



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

ALEXANDRE RAMOS FABIANO

**PRODUÇÃO DE ÓLEO VEGETAL DE ALGODÃO COM PROCESSO
MISTO**

Assis
2012

ALEXANDRE RAMOS FABIANO

**PRODUÇÃO DE ÓLEO VEGETAL DE ALGODÃO COM PROCESSO
MISTO**

Projeto de conclusão de curso do Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Marta Elenita Donadel
Área de Concentração: Ciências Exatas

Assis
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

FABIANO, Alexandre Ramos

Processo de de produção de óleo de algodão com processo misto / Alexandre Ramos Fabiano. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

64p.

Orientador: Marta Elenita Donadel.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Carçoço de algodão. 2. Óleo de algodão. 3. Refinação

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por tudo que me proporciona na vida. A meus pais, os quais amo muito. A meus irmãos por tudo que me ajudaram até hoje. E a minha esposa, pelo seu amor, carinho, compreensão e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A professora, Marta Elenita Donadel, pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares, minha mãe Maria de Lurdes Ramos Fabiano, ao meu pai Milton Couto Fabiano que me ensinou muita a lutar pelos meus objetivos, aos meus irmãos Danilo Ramos Fabiano e Leandro Ramos Fabiano (*in memória*), que por muitas vezes me ajudaram, a minha esposa Lirian Maria Soares Fabiano por todo carinho e confiança que depositou em mim, porque sem todos eles não teria conseguido.

“Se um dia tiver que escolher entre o mundo e o amor... Lembre-se. Se escolher o mundo ficará sem o amor, mas se escolher o amor com ele você conquistará o mundo”.

Albert Einstein
(1879-1955)

RESUMO

Este trabalho descreve o processamento misto de óleo de algodão, sendo o óleo mais antigo produzido industrialmente. É rico em tocoferol, um antioxidante natural de sabor agradável. Podendo ser aplicado em diversos setores, tais como produção de graxas, sabões, iluminação, fármacos e alimentício. É obtido através de prensagem mecânica e métodos químicos de extração por solventes. A eficiência produtiva na extração de óleo de algodão está diretamente ligada ao controle de qualidade nas etapas de produção, iniciada com a colheita e armazenamento da semente e se estendendo até o produto final, o óleo de algodão refinado. Neste trabalho descreveu-se as etapas de produção de óleo de algodão, desde o recebimento da matéria prima até a produção de óleo de algodão refinado, verificando o processo de extração mecânica, extração química e refinação.

Palavras-chave: Algodão; Óleo; Extração; Refinação.

ABSTRACT

This work describes processing the mixture of oil, cottonseed oil oldest being produced industrially. It is rich in tocopherol, a natural antioxidant pleasant flavor. Can be applied to various industries such as production of greases, soaps, lighting, pharmaceutical and nutritional. It is obtained by mechanical pressing and chemical methods of solvent extraction. Productive efficiency in the extraction of cottonseed oil is directly related to quality control in the production stages, beginning with the collection and storage of seed and extending to the end product, refined cottonseed oil. In this work It is described steps up production of cottonseed oil, from receipt of raw materials to the production of refined cottonseed oil, checking the mechanical extraction process, chemical extraction and refining.

Keywords: Cotton; Oil; Extraction; Refining.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Teor de óleo de alguns vegetais oleaginosos.....	16
Tabela 2 -	Composição média do caroço de algodão com e sem linter.	21
Tabela 3 -	Composição química média da torta de algodão obtida pelos dois métodos de extração.....	23
Tabela 4 -	Composição da fração de hexano utilizado para extração de oleaginosos.....	24
Tabela 5 -	Densidade da micela do óleo bruto de algodão.....	26
Tabela 6 -	Pontos de ebulição do óleo de algodão com hexano comercial à pressão constante.....	27
Tabela 7 -	Características físico-químicas do óleo bruto de algodão.....	30
Tabela 8 -	Padrão recomendado pela AOCS (<i>American Oil Chemists` Society</i>) para óleo de algodão refinado.....	30
Tabela 9 -	Composição de ácidos graxos.....	31
Tabela 10 -	Resultados analíticos de umidade e matéria volátil, acidez e sabões em óleo refinado de algodão do tipo um.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura Química do Gossipol.....	15
Figura 2-	Reação de Formação do Óleo.....	16
Figura 3 -	Mecanismo de Extração de óleo por solvente.....	25
Figura 4 -	Micela Reversa.....	25
Figura 5 -	Estrutura molecular de ácidos graxos.....	29

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	O ÓLEO DE ALGODÃO.....	14
3.	ARMAZENAMENTO DA SEMENTE.....	18
3.1	DETERIORAÇÕES DAS SEMENTES.....	18
3.2	ALGUNS INDICES AVALIADOS NO RECEBIMENTO DO GRÃO.....	18
3.2.1	Umidade.....	18
3.2.2	Impureza.....	19
3.2.3	Ardido.....	19
4.	OBTENÇÃO DO ÓLEO.....	20
4.1	PROCESSO MECÂNICO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO.....	20
4.1.1	Deslintamento.....	20
4.1.2	Decorticação.....	21
4.1.3	Laminação.....	22
4.1.4	Cozimento e Prensagem.....	22
4.2	PROCESSO QUÍMICO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO.....	23
4.2.1	Dissolventização.....	26
4.2.2	Destilação da Micela.....	26
5.	REFINO DO ÓLEO.....	28
5.1	NEUTRALIZAÇÃO.....	30
6.	APLICAÇÃO AO ENSINO MÉDIO.....	32
6.1	APLICAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL.....	33
6.2	DENSIDADE.....	33
6.3	MISTURAS HOMOGÊNEAS.....	34
6.4	MISTURAS HETEROGÊNEAS.....	34
7.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	36

7.1	ÍNDICE DE ACIDEZ EM ÁCIDO OLÉICO.....	36
7.1.1	Preparo das amostras.....	36
7.1.2	Cálculo do índice de acidez em porcentagem.....	36
7.2	PORCENTAGEM DE UMIDADE E MATÉRIA VOLÁTIL.....	37
7.2.1	Preparo das amostras.....	37
7.2.2	Cálculo de porcentagem de umidade e matéria volátil.....	37
7.3	ÍNDICE DE SABÕES EM ÓLEO.....	37
7.3.1	Preparo das amostras.....	38
7.3.2	Cálculo do teor de sabão em ppm.....	38
8.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
9.	CONCLUSÃO.....	41
10.	REFERÊNCIAS.....	42
	ANEXO 1 – CÁPSULAS DE ALUMÍNIO PARA ANÁLISE DE UMIDADE E MATÉRIA VOLÁTIL.....	45
	ANEXO 2 – ANÁLISE DE ACIDEZ EM ÁCIDO OLÉICO.....	46
	ANEXO 3 – ANÁLISE DE ÍNDICE DE SABÕES EM ÓLEO.....	57

1. INTRODUÇÃO

O algodão é considerado o mais importante das fibras têxteis, naturais ou artificiais, é também a planta de aproveitamento mais completo e que oferece os mais variados subprodutos (BIODIESELBR, 2011).

O óleo de algodão é o principal subproduto na elaboração da fibra. Desde 3.000 a.C, a humanidade usa a planta como fonte de fibra e, embora muitas sementes tenham sido utilizadas para produção de óleos medicinais, o algodão durante séculos foi considerado um produto de baixo valor (MORETO; FETT, 1998).

Atualmente sabe-se que a semente de algodão é uma das mais importantes fontes de óleo vegetal de boa qualidade. Após a separação da fibra, seu principal produto é o óleo comestível. A semente de algodão é muito rica em proteína, utilizada como suplemento protéico na alimentação animal (EMBRAPA, 2011).

A semente coberta com linter é rica em óleo, contém em média 60 % de caroço e 40 % de fibra. A polpa liberada com a quebra da casca possui de 30 a 40 % de proteína em base seca e de 30 a 38 % de óleo. A semente inteira contém de 15 a 24 % de óleo (MORETO; FETT, 1998).

