

Mestrado Integrado em Engenharia Química

***Produção de Sabões Líquidos com Aroma e
Esfoliante a partir de Óleos Usados da cantina
da FEUP***

Tese de Mestrado

Desenvolvida no âmbito da disciplina de

Projecto de Desenvolvimento em Ambiente Académico

Alexandra Maria da Silva Pereira



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de Engenharia Química

Orientadora: **Doutora Lúcia Maria Silveira Santos**

Julho de 2008

Agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à minha orientadora, a Doutora Lúcia Santos que sempre se mostrou disponível em me apoiar em todos os passos deste projecto.

Agradeço também aos elementos pertencentes ao laboratório E105 Serafim Pereira, José Luís Moreira e Fátima Ferreira pelo apoio na utilização de algum do equipamento utilizado neste trabalho.

Também tenho de agradecer às minhas colegas do laboratório E105 e E201, Vera Homem, Rita Araújo, Berta Estevinho, Salomé Teixeira, Elisabete Ribeiro e Joana Dias pela perseverança que demonstraram no esclarecimento de todas as dúvidas.

Para finalizar queria agradecer à minha colega Eloísa Serra pela sua simpatia e maneira como me transmitiu os conhecimentos de modo a poder continuar o projecto que ela iniciou.

Agradeço a todos os meus colegas, amigos e familiares que me apoiaram ao longo do percurso académico.

Resumo

Numa altura em que os recursos ditos “não renováveis” estão a esgotar-se, é necessário encontrar medidas alternativas a estes recursos. Sendo assim, é necessário que haja uma política de desenvolvimento sustentável, recorrendo ao reaproveitamento dos resíduos.

Houve o reaproveitamento dos óleos usados para servir de matéria-prima na produção de sabão líquido. A ideia foi criar um ciclo fechado em que o sabão utilizado na Faculdade de Engenharia fosse produzido a partir dos óleos usados da cantina da instituição.

Sendo o aroma um factor de aceitação muito importante no sabão, procurou-se enriquecê-lo pela adição de aromas naturais. Este, antes de ser adicionado ao sabão foi incorporado na casca de amêndoa, de modo a fixar o aroma e de não correr o risco de degradar.

Recorreu-se a produtos excedentários da agricultura, nomeadamente à casca de amêndoa, que devido às suas características, serviu de adsorvente no processo de purificação dos óleos assim como de aditivo do produto final conferindo fixação às essências adicionadas e ainda de esfoliante do sabão.

No que respeita ao acolhimento do produto os resultados do inquérito levaram a concluir que, havia uma boa aceitação do sabão líquido para uso comunitário, ficando a sugestão de aumentar a produção de sabão líquido (passando para a escala piloto) e incorporar creme hidratante neste tipo de sabão.

Palavras Chave (Tema): Sabões Líquidos, Óleos de Fritura, Purificação de óleos de fritura, Óleos Essenciais, Incorporação de aroma e esfoliante no sabão

Abstract

In the actual context of scarce “non renewable” resources it is essential to find new applications in order to reuse and recycle these materials and achieve a sustainable development.

The main idea was to create a closed cycle in which used oils from the Campus's Cafeteria would be used as the primary source for the production of liquid soap to be used in the Campus's sanitary facilities.

Fragrance is an important factor in the acceptance of the soap by the consumer. Several natural fragrances were experimentally added to grinded almond shells in a way to support the fragrance and to avoid the degradation.

Surplus products from the agriculture were also used, namely the almond shells, that due their characteristics served as and adsorbent in the purification process of the oils as well an additive in the final product, providing fixation to the added essences and also as a exfoliating agent.

Regarding the acceptance of the final product the inquire results were realized and conclusion was that, there was good acceptance of a liquid soap getting a suggestion to increase the production of liquid soap (applying a pilot scale production) and incorporate moisturizer in this kind of soap.

Keywords:

Liquid Soaps, Vegetable Oils, Purification of the Vegetable Oils, Essentials Oils, Addiction of Fragrances and Exfoliating for Soap

Índice

Pág.

