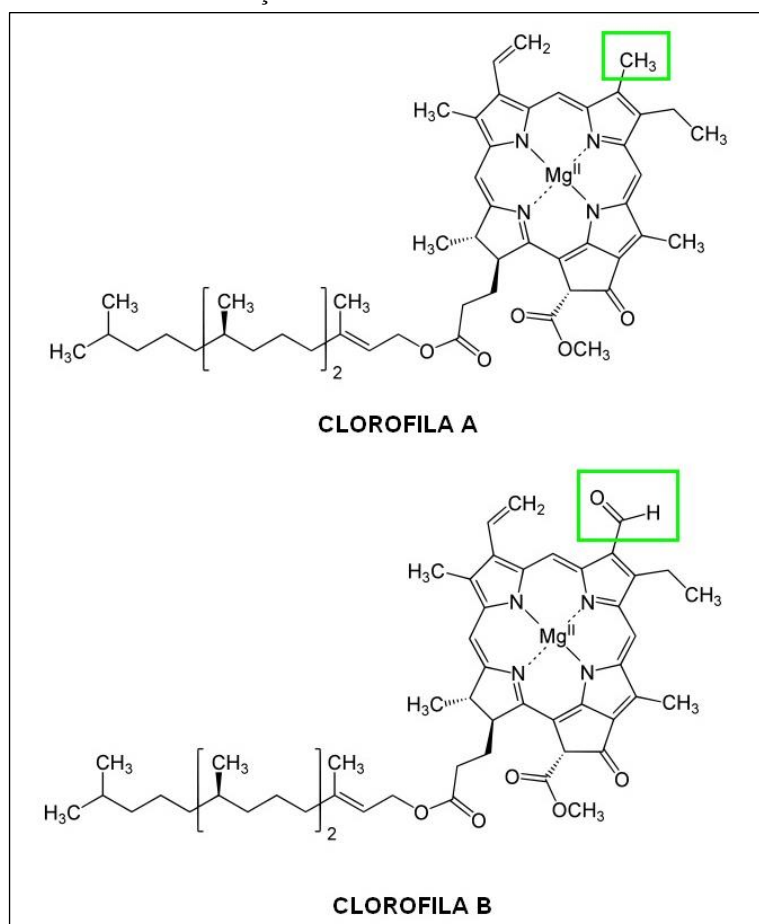


a)  $\beta$ -caroteno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>); b)  $\alpha$ -caroteno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>); c)  $\gamma$ -caroteno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>); d) Licopeno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>).

Fonte: JORGE (2009), adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

A clorofila é o pigmento responsável pela cor verde dos óleos vegetais como no azeite de oliva que apresenta uma cor verde com tons dourados. Este pigmento também é lipossolúvel devido aos grupos orgânicos ligados ao magnésio situado ao centro da molécula (Figura 29). De acordo com as normas da IUPAC, o magnésio é classificado como um metal de transição possuindo orbitais d, e tais orbitais possuem pequena diferença de energia, o que possibilita transições eletrônicas, favorecendo a formação de cores.

FIGURA 29 – DIFERENÇA ENTRE AS MOLÉCULAS DE CLOROFILA A E B.



Fonte: Site descobrindo a ciência.<sup>8</sup>

No caso do azeite de oliva a cor verde/dourada é bem atrativa e aceita pelos consumidores, no entanto em outros óleos, a clorofila é retirada durante o processo de refino. Essa retirada é feita usando argila ou carvão ativado pelo método de adsorção. A justificativa, é que a presença de clorofila em óleos vegetais favorece uma série de reações de oxidação que, por consequência, tende a danificar o óleo.

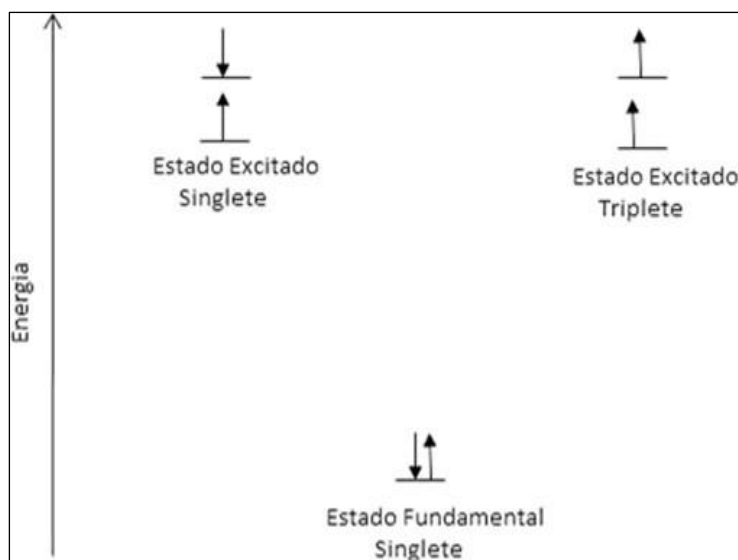
## Fluorescência e Fosforescência

<sup>8</sup> Disponível em: <<http://descobrindociencia.blogspot.com/2012/10/origem-das-plantas-terrestres.html>>. Acesso em 12 de setembro de 2020.