O óleo de algodão pode ser obtido de duas formas, por prensagem mecânica conhecida como torta gorda e por extração por solvente. O método mais utilizado é o processo misto que consiste na prensagem mecânica e posteriormente extração por solvente, obtendo um maior rendimento da produção (FISCOSOFT, 2011).

O rendimento da produção está diretamente ligado com o controle de qualidade nas diversas etapas de produção: colheita, armazenamento da semente, preparação da semente, extração do óleo bruto e refino (SEBRAE, 2011).

O objetivo deste trabalho foi descrever as diversas etapas da produção de óleo de algodão, desde o recebimento do caroço de algodão até o produto final, e avaliar a sua qualidade realizando as análises de umidade e matéria volátil, acidez em ácido oléico e índice de sabões no óleo refinado de algodão do tipo um.

2. O ÓLEO DE ALGODÃO

O óleo de algodão, derivado das sementes *Gossypium hirsutum* (Americano) ou *Gossypium barbadense* (Egípcio) é originário da Índia, tendo-se expandido, através do Irã e da Ásia ocidental, em direção ao norte e oeste. O algodoeiro é uma planta de clima quente, que não suporta frio, o período vegetativo varia de 5 a 7 meses, conforme a quantidade de calor recebida, e exige verões longos, quentes e bastante úmidos. No Brasil, os estados que mais produzem algodão arbóreo (em caroço) tem sido Paraná, São Paulo e Bahia. O algodão é a matéria fibrosa que envolve as sementes do algodoeiro, e embora macia, suas fibras apresentam boa resistência a esforços de tração, o que permitiu sua utilização na confecção de tecidos (CAMPESTRE, 2011).

O caroço de algodão é a maior parte da semente do algodão sendo que o óleo e a proteína presentes em sua composição representam cerca de 30 % cada uma delas, em base seca. As sementes inteiras contem 15 a 24 % de óleo e o caroço cerca de 30 a 38 %. O óleo pode ser obtido por prensagem mecânica ou por método de extração por solvente (MORETO; FETT, 1998).

O óleo de caroço de algodão tem um leve sabor de castanha, geralmente é límpido de cor dourada claro ao amarelo avermelhado, como os demais óleos seu grau de cor depende do grau de refinamento, o óleo é rico em tocoferol, um antioxidante natural o qual possui varias concentrações de vitamina E (CAMPESTRE, 2011).

A qualidade do óleo e o conteúdo de ácidos graxos dependem em parte das condições climáticas durante o tempo em que o algodão permanece no campo, após a colheita. Devido à variação das condições climáticas, a qualidade do óleo pode variar a cada ano, mesmo quando consideramos uma mesma região. Antes de ser processado o caroço de algodão deve, ainda no campo, passar por um período de secagem, onde a semente é armazenada em local ventilado e ao abrigo do sol até que sua umidade máxima seja em torno de 13 %, o que facilita o processo de esmagamento do grão e a retirada da casca (MORETO; FETT, 1998).

O óleo de algodão tem várias aplicações, tais como, alimentício, farmacêutico, domissanitários, iluminação, lubrificação, margarinas, biscoitos, chocolates, sabões e graxas (CAMPESTRE, 2011), o óleo de algodão também é muito utilizado na lavoura de café e na plantação de rosas colombianas para evitar a proliferação de pragas, além de oferecer uma grande vantagem para o meio ambiente, porque é natural e não polui. É também utilizado como desmoldante industrial e na fabricação de tijolos e telhas (SRB, 2011)

A deficiência de ácidos graxos essenciais nos seres humanos leva a alteração sobre a pele como descamações e ressecamentos (CAMPESTRE, 2011).

O óleo de algodão bruto possui odor e sabor característicos e fortes devido à presença de gossipol, fosfolipídeos, esteróis, resinas, carboidratos e alguns pigmentos os quais são eliminados quase que totalmente durante o processo de refino, além de ácidos graxos compostos por: 22 % de ácido oléico, mais de 52 % de ácido linoléico, um teor menor que 1 % de ácido linolênico e 24 % de ácido palmítico (MORETO; FETT, 1998).

O processo de semi-refino do óleo visa a eliminação dos ácidos graxos e principalmente do gossipol (figura 1). Compostos fenólicos tóxicos ao serem ingeridos produzem sinais clínicos graves no homem e nos animais monogástricos (não ruminantes com estômago simples), tais como edemas pulmonares e hemorragias hepáticas, tornando-se um composto indesejável na alimentação humana (ABOISSA, 2011).

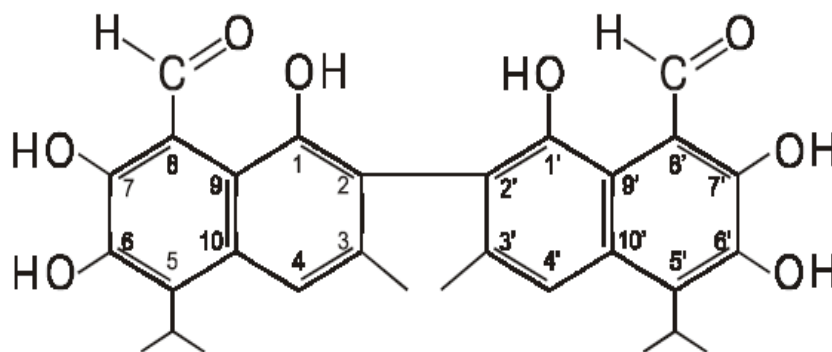


Figura 1- Estrutura química do gossipol (In: JORGE et al.; 2006, p. 14)

Com o intuito de eliminar tais compostos presentes no óleo de algodão realiza-se o processo de neutralização.

A semente de algodão é considerada uma das mais importantes fontes de óleo, sendo o óleo de algodão mais antigo produzido industrialmente no Brasil (SETOR1, 2011).

A tabela 1 mostra o teor de óleo de alguns vegetais oleaginosos.

Material Oleaginoso	Conteúdo óleo (%)
Copra	66-68
Babaçu	60-65
Gergelim	50-55
Polpa de palma	45-50
Caroço de palma	45-50
Amendoim	45-50
Colza	40-45
Girassol	65-45
Açafrão	30-35
Oliva	25-30
Algodão	18-20
Soja	18-20

Tabela 1. Teor de óleo de alguns vegetais oleaginosos. Fonte: MORETO, 1998

O óleo é um triacilglicerol (TAG), ou pode ser simplesmente um triglicerídeo, composto por três moléculas de ácidos graxo e uma molécula de glicerol (UNIRIO, 2011), conforme figura 2.

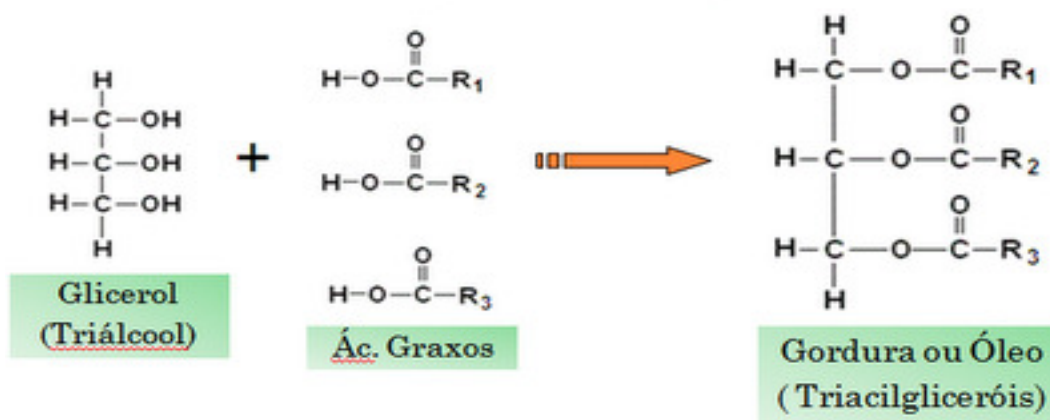


Figura 2 – Reação de formação do óleo (In: MEDQUIMICA, 2011)

Quimicamente eles são ésteres sendo que o componente alcoólico é invariavelmente o glicerol (triol, três grupos hidroxílicos) e o componente ácido formado pelos ácidos

monocarboxílicos não ramificados (ácidos graxos), os glicerídeos geralmente contêm dois ou três ácidos graxos diferentes: o oléico, o linoléico e o palmítico, além do linolênico (em quantidade não considerável). A extração do óleo pode ser realizada pela prensagem mecânica, por extração com solventes ou por combinação pelos dois métodos, denominado processo “Misto”. Antes desse processo o caroço passa por algumas etapas, tais como limpeza, deslignamento, decorticação, laminação e cozimento (EBAH, 2011).