Existem na natureza substâncias que além de refletir a energia absorvida passam também a emitir luz por diferentes mecanismos, as quais são denominadas de luminescentes. De modo geral estes mecanismos podem ser justificados pela forma *singlete excitado* e *tripleto excitado* conforme a Figura 30. A fluorescência é favorecida em moléculas rígidas, como as que contêm anéis aromáticos ou aquelas moléculas com elevado número de ligações duplas altamente conjugadas.

A eficiência das substâncias fluorescentes geralmente é mensurada pelo rendimento quântico ( $\Phi_F$ ), que na prática é a razão entre o número de moléculas que fluorescem com o número total de moléculas excitadas (SKOOG et al., 2006). Dessa forma todas as moléculas possuem certo potencial para fluorescência, no entanto, aquelas que não apresentam essa propriedade deve - se ao rendimento quântico ser próximo de zero.

FIGURA 30 - MECANISMO DE EXCITAÇÃO: FLUORESCÊNCIA E FOSFORESCÊNCIA.



Fonte: (In: MARTINS; SUCUPIRA; SUAREZ, 2015).

A fluorescência ocorre em um prazo mais rápido, cerca de  $10^{-5}$  s, enquanto a fosforescência pode permanecer por mais tempo, se estendendo por minutos ou até mesmo por horas (SKOOG et al., 2006).

Em óleos e gorduras essa propriedade pode aparecer como no caso do azeite de oliva que ao ser exposto a uma luz ultravioleta emite luz fluorescente de cor rosa conforme a figura abaixo.

FIGURA 31 - FLUORESCÊNCIA DO AZEITE DE OLIVA.



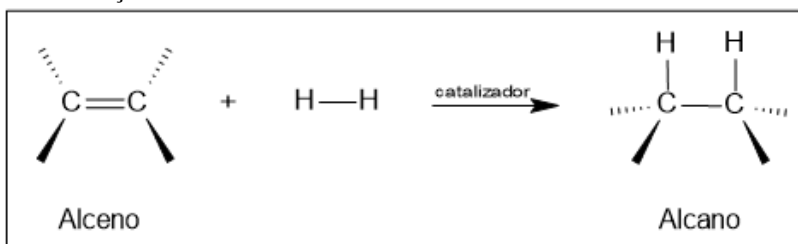
Fonte: O autor.

## Hidrogenação

A reação de hidrogenação é um processo que busca a eliminação das instaurações presentes em grupos funcionais como alcenos, compostos carboxílicos e ácidos graxos e seus derivados.

Na indústria essa eliminação é feita com a inserção de átomos de hidrogênio nas ligações duplas por meio de um catalisador. As fontes de hidrogênio mais comum são o próprio hidrogênio na sua forma molecular ( $H_2$ ) ou o Boridreto de Sódio ( $NaBH_4$ ), uma base forte (PINHO; SUAREZ, 2013). A Figura 32 representa o esquema dessa reação:

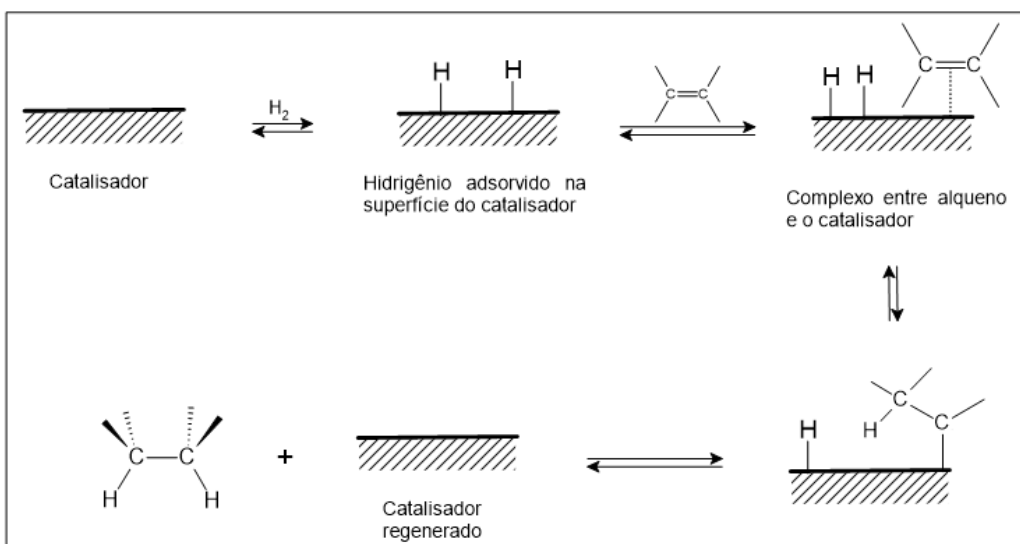
FIGURA 32 - HIDROGENAÇÃO DE UMA LIGAÇÃO C=C NA PRESENÇA DE UM CATALISADOR.