3. ARMAZENAMENTO DA SEMENTE

As condições de armazenamento refletem diretamente no rendimento e na qualidade do produto final. Após passar por um processo de secagem, ainda no campo, atingindo a umidade entre 9 e 13 % à 25 °C é estocado sem maiores problemas. Durante o armazenamento do grão o aumento de umidade a temperatura acarretam a deterioração do mesmo, além de provocar a geração de calor que, dependendo da intensidade, levará a semente à carbonização ou até mesmo incêndio (MORETO; FETT, 1998).

3.1 DETERIORAÇÕES DAS SEMENTES

No aquecimento o armazenamento da semente úmida ocorre um auto-aquecimento levando a carbonização ou, até a inflamação da semente. Já no escurecimento do óleo, o óleo extraído da semente mal armazenada é de difícil refinação e clarificação. Nas modificações organolépticas o óleo pode adquirir gosto de sabão (efeito da ocorrência de polimerização) ou cheiro de ranço. Nas modificações estruturais o armazenamento prolongado provoca o aumento das duplas ligações nos óleo (ABOISSA, 2011).

Antes de ser estocada a semente deve passar por uma pré limpeza para retirar impurezas maiores tais como pedras, galhos e torrões de terra, o que reduz a deterioração.

3.2 ALGUNS ÍNDICES AVALIADOS NO RECEBIMENTO DO GRÃO

3.2.1 Umidade

Quantidade de umidade e matéria volátil presente no grão analisado através de estufa de circulação e renovação de ar á 130 °C.

3.2.2 Impureza

Material estranho (grão de outras sementes, galhos, detritos, grãos chochos, enrugados ou torrões de terra) que possa causar deterioração no grão.

3.2.3 Ardido

Grãos danificados por intempéries, por umidade elevada ou por excesso de temperatura, o óleo de grão ardidos apresenta-se com coloração escura e alto teor de oxidantes. O silo utilizado para estocagem é do tipo Muskogee, trata-se de um grande depósito horizontal, com cerca de 8.000 m² de área coberta e capacidade de aproximadamente 7.000.000 Kg sem compactação do caroço. O carregamento é feito por transportadores colocados próximos ao cume de cobertura que carregam o caroço até uma esteira na parte superior e este se encarrega de distribuir o caroço em toda a extensão do silo (MORETO; FETT, 1998).

Para evitar o aquecimento local da semente existe um sistema de ventilação forçada com ar, em toda a extensão do silo. Além disso, é medida diariamente a temperatura através de um termômetro em vários pontos do silo.

4. OBTENÇÃO DO ÓLEO

4.1 PROCESSO MECÂNICO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO

Primeiramente, o caroço deve passar por peneiras vibratórias de limpeza para remoção de materiais que possam contaminar os produtos, além de danificar os equipamentos e dificultando o esmagamento. Cada peneira é constituída por duas fases, na primeira fica a sujeira que é descartada, na segunda cai o grão limpo (ABOISSA, 2011).

4.1.1 Deslintamento

O caroço de algodão é envolvido com uma espécie de fibra, o linter, composto principalmente por celulose. Para a remoção do linter são utilizadas máquinas denominadas deslintadeiras, composto por bicas de ferro que dosam a quantidade de caroço. Este deve ser processado em pequenas porções, passando por rolos de serra com pentes que retiram todo o linter. O grão só é retirado da máquina quando cerca de 96 % da fibra é retirada. A remoção do linter é muito importante, já que este reduz alguns índices de composição do caroço (ABOISSA, 2011).

A tabela 2 mostra a composição média do caroço com e sem linter.

Composição	Caroço de algodão com linter %	Caroço de algodão sem linter %
Matéria seca	91,6	90
Proteína bruta	22,5	25
Fibra em detergente ácido	38,8	26
Fibra em detergente neutro	47,2	37
Fibra bruta	29,5	17,2
Extrato etéreo	17,8	23,8
Cinza	3,8	4,5
Cálcio	0,14	0,12
Magnésio	0,35	0,41
Fósforo	0,56	0,54
Potássio	1,14	1,18
Sódio	0,008	0,01
Enxofre	0,2	---
Cobre mg/Kg	7	11
Ferro mg/Kg	50	108
Manganês mg/Kg	15	14
Molibdênio mg/Kg	1,6	---
Zinco mg/Kg	33	36

Tabela 2 - Composição média do caroço de algodão com e sem linter (In: EMBRAPA et al., 2011)

4.1.2 Decorticação

Esta etapa tem por finalidade quebrar o grão para separar a polpa da casca. Esse processo não deve sofrer qualquer tipo de compressão para que o óleo contido na polpa não escape e saia junto com a casca. Para isso, a máquina decortadora é preparada com a dimensão do caroço. Os decortadores são compostos por facas giratórias que quebram a casca, liberando a polpa. Para que isso ocorra sem problemas o caroço deve estar com umidade baixa, caso o teor de umidade esteja alto (acima de 12 % de umidade) não ocorrerá à quebra da casca, o que poderá danificar o processo ocorrendo o entupimento da máquina ou até mesmo perda de óleo (MORETO; FETT, 1998).

Após a quebra o grão é passado por peneiras vibratórias onde serão separadas. A polpa, menor e mais pesada passa pelos orifícios da peneira e cai em esteiras que a levam para laminadores. A casca, pode ainda apresentar um residual de linter preso à casca, e alguns caroços inteiros, que não foi quebrado durante o processo, que é utilizado como forragem para animais, mistura na ração de bovinos e utilizados como biomassa para caldeiras, pois

apresenta alto poder calorífico. Nesta etapa do processo são realizados controles para a avaliação da eficiência e da decorticação e o teor de polpa perdida, tendo em vista que uma decorticação ineficiente, com altas porcentagem de grãos inteiro, leva ao aumento da perda de óleo e o abaixamento do teor de proteína na torta (LOPES, 2008).

4.1.3 Laminação

O objetivo da laminação é aumentar a superfície de contato, deve ser feita logo após a decorticação para evitar que enzimas presentes sofram reações com oxigênio do ar alterando a qualidade do óleo. Este processo facilita o cozimento da polpa, pois a área de saída do óleo é aumentada, o que melhora a permeabilidade no interior das partículas e a percolabilidade da água entre os flocos durante o cozimento (MORETO; FETT, 1998).

4.1.4 Cozimento e Prensagem

O processo de cozimento visa o rompimento das paredes das células para facilitar a saída de óleo (MORETO; FETT, 1998).

Com o aumento da umidade dos flocos e rompimento das paredes das células, consegue-se aumentar a saída do óleo.

Diminuir a viscosidade do óleo e sua tensão superficial, o que facilita a aglomeração das gotículas de óleo e subsequente extração.

Coagular e desnaturar parcialmente substâncias protéicas.

Inativar as enzimas lipolíticas, o que diminuirá a produção de ácidos graxos livres e conteúdo de compostos de enxofre.

Aumentar a permeabilidade das membranas celulares facilitando a saída do óleo.

Diminuir a afinidade do óleo com as partículas sólidas da semente (MORETO; FETT, 1998).

4.2. PROCESSO QUIMÍCO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO

Na extração do óleo de algodão é utilizado o solvente hexano (C_6H_{14}) com ponto de ebulição próximo à $70\text{ }^{\circ}C$. As preparações da massa, decorticação-laminação-cozimento-prensagem, são os processos fundamentais na obtenção do óleo e, quando estes são eficientes e alcançam seu objetivo, a extração torna-se eficaz.

O óleo aparece no material submetido á extração em duas formas, na forma de uma camada ao redor das partículas das sementes trituradas e laminadas, que é recuperada por processo de simples dissolução, Contido em células intactas, que é removido do interior destas por difusão (MORETO; FETT, 1998).

Por esse motivo a extração torna-se um processo complexo, sendo sua dissolução rápida e fácil e o processo de difusão mais demorado. Sendo assim o processo de obtenção do óleo demanda um longo período.

A tabela 3 representa a composição química média da torta de algodão obtida pelos dois métodos de extração.

Composição	Extração Mecânica %	Extração por solvente %
Matéria seca	92,3	89,1
Proteína bruta	46,1	47,6
Fibra bruta	14,6	1,5
Extrato etéreo	11,4	11,2
Cinza	7,2	7,5
Cálcio	0,21	0,22
Magnésio	0,65	0,66
Fósforo	1,14	1,2
Potássio	1,68	1,72
Sódio	0,007	0,14
Enxofre	0,43	0,44
Cobre mg/Kg	10,9	12,5
Ferro mg/Kg	106	126
Manganês mg/Kg	18,7	20,1
Molibdênio mg/Kg	2,4	2,5
Zinco mg/Kg	62,8	66,7

Tabela 3 - Composição química média de torta de algodão obtida pelos dois métodos de extração (In: EMBRAPA et al., 2011)

O hexano (C_6H_{14}) é o solvente mais utilizado para esse processo por dissolver com facilidade o óleo sem agir sobre outros compostos da matéria oleaginosa, possui composição homogênea e estreita faixa de temperatura de ebulição, é imiscível em água, com a qual não forma azeótropos e tem baixo calor latente de ebulição. Trata-se de uma fração de hidrocarbonetos advindos da destilação do petróleo, seu conteúdo n-hexano varia entre 45 e 90 %. Outros constituintes em proporções significativas são o 2 e 3-metil pentano, o metil ciclopentano e o ciclohexano. O uso do solvente tornou-se viável, pois as perdas na evaporação são menores, assim como também a baixa corrosão dos equipamentos, da baixa porcentagem de resíduos graxos e melhores sabor e aroma do produto (MORETO; FETT, 1998).

A tabela 4 representa a concentração de hexano (C_6H_{14}) utilizado para extração de óleos vegetais.

Substâncias	Valor g/100 mL
Maximo re resíduo não volátil	0,001
Maximo de enxofre	10
Composição (CGL:cromatografia, %área) n-hexano	45 – 70
Metil ciclopentano	10 – 25
2-metil pentano, 2,3-dimetil butano e 3-metilpentano	18 – 36
Maximo de ciclohexano	2,5
Maximo de benzeno	0,1

Tabela 4 - Concentração da fração de hexano (C_6H_{14}) utilizado para extração de óleos vegetais (In: CUSTÓDIO et al., 2011)

Durante a percolação o solvente penetra nos flocos da massa dissolvendo as partículas de óleo na parte superior e realizando um processo de difusão em células intactas de óleo no interior dos flocos, o óleo é arrastado pelo solvente, formando a micela (CUSTÓDIO, 2003). O processo de percolação está representado na figura 3.

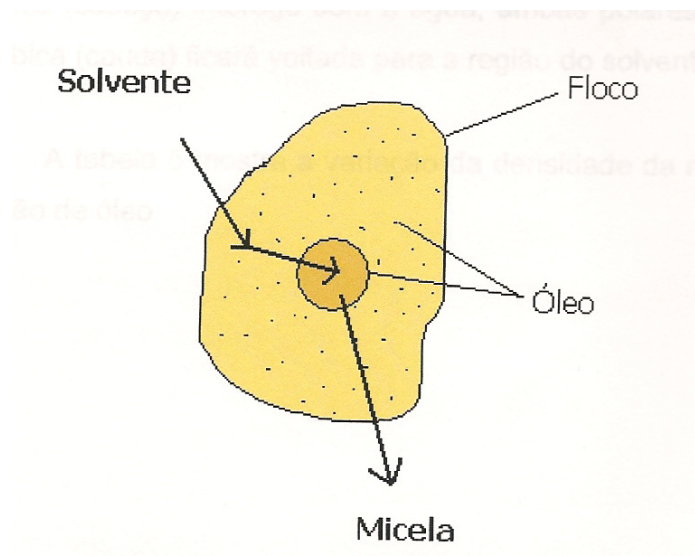


Figura 3 – Mecanismo de extração de óleo por solvente (In: MORETO; FETT et al., 1998)

A formação da micela ocorre quando é atingida a CMC – Concentração Micelar Crítica, nesse ponto as partículas de óleo se reúnem para formar a micela, conforme mostra a figura 4.

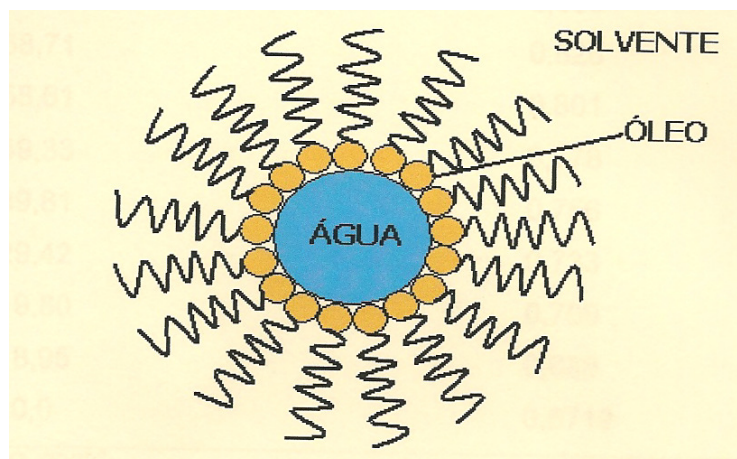


Figura 4 – Micela reversa (In: MORETO; FETT et al; 1998)

Nesse caso temos a formação de uma micela reversa, onde a parte hidrofílica (cabeça) interage com a água, ambas polares, no centro, e a parte hidrofóbica (cauda) ficara voltada para região do solvente (BELITZ; GROSCH, 1997).

A tabela 5 mostra a densidade da micela do óleo bruto de algodão com hexano comercial.

% Óleo	Densidade em 30 °C (g/cm³)
100	0,9116
91,06	0,883
78,84	0,853
68,71	0,826
58,61	0,801
49,33	0,778
39,81	0,756
29,42	0,733
19,8	0,709
8,95	0,688
0,0	0,6719

Tabela 5 - Densidade da micela do óleo bruto de algodão com hexano comercial (In: CUSTÓDIO et al., 2011)

4.2.1 Dissolventização

Após a retirada de toda a micela do extrator inicia-se o aquecimento deste através de camisas de vapor. Toda a parede do extrator é aquecida sem que o vapor entre em contato com o material, para a drenagem do solvente retido na massa (torta lavada) para o tanque de vácuo, num processo de aproximadamente 15 minutos. Após a drenagem é inserido vapor direto através da linha de vácuo, o vapor passa no centro do extrator e sai por orifícios em toda a extensão da serpentina, eliminando totalmente qualquer vestígio de gás hexano. Esse processo é chamado de tostagem e dura cerca de 25 minutos. (LOPES, 2008).

4.2.2 Destilação da Micela

A finalidade dessa operação é separar o óleo do solvente (MORETO; FETT, 1998). A micela é bombeada do tanque para o evaporador, dependendo do nível a ser mantido no tanque e a quantidade de gás hexano medido por explosímetro na saída final do óleo que deve ser em torno de zero. Quando entra no evaporador a mistura é composta de

aproximadamente 40 % de óleo e 60 % de hexano líquido. A micela previamente aquecida, em gotículas, entra em contato com as serpentinas onde grande parte do solvente é volatilizado e recuperado pelo topo da coluna através de vácuo.