Fonte: In: Adaptado de MCMURRY, 1997, p. 225. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

De acordo com Rodrigues (2014), nesse tipo de reação são utilizados catalisadores de platina, paládio e níquel. Destes três, o níquel é o mais utilizado por ser mais barato. A particularidade dessa reação é que a mesma não é feita em uma solução líquida como na maioria das reações. Neste caso, o hidrogênio fica adsorvido na superfície do níquel finamente dividido. Este processo promove a quebra parcial da ligação dupla (C=C) e da ligação (H-H) formando um complexo organometálico instável, posteriormente cada um dos átomos de hidrogênio é ligado efetivamente a cada átomo de carbono e, ao final, o catalisador é regenerado. A Figura 33 representa o mecanismo dessa reação (MCMURRY, 1997; SOLOMONS; FRYHLE, 2001).

FIGURA 33 - MECANISMO DE HIDROGENAÇÃO DE ALCENOS. A REAÇÃO OCORRE SOBRE A SUPERFÍCIE DO CATALISADOR.



Fonte: (In: MCMURRY, 1997, p. 226). Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Do ponto de vista tecnológico a hidrogenação é feita com o intuito de melhorar a estabilidade dos óleos, prolongando a sua durabilidade ou para converter óleos vegetais em gorduras. A diferenciação entre estes dois processos está no grau de hidrogenação. Quando o

objetivo é tornar um óleo mais estável de modo que o mesmo não sofra reações secundárias, é feito uma hidrogenação parcial deste óleo de modo que sua viscosidade não seja comprometida. Quando o objetivo é a produção de gorduras para fabricação de bolos, tortas, biscoitos, sorvetes e outros, a hidrogenação da matéria graxa é quase que completa (PINHO; SUAREZ, 2013) (RODRIGUES, 2014).

Um exemplo bastante popular desse processo é a margarina obtida a partir do processamento do óleo de soja que, apesar desses dois produtos possuírem a mesma origem, são completamente diferentes, um é líquido e o outro sólido, isso só é possível devido aos diferentes graus de hidrogenação. A Figura 34 ilustra este exemplo.

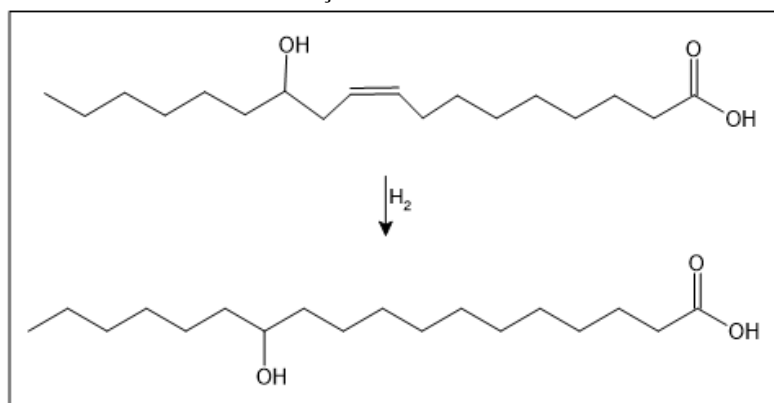
FIGURA 34 - ÓLEO COMESTÍVEL E MARGARINA OBTIDOS A PARTIR DO PROCESSAMENTO DO ÓLEO DE SOJA.



Fonte: Foto: Paulo Suarez.

Outro exemplo de hidrogenação de óleos vegetais bastante comuns ocorre na indústria rinoquímica que tem como matéria prima principal, o óleo de mamona, também conhecido como óleo de rícino. O principal ácido graxo presente neste óleo é o ricinoleico, a Figura 35 representa a hidrogenação desse ácido que também pode acontecer com seus derivados.

FIGURA 35 - HIDROGENAÇÃO DO ÁCIDO RICINOLEICO.



(Nota-se a eliminação da ligação dupla após a hidrogenação. O óleo de mamona possui uma elevada viscosidade devido ao grupo hidroxila.)

Fonte: (In: Pinho e Suarez, 2013, p. 63). Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Industrialmente a hidrogenação de óleos vegetais surgiu em 1920 sendo intensificada a partir da década de 1950. Naquele momento era vista como um grande sucesso tecnológico para a indústria de alimentos, no entanto com o passar dos anos descobriu-se uma desvantagem deste processo, pois como não é possível ainda hidrogenar 100% da matéria graxa, parte das ligações duplas com conformação *cis* sofrem isomerização para conformação *trans*. Essa conformação *trans* é bastante estável, o que dificulta a sua degradação pelo metabolismo, e quando inserida em excesso, pode causar problemas de saúde, como hipertensão, problemas cardíacos, diabetes e outros (HISSANAGA; PROENÇA; BLOCK, 2012).