A tabela 6 descreve os pontos de ebulição da micela em várias pressões e teor de óleo.

760 mmHg		610 mmHg		460 mmHg		310 mmHg		160 mmHg	
%Óleo	PE(°C)	%Óleo	PE(°C)	%Óleo	PE(°C)	%Óleo	PE(°C)	%Óleo	PE(°C)
13,4	67,4	13,6	60,5	14,3	51,9	14,7	41,1	14,8	25,1
21,4	67,7	22,8	60,8	23,2	52,4	24,7	41,5	24,5	25,6
31,5	68,2	33,3	61,4	32,9	53,0	35,0	42,0	36,1	26,3
42,5	69,2	43,8	62,2	44,0	53,7	45,0	42,9	47,0	27,2
51,6	70,4	53,0	63,5	52,2	54,8	54,2	44,4	57,1	28,8
59,5	72,4	60,5	65,5	59,9	56,3	62,5	46,1	65,4	30,8
65,8	74,8	67,6	68,3	66,4	58,5	69,6	48,6	72,0	33,5
71,0	77,5	72,8	71,4	71,7	61,2	75,8	52,2	78,6	37,7
75,4	80,8	77,2	75,0	76,7	64,6	81,0	56,7	82,5	41,6
79,3	84,5	80,9	78,8	81,0	68,9	85,3	62,6	86,1	46,6
82,5	89,1	84,0	83,4	85,0	75,0	89,1	69,8	90,0	54,1
85,6	94,9	87,2	90,4	88,6	82,6	92,0	80,5	94,0	68,3
88,0	103,3	89,4	96,5	91,5	92,3	95,1	95,2	96,3	83,2
90,5	112,8	91,5	105,1	93,7	102,9	97,5	114,3	98,4	100,4
92,3	122,0	93,3	115,7	95,0	114,5	98,9	131,8	99,3	115,3
94,0	133,9	94,9	132,0	97,2	135,1				

Tabela 6 - Pontos de ebulição da micela em várias pressões e teor de óleo (In: CUSTODIO et al., 2011)

Ao sair do evaporador a micela mais concentrada, com cerca de 90 % de óleo e 10 % de solvente, é bombeada à coluna de absorção para que seja eliminado a altas temperaturas, qualquer resíduo de hexano. O solvente é encaminhado para os condensadores onde é recuperado para retornar ao processo (MORETO; FETT, 1998).

O óleo bruto é enviado para o tanque intermediário onde se junta com o óleo obtido através da prensagem mecânica e segue para os tanques de armazenamento.

5. REFINO DO ÓLEO

A refinação pode ser definida como um conjunto de processos que visam transformar os óleos brutos em óleo comestíveis (MORETO; FETT, 1998).

Neste processo ocorre a remoção dos seguintes componentes:

- Substâncias coloidais, proteínas, fosfatídeos e produtos de sua decomposição;
- Ácidos graxos livres e seus sais, ácidos graxos oxidados, lactonas, acetais e polímeros;
- Pigmentos como clorofila, gossipol, xantofila e carotenóides;
- Substâncias voláteis, como hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas e ésteres de baixo peso molecular;
- Substâncias inorgânicas tais como: sais de cálcio e de outros metais, silicatos, fosfatos e outros;
- Umidade (SETOR1,2011).

Sendo necessária, principalmente a remoção dos ácidos graxos livres e fosfatídios (misturas de ésteres, ácidos graxos, ácido fosfórico e glicerol), pois estes afetam a estabilidade do produto (SETOR1, 2011). Os principais ácidos graxos que compõem o óleo de algodão estão apresentados na figura 5.

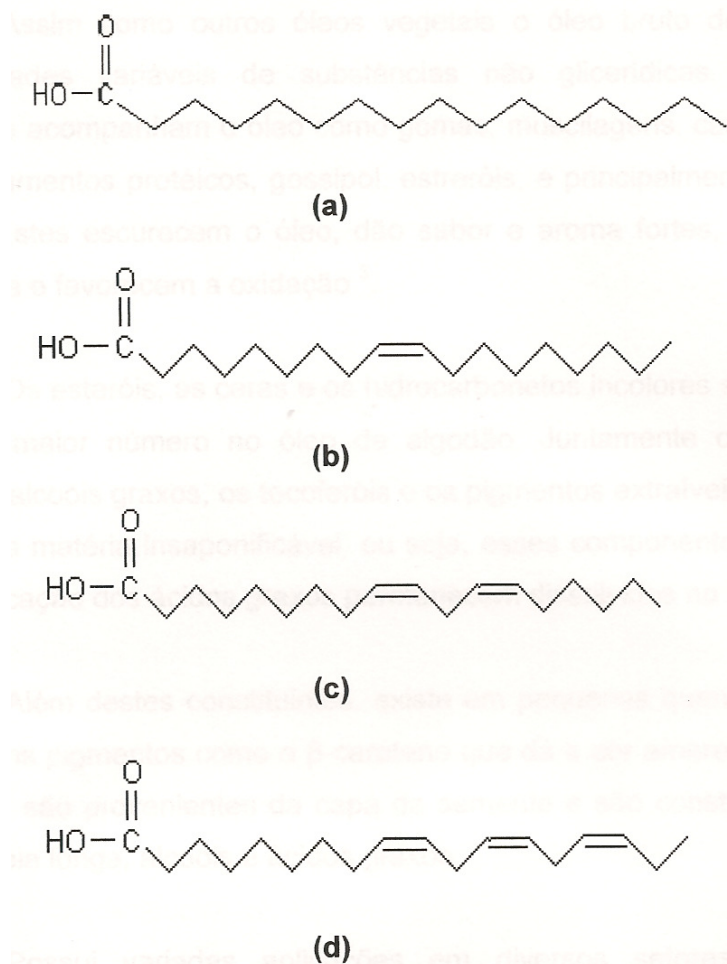


Figura 5 – Estrutura molecular de ácidos graxos – ácido palmítico (a), ácido oléico - Omega 9 (b), ácido linoléico – Omega 6 (c), ácido linolênico – Omega 3 (d) (In: MORETO; FETT et al., 1998)

O óleo de algodão é o óleo vegetal mais antigo produzido industrialmente e sua utilização como alimento só foi possível depois que se conseguiu a remoção de ácidos graxos e outros compostos indesejáveis através do tratamento com vapor direto. Possui um leve sabor de castanha e é rico em tocoferol, um antioxidante natural (SETOR1, 2011), (CUSTÓDIO, 2003).

No processo de refino a clarificação é a principal e mais importante etapa, pois determina a qualidade e estabilidade do produto final. O óleo é composto basicamente por três cores distintas, vermelho azul e amarelo. Durante o processo de refino estas cores devem ser reduzidas para a obtenção de um produto com boa aparência e próprio para o consumo.

De acordo com as normas de qualidade o óleo bruto de algodão deve estar dentro dos padrões descritos na tabela 7.

Índices	Unidades	Valores de Referência
Peso Específico	g/cm ³	0,915 - 0,923
Índice de Refração (400C)	-----	1,458 - 1,466
Índice de Iodo	gl ₂ /100g	99 – 119
Índice de Saponificação	mg KOH/g	189 – 198
Matéria Insaponificável	%	<1,5
Índice de Acidez	g ácido oléico/100g	<0,3
Índice de Peróxido	Meq/Kg	<10,0

Tabela 7 - Características Físico-Químicas do óleo bruto de algodão (In: CAMPESTRE et al.,2011)

Após o refino o óleo de algodão torna-se excelente em qualidade nutricional devido a presença de ácidos graxos essenciais como o ácido linoléico, que no organismo é transformado em ácido araquidônico, essencial para o organismo humano (CAMPESTRE, 2011; ABOISSA, 2011).

A tabela 8 apresenta os valores padrão para óleo de algodão refinado.