E por este motivo, vários países já baniram a gordura *trans* dos alimentos industrializados. O Brasil em 2019 avançou nesta questão e estabeleceu a eliminação da gordura *trans* de forma gradual até 2023 segundo a RDC N° 332/2019 da ANVISA.

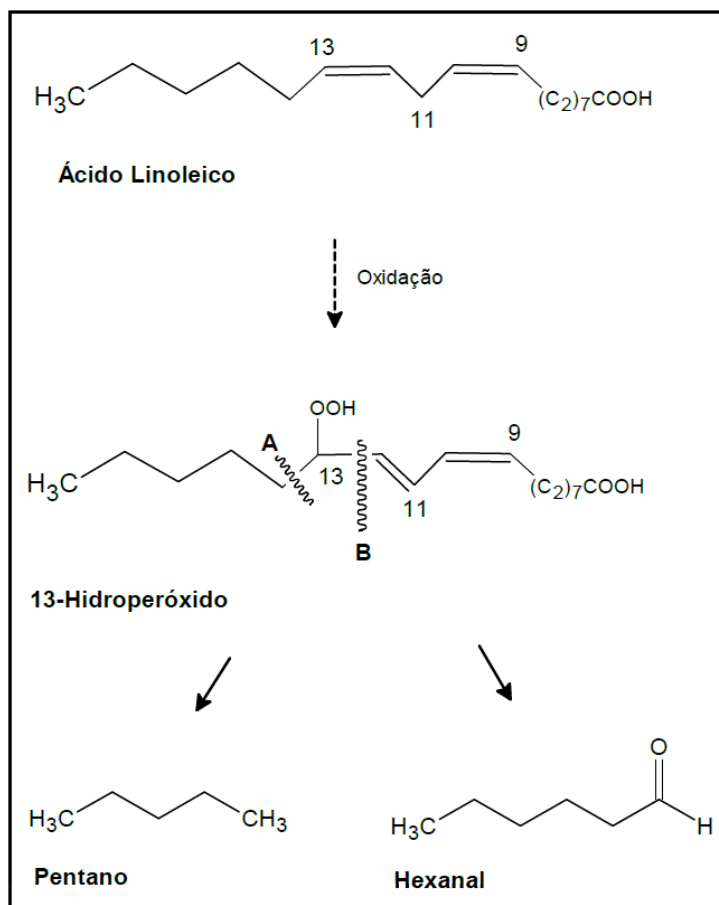
## Oxidação Lipídica

As reações de oxidação são espontâneas e envolvem a participação do oxigênio. Este tipo de reação ocorre em todos os tipos de óleos e gorduras, no entanto a sua magnitude é diferente para cada tipo de óleo ou gordura. Esta diferença é dada em grande parte pelo tipo de ácido graxo e principalmente pela quantidade de insaturações. Nesse sentido, óleos tendem a sofrer mais oxidação do que as gorduras, uma vez que os óleos possuem teores maiores de ácidos graxos insaturados, enquanto as gorduras são ricas em ácidos graxos saturados sendo mais resistentes a esse tipo de reação (ARAÚZO; CORREIA; SOUZA, 2014).

A reação de oxidação se inicia por um mecanismo radicalar no qual o oxigênio, disponível na atmosfera ou dissolvido na matéria graxa, reage com as ligações duplas dos ácidos graxos formando compostos indesejados, tais como, hidroperóxidos e peróxidos que posteriormente se degradam formando outras substâncias como aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos, conforme a Figura 36.



FIGURA 36 - REPRESENTAÇÃO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO FORMANDO HIDROPERÓXIDO QUE POSTERIORMENTE É DEGRADO EM ALDEÍDO E HIDROCARBONETO.



Fonte: (In: BORGES, FERREIRA e SILVA 1999, p. 100). Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Existem fatores que favorecem as reações de oxidação, tais como, exposição do produto à luz, aumento de temperatura, umidade, íons metálicos e certas enzimas. O favorecimento por luz ocorre com o auxílio de fotocatalisadores como mioglobina, riboflavina e a própria clorofila. Essas moléculas absorvem energia na região do Ultravioleta/Visível, e neste processo, parte dessa energia é transferida para o oxigênio que muda o seu estado energético comum, de *tripleto* ( $^3O_2$ ) para *singleto* ( $^1O_2$ ) favorecendo a sua adição às ligações duplas dos ácidos graxos. O oxigênio *singleto* é tão reativo que este é capaz de reagir cerca de 1450 vezes mais rápido do que o oxigênio comum *tripleto* (JORGE, 2009) (CHIATTONE, 2010).