Gravidade Específica a 25 °C	0,916 - 0,918
Índice de Refração	1,468 - 1,472
Índice de Iodo	99 – 113
Índice de Saponificação	189 – 198
Matéria insaponificável (%)	não acima de 1,5
Título (%)	30 – 37
Ácidos Graxos Livres	não acima de 0,25

Tabela 8 - Padrão recomendado pela AOCS (American Oil Chemists Society) para óleo de algodão refinado (In: EMBRAPA et al.,2011)

5.1 NEUTRALIZAÇÃO

É uma das principais operações que o óleo sofre. Tem como objetivo neutralizar o óleo, ou seja, baixar a acidez eliminando o excesso de ácidos graxos livres em um processo denominado semi refino (ENGETECNO, 2011).

A tabela 9 apresenta os principais ácidos graxos presentes na natureza, assim como sua estrutura, expressa em quantidade de átomo de carbono por quantidade de ligações duplas presentes no composto e também a porcentagem encontrada.

Ácidos Graxos	Estruturas	Valores de Referências (%)
-----	C<10	<0,1
Ácido Mirístico	C14:0	0,4 - 0,2
Ácido Palmítico	C16:0	17,0 - 31,0
Ácido Palmitoleico	C16:1	0,5 - 2,0
Ácido Esteárico	C18:0	1,0 - 4,0
Ácido Oléico (Ômega 9)	C18:1	13,0 - 44,0
Ácido Linoléico (Ômega 6)	C18:2	33,0 - 59,0
Ácido Linolênico (Ômega 3)	C18:3	0,1 - 2,1
Ácido Araquídico	C20:0	<0,7
Ácido Elcocenóico	C20:1	<0,5
Ácido Behênico	C22:0	<0,5
Ácido Erúcico	C22:1	<0,5
Ácido Lignocérico	C24:0	<0,5

Tabela 9 - Composição de Ácidos Graxos (In: CAMPESTRE et al., 2011)

A neutralização ocorre na interface do óleo e solução alcalina, sendo essas faces não intersolúveis, a neutralização exige uma dispersão de solução alcalina em óleo.

O processo de neutralização remove quase totalmente os ácidos graxos livres, transformando em sabões insolúveis no óleo, através da adição de um álcali. Para este tratamento é utilizado o hidróxido de sódio 50 %, ou seja, uma lixívia de soda caustica diluída em água. Desta maneira faz-se economia da soda caustica envolvida no processo, Além de reduzir as perdas de refino e minimizar o uso de terras de branqueamento (ABOISSA, 2011).

Antes de iniciar o processo deve ser realizada a análise para determinação de porcentagem de acidez no óleo, o que está relacionado diretamente com a quantidade de soda a ser utilizada. Essa acidez, denominada acidez livre representa a porcentagem de ácidos graxo livre expresso em ácido oléico.

6. APLICAÇÃO AO ENSINO MÉDIO

Com o objetivo de uma atividade interdisciplinar, para mostrar aos alunos que foi buscando alternativas de combustíveis menos poluentes e renováveis, que o óleo vegetal se tornou uma ótima opção. Essa substância é uma espécie de gordura obtida através das plantas, sobretudo das suas sementes. As principais matérias primas utilizadas para produção são: soja, algodão, mamona, dendê, girassol, milho, coco, linhaça, babaçu, amendoim e outros (Brasil Escola; 2012).

6.1 APLICAÇÕES DO ÓLEO VEGETAL

O principal objetivo é mostrar aos alunos que o óleo vegetal pode ser utilizado como lubrificantes, óleo de cozinha na produção de biocombustível, cosmético, fármacos, entre outros. Os óleos vegetais são insolúveis em água, no entanto são solúveis em solventes orgânicos, fato que proporciona o seu emprego nas indústrias (Revista analytica; 2012).

Para mostrar aos alunos as aplicações do óleo vegetal é necessária uma breve aplicação sobre densidade, misturar homogêneas e heterogêneas.

6.2 DENSIDADE

A densidade é uma das propriedades que caracterizam uma substância, onde é uma característica própria de cada material, por isso é classificada como sendo uma propriedade específica. A densidade a razão entre a massa de uma substância e o volume ocupado por esta massa (densidade = massa/volume). A densidade dos sólidos nem sempre é maior que a dos líquidos e a dos gases, ou seja, para medirmos a densidade de um objeto qualquer precisamos saber a massa e volume, onde a massa pode ser medida por uma balança. Os sólidos contem consistência muito alta na qual vai resultar uma grande quantidade de

massa num volume pequeno, pois suas moléculas se encontram muito unidas uma das outras.

6.3 MISTURAS HOMOGÊNEAS

As misturas homogêneas são aquelas em que não são possíveis as distinções de fases, é perfeitamente uniforme, portanto monofásica, um grande exemplo é a água do mar que apesar das altas concentrações de sais minerais, os mesmos não são distinguíveis em uma amostra.

6.4 MISTURAS HETEROGÊNEAS

As misturas heterogêneas são aquelas em que são possíveis as distinções de fases, podendo em uma única mistura ter varias distinções de fases, no caso da água e do óleo elas não se misturam devido uma das principais formas de interação entre moléculas que é por meio de forças eletrostáticas. A água, apresenta em sua estrutura um pólo negativo, localizado no oxigênio, e pólos positivos nos hidrogênios. Devido a esta característica polar, a água tende, na maioria das vezes, a interagir com moléculas que apresentam pólos definidos em sua estrutura, o que não é o caso do óleo que tem característica apolar constituído de átomos de carbono e hidrogênio; a extremidade polar é solúvel em água (hidrófila- que tem afinidade por água). A parte apolar é insolúvel em água, e denomina-se hidrófoba (que tem afinidades por óleos e gorduras), mas é evidentemente solúveis em solventes apolares por isso que não se misturam (Revista Brasileira de Ensino de Física, 2012).

Em alguns casos podem conseguir uma mistura destas substâncias, onde tem que acrescentar uma terceira substância que é chamada de tensoativo, onde elas vão ter afinidades tanto com óleo quanto com água, estas moléculas envolvem as moléculas de óleo, permitindo uma interação com a água, um exemplo de molécula tensoativa é o

detergente, por isso que quando lavamos um prato com gordura só a água não consegue remover, já a água acompanhada com o detergente consegue remover a gordura (Alkimia, 2012)

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos analíticos utilizados nas determinações das características dos óleos são recomendados pela A.O.C.S (American Oil Chemists' Society) ou outros métodos que tenham os mesmos princípios e, forneçam os mesmos resultados (CUSTÓDIO, 2003).

7.1 ÍNDICES DE ACIDEZ EM ÁCIDO OLÉICO

Este método determina a porcentagem de ácidos graxos livres expressos em ácido oléico. É aplicável em todos os óleos e gorduras, brutos e refinados.

7.1.1 Preparo das amostra

Por agitação foi feita a completa homogeneização da amostra.

Pesou-se em um erlenmeyer de 250 mL de 10 a 20 gramas da amostra de óleo de algodão refinado e adicionou-se álcool neutralizado com NaOH 0.2 mol/L e completou-se o volume para 100 mL, pingou-se de 2 a 4 gotas de indicador fenolftaleína 1%, e aqueceu-se a mistura, titulou-se com solução de NaOH 0,2 mol/L até a mudança de cor para vermelho, anotou-se o volume gasto e procedeu-se cálculo.

7.1.2 Cálculo do índice de acidez em porcentagem

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{volume gasto} \times 5.64 \times \text{fator da solução de NaOH}}{\text{Peso da amostra}}$$

Onde 5,64 corresponde a massa, em gramas, de ácido oléico, conforme cálculo abaixo.

$M = \frac{\text{massa de ácido oléico}}{\text{volume}}$

P.M ácido oléico x volume

Onde:

M: molaridade da solução de NaOH 0,2 mol/L

P.M: peso molecular do ácido oléico 282 g/mol

Volume: volume preparado de amostra 100 mL

7.2 PORCENTAGEM DE UMIDADE E MATÉRIA VOLÁTIL

Este método determina a umidade e substâncias voláteis em estufa de circulação e renovação de ar. É aplicável em todos os óleos e gorduras, brutos e refinados.

7.2.1 Preparo das amostras

As amostras foram homogeneizadas e guardadas em recipiente herméticamente fechado. Pesou-se 5 g da amostra de óleo de algodão refinado em cápsula tarada, colocou-se a cápsula descoberta em estufa à 130 °C por 1 horas, deixou esfriar em dessecador e procedeu-se o cálculo.

7.2.2 Cálculo de porcentagem de umidade e matéria volátil

$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{Perda de peso} \times 100}{\text{Peso da amostra}}$

7.3 ÍNDICES DE SABÕES EM ÓLEO

Este método determina o teor de oleato de sódio, produzido durante a neutralização dos ácidos graxos no óleo. É aplicável em óleo semirrefinado e refinado.

7.3.1 Preparo das amostras

As amostras de óleo foram homogeneizadas e guardadas em recipiente herméticamente fechado. Em balão volumétrico de 1.000 mL foi adicionado 960 mL de acetona, 30 mL de água destilada, 10 mL de solução indicadora de azul de bromofenol 1 %, em seguida adicionou algumas gotas de solução NaOH 0.1 mol/L até o aparecimento da cor verde, em seguida titulou-se com HCl 0,01 mol/L até a mudança de cor verde para amarelo esverdeado. Pesou-se 40 g da amostra de óleo de algodão refinado em erlemneyer previamente tarado, adicionou-se 50 mL de solução acetônica, ocorreu a coloração para verde, titulou-se a amostra com solução de HCl 0,01 mol/L, a coloração passou de verde para amarelo, anotou-se o volume gasto e procedeu-se o cálculo.

7.3.2 Cálculo do teor de sabão em ppm

$$\text{Sabões (ppm)} = \frac{\text{mL gasto} \times 0,365 \times F \times 1000}{\text{Peso da amostra}}$$

Onde:

F = Fator de correção da solução de HCl

0,365 corresponde à massa em gramas de ácido clorídrico, conforme cálculo abaixo:

$$\text{Molaridade} = \frac{\text{massa de HCl}}{\text{P.M HCl} \times \text{Volume}}$$

Molaridade = Da solução de HCl 0.01 mol/L

PM = Peso molecular de ácido clorídrico 36,5 g/mol

Volume = Volume da solução 100 mL

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas análises de umidade e matéria volátil, acidez e sabões, em amostras de seis lote de óleo refinado de algodão do tipo um e os resultados estão apresentados tabela 10.

Amostra (lote)	Umidade e matéria volátil %	Acidez %	Sabões ppm
1	0,02	0,10	7,48
2	0,06	0,14	6,87
3	0,04	0,17	5,37
4	0,03	0,09	4,93
5	0,01	0,18	7,89
6	0,04	0,13	5,11

Tabela 10 - Resultados analíticos de umidade e matéria volátil, acidez e sabões em óleo refinado de algodão do tipo um

Para o índice de acidez em ácido oléico segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinado, é permitida a quantidade menor ou igual a 0,20 % para óleos de algodão refinado do tipo um. Todos os seis lotes analisados apresentaram resultados abaixo de 0,20 %, tendo maior valor encontrado de 0,18% e menor valor encontrado de 0,09 %, sendo assim todos os lotes analisados estão de acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados.

Para umidade matéria volátil segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinado, é permitido à quantidade menor ou igual a 0,10 % para óleos de algodão refinado do tipo um. Todos os seis lotes analisados apresentaram umidade e matéria volátil menor que 0,10 %, sendo o maior valor encontrado de 0,06 % e o menor valor encontrado de 0,01 %, sendo assim todos os lotes analisados estão de acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados do tipo um.

Para análise de índice de sabões segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinado é permitido a quantidade menor ou igual a 10 ppm para óleos de algodão do tipo um. Todos os seis lotes analisados apresentaram índice de sabões menor que 10 ppm, sendo o maior valor encontrado de 7,89 ppm e o menor valor encontrado de 4,93 ppm, sendo assim todos os lotes analisados estão de acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados (CIDASC, 2012)

9. CONCLUSÃO

Todos os seis lote de óleo de algodão refinado do tipo um está dentro das especificações referentes a índice de acidez em ácido oléico, umidade e matéria volátil e índice de sabões. Se alguns dos lotes estivessem com algumas das especificações fora do permitido, o óleo seria segregado em um tanque e refinado novamente para poder atender as especificações.

Na extração de óleo bruto com processo misto é obtido um percentual aproximado de 30 % do óleo sobre o caroço, para cada tonelada de caroço esmagado consegue-se produzir 300 Kg de óleo bruto, o restante se perde durante várias etapas do processo.

Na neutralização, o rendimento percentual é de 82 % em relação ao óleo semi refinado sobre o óleo bruto, 300 Kg de óleo bruto produz 246 Kg de óleo semi refinado. A perda resultante na neutralização decorre de arraste do óleo neutro pela borra e da saponificação pelo excesso de hidróxido de sódio utilizado.

A baixa qualidade do caroço, com a presença de grão danificado, origina um óleo de coloração escura, dificultando o processo de neutralização, pois necessita de grande quantidade de hidróxido de sódio para neutralização, além das modificações organolépticas que ocorre no óleo como alteração do cheiro e sabor.

Portanto, a qualidade do caroço de algodão assim como a eficiência do processo de produção altera diretamente o rendimento do produto final, o óleo semi refinado e demais produtos.

10. REFERÊNCIAS

ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS. **Processo do Algodão**. Disponível em <<http://aboissa.com.br/algodao/index.htm>>. Acesso em 20 Ago. de 2011.

ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS. **Tecnologia para Produção de Óleo de soja**. Disponível em <<http://aboissa.com.br/informativos/espec/soya/processosdasoja.pdf>>. Acesso em 08 Nov. de 2011.

ALKIMIA. **Sabões e Detergentes**. Disponível em <<http://alkimia.tripod.com/curiosidades/saboes.htm>>. Acesso em 10 mai. de 2012.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2.Ed. Zaragoza, Espanha: Editora Acribia S/A, 1997.

BIODIESELBR. **Algodão**. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/plantas/algodao/algodao.htm>>. Acesso em 20 Set. 2011.

BRASIL ESCOLA. **Óleo Vegetal**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/oleo-vegetal.htm>>. Acesso em 10 Jan. 2012.

o-de-

CINDASC. **Identidade e Qualidade de Óleos Vegetais Refinados**. Disponível em <<http://www.cidasc.sc.gov.br/html/legislacao/legislacao%20produtos/Instru%E7%E3o%20Normativa%2049%20oleo%20anexo%20I.pdf>>. Acesso em 26 Agos. 2012.

CUSTÓDIO, Aline F., **Modelagem e Simulação de Processos de Separação do Óleo de Soja-hexano por Evaporação**, Campinas 2003. Disponível em <<http://www.unicamp.br/bc>> Acesso em 10 Out. de 2011.

EBAH. **Processos Unitários Orgânicos – Hidrogenação de Óleos e Gorduras**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAX8AF/processos-unitarios-organicos-hidrogenacao-oleos-gorduras>>. Acesso em 02 Out. de 2011.

EBAH. **Processos Químicos Industriais 2 – Óleos e Gordura**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYsAL/processos-quimicos-industriais-2-oleos-gorduras>>. Acesso em 03 Out. de 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cadeia produtiva do algodão**. Disponível em <www.cnpa.embrapa.br/linhas_açao/grãos_fibras>. Acesso em 21 Set. de 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Processo do algodão**. Disponível em <www.embrapa.br/sistemasdeproducao.html>. Acesso em 20 Set. de 2011.

ENGETECNO. **Óleos e gorduras vegetais**. Disponível em <http://www.engetecno.com.br/legislacao/index_geral.html> Acesso em 10 out. 2011.

FISCOSOFT – Informações Fiscais e Legais. **Gorduras e Óleos Animais ou Vegetais; Produtos de sua Dissociação; Gorduras Alimentares Elaboradas; Ceras de Origem Animal**. Disponível em <http://www.fiscosoft.com.br/legislacao/legislacao_02.htm>.