A oxidação promovida por íons metálicos e por enzimas são mais favorecidas pelo aumento de temperatura e umidade. Estima-se que para a cada aumento de  $15^\circ C$  na temperatura, a taxa de reação tem sua velocidade triplicada. Os íons de ferro e cobre são os mais comuns e catalisam as reações de oxidação, enquanto que as enzimas mais comuns são

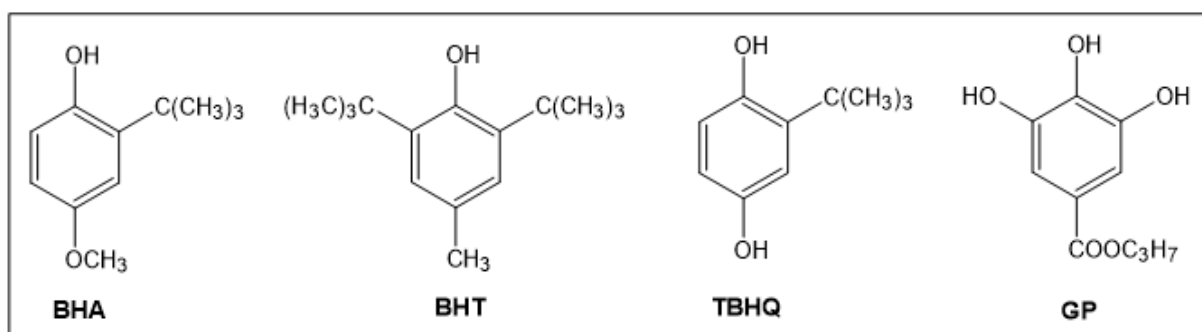
do tipo lipases e lipoxigenases, encontradas naturalmente em tecidos de vegetais e animais (JORGE, 2009).

Os prejuízos causados pelas reações de oxidação em óleos e gorduras são diversos, tais como alterações de cor, odores e sabores desagradáveis, degradação de vitaminas lipossolúveis do complexo B e vitamina E. Além disso, as reações de oxidação podem promover a formação de materiais poliméricos que muitas vezes formam precipitados, deixando o produto com uma aparência desagradável para o consumidor e, no caso dos biocombustíveis, esses precipitados são responsáveis pelo entupimento de mangueiras em motores de carros e até mesmo da corrosão de peças automotivas (RAMALHO, SUAREZ, 2013).

Entretanto existem maneiras de diminuir ou retardar a cinética dessas reações. Isto é feito armazenando a matéria graxa em temperaturas baixas e diminuindo o tempo de armazenamento (o ideal é que o óleo ou gordura sejam consumidos em até um ano), passado esse tempo, o grau de oxidação já é bem significativo e não se recomenda o consumo, pois esses materiais poliméricos são potencialmente tóxicos (CHAIATTONE, 2010).

Uma alternativa bastante comum e eficiente para minimizar os efeitos da oxidação é a adição de antioxidantes sintéticos, tais como butil-hidroxianil (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e galato de propila (GP). Em termos de estrutura química, estes antioxidantes são moléculas fenólicas (Figura 37) e estáveis devido ao efeito da ressonância. No entanto, apesar de serem eficientes, experimentos feitos em animais comprovaram o potencial carcinogênico desses antioxidantes sintéticos e, por este motivo, muitos países já baniram o seu uso. No Brasil o uso é permitido desde que seja feito em pequenas quantidades (JORGE, 2009) (CHIATTONE, 2010).

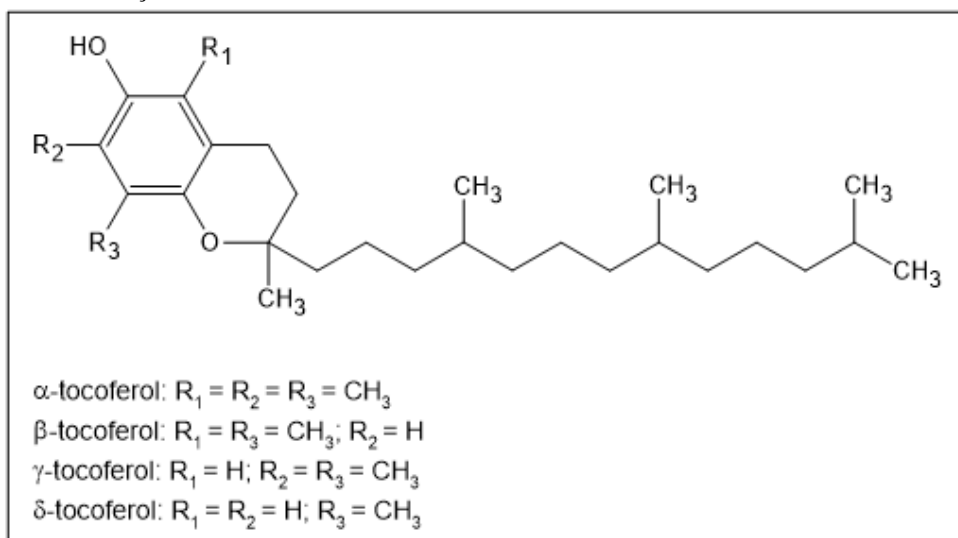
FIGURA 37 - ESTRUTURAS FENÓLICAS DOS ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS.



Fonte: Jorge, 2009. Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, [www.acdlabs.com](http://www.acdlabs.com), 2020).

Existem também os antioxidantes naturais que são menos tóxicos e são amplamente utilizados em óleos comestíveis. Os mais utilizados são os tocoferóis e ácidos fenólicos, ambos são encontrados em pequenas quantidades na maioria das plantas oleaginosas, inclusive em sementes (JORGE e RAMALHO, 2005). Essas substâncias também podem ser sintetizadas em larga escala e adicionadas aos lipídeos. De acordo com a Legislação Brasileira é permitido a adição de 300 a 600 mg/kg de tocoferóis em óleos e gorduras comestíveis. Essa quantidade é dependente do tipo da matéria graxa e do tipo de tocoferóis, que podem ser de quatro tipos:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ . Ao óleo de soja, por exemplo, é feito normalmente uma adição de 400 a 600 mg/kg de tocoferol do tipo  $\alpha$  (ABIA, 1999).

FIGURA 38 - ESTRUTURAS DOS TOCOFERÓIS . A DIFERENÇA ENTRE AS MOLÉCULAS DE TOCOFERÓIS ESTÁ NA MUDANÇA DO GRUPO R SITUADO NAS POSIÇÕES ORTO, META E PARA DO ANÉL AROMÁTICO.



Fonte: (In: JORGE e RAMALHO, 2005). Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

Em termos de atividade química, tanto os antioxidantes sintéticos quando os naturais (pertencentes à classe dos tocoferóis) conseguem transferir hidrogênios fenólicos da sua estrutura para os radicais, assim impedimento ou diminuindo a propagação das reações de oxidação. Os tocoferóis apresentam vantagem de não serem tóxicos para o ser humano.

Quanto aos íons metálicos de cobre e ferro, estes são inibidos ao complexarem com bases de Lewis formando estruturas muito estáveis. As bases mais comuns são: ácido ascórbico e seus isômeros, etilenodiamino tetra-acético - EDTA (JORGE e RAMALHO, 2005).

## Reação de Neutralização e Saponificação

De acordo com Sanibal e Mancini (2002) a acidez é originada pela quantidade de ácidos graxos livres, logo é necessário neutralizar tais ácidos, pois altos níveis de acidez comprometem a qualidades dos óleos e gorduras. Esta neutralização é feita adicionando à matéria graxa uma substância básica como hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH). É sabido que uma reação entre uma base e um ácido em proporções estequiométricas adequadas, promove a neutralização das espécies, formando como produto da reação, sal e água conforme a equação química a seguir:

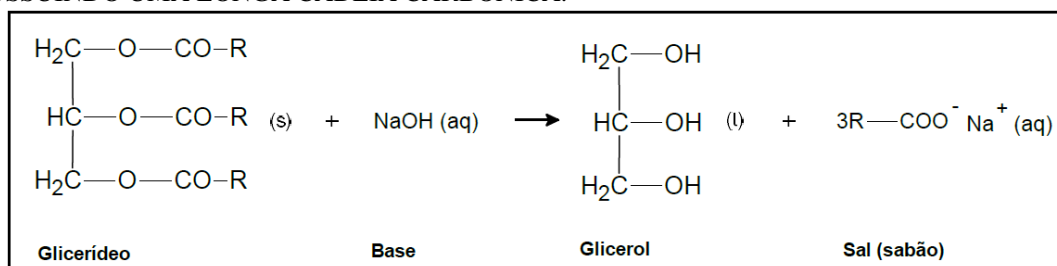
FIGURA 39 – REAÇÃO DE NEUTRALIZAÇÃO.



Fonte: O autor. ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

Esse mesmo tipo de reação também ocorre com os triacilgliceróis na presença de uma base, onde estes são neutralizados, e como produto há formação de glicerina e sais (Figura 40), sendo esta, a reação conhecida como reação de saponificação.

FIGURA 40 - REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO: OS TRIGLICERÍDEOS A SEREM NEUTRALIZADOS FORMAM SABÕES (ÍONS) QUE SÃO SOLÚVEIS EM ÁGUA MESMO POSSUINDO UMA LONGA CADEIA CARBÔNICA.



Fonte: (In: SILVA, BARBOSA, 1995, p. 3). Adaptado (ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020).

De acordo com Silva e Barbosa (1995) a saponificação é uma das reações orgânicas mais antigas conhecidas pelo homem. Os sabões são sais de moléculas orgânicas que possuem cerca de 12 a 18 carbonos na sua estrutura química, sendo constituídos por uma parte polar que possui afinidade pela água e outra apolar que apresenta afinidade por óleos e gorduras. Dessa forma o sabão reage tanto com substâncias apolares e polares, permitindo-se assim a limpeza (ZAGO; PINO, 1996).

## Referências

ABIA - Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Compêndio da Legislação de Alimentos: Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos**. 7ª ver., São Paulo, 1999, vol. 1.

ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, Advanced Chemistry Development, Inc., Toronto, ON, Canada, www.acdlabs.com, 2020.

AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Regulamento Técnico Para Óleos Vegetais, Gorduras Vegetais e Creme Vegetal**. Resolução RDC n. 270. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 23 de setembro de 2005.

AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Regulamento Técnico Para Uso de Gorduras Trans Industriais em Alimentos**. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 332. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 26 de dezembro de 2019.