LOPES, Keilla. **Avaliação da Etapa de Clarificação do Óleo de Soja Através de Planejamento Composto Central e Investigação do Potencial de Melhoria Energética no Processamento da Soja**. 2008. 157p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2008.

MEDQUIMICA – **A Química das Gorduras Trans**. Disponível em <<http://www.portamedquimica.com.br/dicas.php?id=144>>. Acesso em 10 out. 2011.

MORETTO, Eliana; FETT, Roseane. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**, São Paulo: Editora Varela, 1998.

REVISTA ANALYTICA – **Óleos e Gorduras: Aplicações e Complicações**. Disponível em <http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/27/art07.pdf>. Acesso em 13 abr. 2012.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA – **Medição da densidade do óleo: uma discussão sobre sua otimização e diminuição dos custos via incerteza relativa da medição**. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000300002>. Acesso em 15 abr. 2012.

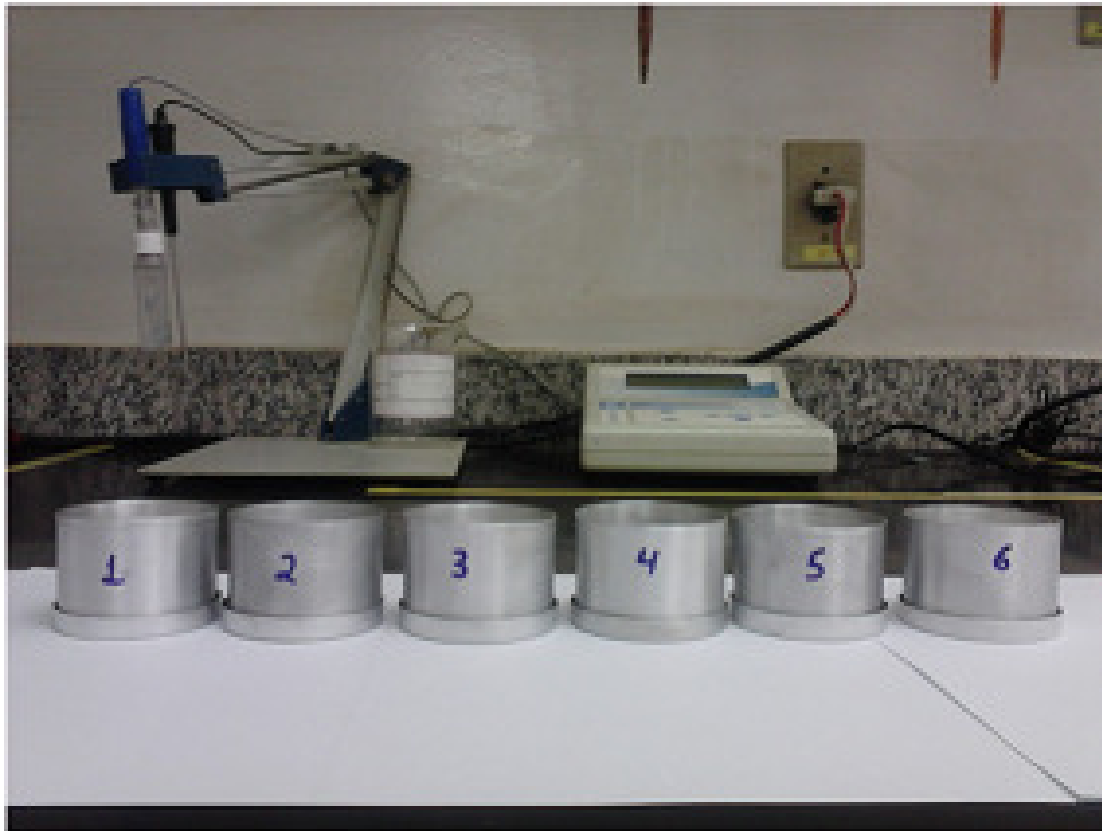
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e pequenas Empresas. **Métodos e Técnicas para a Gestão de Produção**. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/momento/quero-melhorar-minha-empresa/utilize-as-ferramentas/tecnicas-de-producao/integra_bia/ident_unico/120000904>. Acesso em 28 Set. de 2011.

SRB – Sociedade Rural Brasileira. **Agroindústria aposta no uso do óleo de algodão na alimentação**. Disponível em <<http://www.srb.org.br/modules/news/article.php?storyid=4322>>. Acesso em 13 Out. 2011.

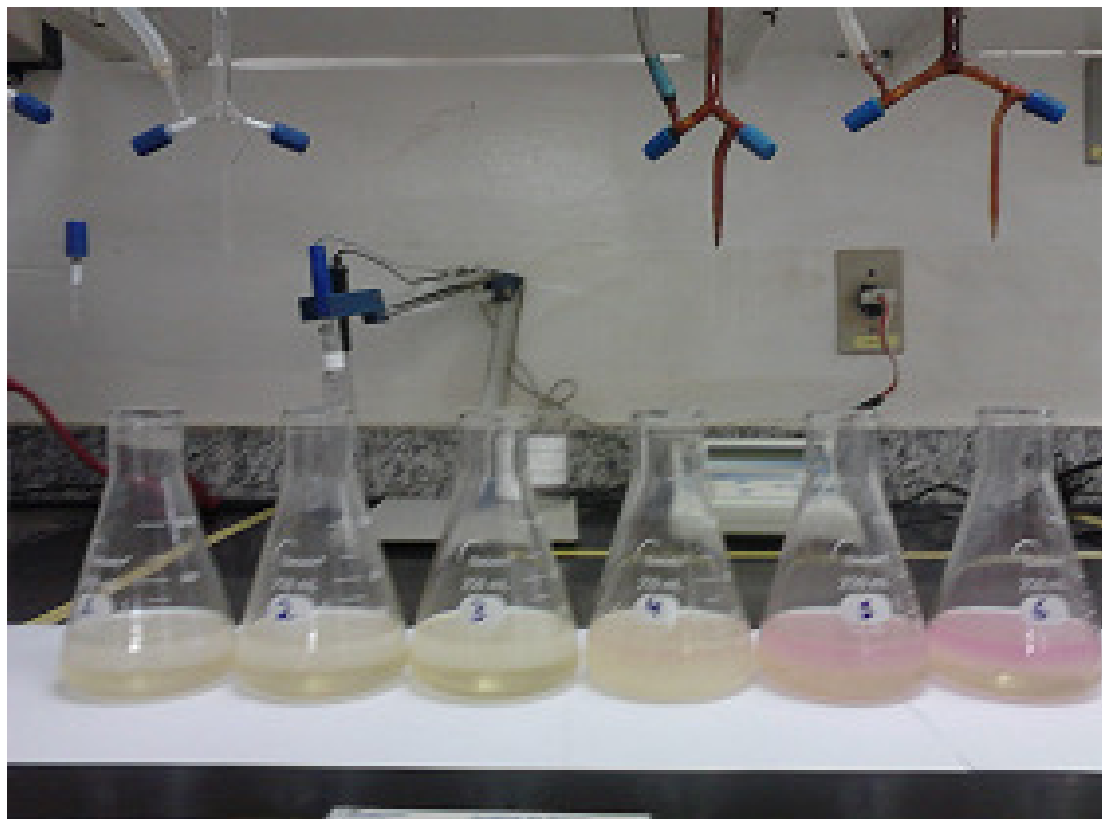
em <http://www.setor1.com.br/oleos/algo_dao.htm>. Acesso em 12 Out. de 2011.

UNIRIO. **Lipídeos**. Disponível em <http://www.unirio.br/laqam/organica/aula_8.pdf>. Acesso em 10 Out. de 2011.

ANEXO 1 – CÁPSULAS DE ALUMÍNIO PARA ANÁLISE DE UMIDADE E MATÉRIA VOLÁTIL



ANEXO 2 – ANÁLISE DE ACIDEZ EM ÁCIDO OLEÍCO



ANEXO 3 – ANÁLISE DE ÍNDICE DE SABÕES EM ÓLEO