ALLINGER, L. N; CAVA; P. M; DE JONGH; DON C. **Química Orgânica**. 2ª ed.; Rio de Janeiro, 1976.

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, MELO, M. F., 2009. **Cultivares de coqueiro para a produção decoco seco: coqueiro Gigante vs híbridos**. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 232 p. p. 37- 60.

ARAÚZO, G.S; CORREIA, I. M. S; SOUZA, E. M. B. D; PAULO, J. B. A. **Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) e Coco (*Cocos nucifera L.*) produzidos no Nordeste brasileiro.** Scientia Plena 10,034201 (2014).

ATKINS, P. e PAULA, J. **Físico – Química.** 9ª ed.; Rio de Janeiro, 2012.

AUSTRALIAN CENTRE FOR INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH  
CANBERRA 2003. **The Coconut Odyssey the bounteous possibilities of the tree of life.**  
ISBN 186320 370 2 (online), 2003.

BELTRAN, N.O. e CISCATO, C.A.M. **Química (Coleção Magistério para o 2º Grau).** São Paulo: Cortez, 1991.

BELTRAN, M. H. R; SAITO, F; TRINDADE, L. S. P. **História da ciência para a formação de professores.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BERTRAND, J. P; LAURENT, C; LECLERCQ, V. **O mundo da Soja.** Ed. HUCITEC. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

BORGES, R. M. R.; MORAES, R. **Educação em Ciências nas Séries Iniciais.** Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1998.

BONATO; E.R; BONATO; A. L. V. **A soja no Brasil: História e Estatística,** 1987. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMPRAPA, ISSN 0101 – 5494.

BRAGA, A.P.F; FRANÇA; A.C.S; SAMPAIO, J.A. **Tratamento de Minerais: Práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro, 2007.

CONSTANTINO, M. G. **Química Orgânica**. 1ª ed., Rio de Janeiro: LCT, 2005.

CHASSOT, A. **Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores**. Episteme, v.1, n. 2, p. 129-145, 1996.

CHIATTONE, P. V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

DUTROW, B; KLEIN, C. **Manual de ciências dos minerais**. 23ª ed.; Rio Grande do Sul, 2012.

FARIAS, J. R. B. **Tecnologias de produção de soja**. Paraná – 2001/2002, ISSN 1516 – 781 X, outubro, 2001. Londrina, PR.

FERRAZ, V. **Processamento do Azeite**. Instituto Politécnico de Coimbra. 2010.  
Disponível em: <[http://www.esac.pt/noronha/pgs/0910/trabalhos\\_mod1/azeite.pdf](http://www.esac.pt/noronha/pgs/0910/trabalhos_mod1/azeite.pdf)>. Acesso em: 09/12/2020.

FILIPPIS, F. de M, 2001. **Extração com CO<sub>2</sub> supercrítico de óleos essenciais de Hon- sho e experimentos e modelagem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FONTENELE, R. E. S. **Cultura do coco no Brasil, 2005. Caracterização do mercado atual e perspectivas futuras.** XLIII CONGRESSO DA SOBER, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências? Investigação no Ensino de Ciência.** v. 8, n. 2, ago. 2003.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências.** Química Nova na Escola, São Paulo, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONSALEZ, M. S. **Cultivar o saber: o uso do tema social horta no ensino de ciências. 2013.** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília - DF.

GONZALEZ, W.A, 2008. **Biodiesel e óleo vegetal in natura.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, Gurupá – Pará. Relatório de Visita Técnica.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos à aprendizagem significativa.** Química Nova na Escola, n. 31. p. 198 – 202, 2009.

HISSANAGA, V. M; PROENÇA, R. P. C; BLOCK, J. M. **Ácidos graxos trans em produtos alimentícios brasileiros: uma revisão sobre aspectos relacionados à saúde e à rotulagem nutricional.** Rev. Nutr., Campinas, 25(4):517-530, jul./ago., 2012.

HODSON, D. **Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio.** Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.



JORGE, N. **Química e Tecnologia de Óleos Vegetais**. 1ª ed.; São Paulo, 2009.

JORGE, N; RAMALHO, C.V. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos**. Química Nova, Vol. 29, Nº. 4, 755-760, 2005.

LIPOETO N.I, Agus Z, OENZIL F, WAHLQVIST M, WATTANAPENPAIBOON N. **Dietary intake and the risk of coronary heart disease among the coconutconsuming**. Minangkabau in West Sumatra, Indonesia. Asia Pac J Clin Nutr. 2004;13(4):377-84.

MADARINO, J. M. G; HIRAKURI, M. H; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. 2ª edição, ISSN 2176-2937 (On-line) junho, 2015, Londrina – PR.

MAGALHÃES, C.M. **Introdução e evolução da soja no Brasil**. 2. No Rio Grande do Sul. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. eds. A soja no Brasil. Campinas, ITAL, 1981. p.18-20.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador**. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. **A Química e as Cores, Revista Virtual de Química**. 2015, 7 (4), 1508-1534. Data de publicação na Web: 5 de maio de 2015.

MCMURRY, John. **Química Orgânica**. 7ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MORRISON, R.T; BOYD, R.N. **Química Orgânica**. 2ª ed.; Rio de Janeiro, 1973.

MORETO, E.; Alves, R. F. **Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises**. UFSC:Florianópolis, 1986.

OLIVEIRA; H. G; ANTONELHO, R; RINALDI, B. J. D. **Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de Um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para Atividades Investigativas**. Química Nova, Vol. 40, N° 3, p. 144-152, AGOSTO 2018.

PAVIA, L.D; LAMPAMAN, M.G; KRIZ; S.G. **Introdução à Espectroscopia**. 4 ° ed.; 2010.

PIRROLA, M. L; BENTO, R.M. **O Brasil e a soja: Sua história e as implicações na economia Brasileira. Trabalho de conclusão de curso**. Centro Universitário Eurípedes Soares da Rocha - UNIVEM, 2008.

PEIXOTO, D.B. **Metamorfose ambulante: proposta de um professor no exercício de sua prática em sala ambiente no ensino fundamental**. 2017. 111p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

PEREIRA, C. L. N. **A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

PINHO, A.P.S.; & SOUZA, A.F. **Extração e Caracterização do óleo de coco (Cocos nucifera)**. Revista Perspectivas Online: Biológicas & Saúde Abril de 2018, Vol.8, nº 26, p. 9-18 ISSN: 2236-8868 (Online) DOI: 10.25242/886882620181241.

PINHO, D. M. M.; SUAREZ, P. A. Z. **A Hidrogenação de Óleos e Gorduras e suas Aplicações**. Industriais. Rev. Virtual Quim., 2013, 5 (1), 47-62. Data de publicação na Web: 9 de fevereiro de 2013.

PRESTES, M. E. B. e CALDEIRA, A. M. A. **A importância da história da ciência na educação científica**. Filosofia e História da Biologia, v.4, p. 1 – 16, 2009.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. **A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino**. Revista Virtual de Química. 2013, 5 (1), 2-15. Data de publicação na Web: 9 de novembro de 2012.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e Gorduras: Aplicações e Implicações. **Analytica**, Ponta Grossa, Pr, p. 60-67, mar. 2007.

RODRIGUES, R. **Extração, Refino e Hidrogenação de óleos e Gorduras**. 2014. Trabalho de conclusão de curso.

SANIBAL, EAA; MANCINI, Filho J. **Alterações física, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura**. Food Ingr South Am. 2002; 1(3): 64-71.

SANTOS R.D., GAGLIARDI A.C.M., XAVIER H.T., MAGNONI C.D., CASSANI R., LOTTENBERG A.M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. **I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular**. Arq Bras Cardiol. 2013; 100 (1Supl.3):1-40.

SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R.MR. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes/Unimep, 2000. Cap. 6.

SEED. **Diretrizes curriculares de Química para Educação Básica**. Curitiba, 2006.

SILVA, R.R. e PEREIRA, C. L.N. **A História da Ciência e o Ensino de Ciência**. *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*. Disponível em:  
<[https://www.itds.ufrj.br/gis/a\\_historia.html](https://www.itds.ufrj.br/gis/a_historia.html)>. Acesso em: setembro. 2019.

SILVA, R. R e MACHADO, P.F.L e TUNES, E. **Experimentar Sem Medo de Errar**. In: SANTOS, W.L.P E MALDANER, O.A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijui, 2019. Cap.10.

SILVA, L. H. A. e ZANON, L.B. **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.MR. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes/Unimep, 2000. Cap. 6.

SILVA, R.R; BARBOSA, A.B.; XAMPUS, **Química Nova na Escola** N° 2, novembro, 1995.

SILVA, R.R; FILHO, R. C. **Cálculos Básicos da Química**. 2ª ed.; São Carlos, 2010.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante**. *Química Nova*, São Paulo, v. 22, n. 1 p. 94 - 103, 1999.

SOUZA, S. R. e LIMA, A.A e SILVA, S. A. e CORDEIRO, V.M. L. X. **As Atividades Experimentais no Ensino de Ciências: Construindo Caminhos em Busca da Profissionalização Docente.** EccoS – Rev. Cient., São Paulo, n. 33, p. 95-107, jan./abr. 2014.

SOLOMONS, T. W. e FRYLE. B.C. **Química Orgânica.** 7ª ed.; Rio de Janeiro, 2001.

SKOOG, D.A. et al. **Fundamentos de química analítica.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH. **Fundamentos de Química Analítica.** 8ª ed.; 2005.

YOUNG, H. D. e FREEDMAN, R. A. **FÍSICA 2.** 12ªed.; São Paulo, 2008.

ZAGO NETO, O. G.; DELPINO, J. C. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes.** Porto Alegre: Instituto de Química – UFRGS, 1996. Disponível em: <[www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf)>. Acesso em 10 dezembro de 2020.