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projecto.....	1
1.2	Contributos do Trabalho.....	2
1.3	Organização da Tese	3
2	Estado da Arte	4
2.1	Os Óleos e as Gorduras.....	4
2.2	Portugal e a gestão dos óleos usados.....	4
2.2.1	Legislação	4
2.2.2	Métodos de purificação/ recuperação do óleo.....	5
2.3	Produção de Sabão.....	7
2.3.1	Reacção de Saponificação	7
2.3.2	Acção de Limpeza do Sabão.....	8
2.3.3	Acabamento e Purificação.....	9
2.4	Obtenção de óleos essenciais.....	9
2.4.1	Plantas utilizadas para a extracção de óleos essenciais	10
2.4.2	Processos de extracção	13
3	Descrição Técnica de Métodos e Materiais.....	17
3.1	Extracção de óleos essenciais	19
3.1.1	Extracção por SDE.....	19
3.1.2	Extracção sólido-líquido (<i>Soxhlet</i>)	20
3.1.3	Destilação por arrastamento de vapor de água.....	21
3.2	Purificação do óleo	22
3.2.1	Lavagem do óleo com água quente	22
3.2.2	Tratamento do óleo com casca de amêndoa moída	23
3.3	Produção de sabão.....	24
3.3.1	Seleccção da metodologia da produção de sabão	24
3.3.2	Incorporação da essência na casca de amêndoa	25

3.3.3	Incorporação da essência e de esfoliante no sabão.....	26
4	Discussão dos Resultados	27
4.1	Extracção de essências	27
4.1.1	Extracção de Essências por SDE	27
4.1.2	Extracção de Essências por Soxhlet.....	28
4.1.3	Extracção de Essências por Destilação por Arrastamento de Vapor de Água.....	29
4.1.4	Incorporação das Essências na Casca de Amêndoa.....	30
4.2	Lavagem e Tratamento de Óleos Usados	31
4.2.1	Lavagem do Óleo.....	31
4.2.2	Tratamento do Óleo com Casca de Amêndoa	31
4.3	Produção de Sabão Líquido	33
4.3.1	Obtenção do Melhor Método	33
4.3.2	Variação do Valor de pH e Determinação do Tempo de Reacção de Saponificação.....	34
4.3.3	Incorporação dos Óleos Essenciais e Esfoliante no Sabão.....	35
4.4	Aceitação do Produto pela Comunidade.....	35
4.4.1	Análise do Inquérito à Comunidade.....	35
4.4.2	Principais Resultados e Sugestões.....	35
5	Conclusões	37
6	Avaliação do trabalho realizado	38
6.1	Objectivos Realizados.....	38
6.2	Limitações e Trabalho Futuro	38
6.3	Apreciação final	39
Anexo 1	Produção de Sabão Líquido	42
Anexo 2	Questionário efectuado sobre os Produtos de Higiene Pessoal (Sabão).....	44
Anexo 3	Moinho utilizado na moagem da casca de amêndoa	49

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1: Esquema de tratamento de óleos alimentares usados	6
Figura 2: Esquema da reacção de saponificação	7
Figura 3: Flor da Esteva (<i>Cistus ladaniferus</i>)	11
Figura 4: Folhas de Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	12
Figura 5: Frutos da família dos Citrinos (laranjas e limões)	13
Figura 6: Esquema representativo contendo o SDE	14
Figura 7: Esquema representativo contendo o extractor Soxhlet	15
Figura 8: Montagem experimental da destilação por arrastamento de vapor de água	16
Figura 9: Esquema representativo contendo os trabalhos propostos	17
Figura 10: Extracção SDE em laboratório.....	20
Figura 11: Extracção por Soxhlet efectuado no laboratório	21
Figura 12: Montagem laboratorial da destilação por arrastamento	22
Figura 13: Processo de lavagem do óleo com água quente	223
Figura 14: Tratamento do óleo usado com casca de amêndoa	24
Figura 15: Produção de Sabão Líquido	25
Figura 16: Incorporação do óleo essencial na casca de amêndoa.....	25
Figura 17: Incorporação da essência e esfoliante no sabão.....	26
Figura 18: Comparação entre o óleo usado sem qualquer tratamento (A) e com o tratamento com água quente (B)	31
Figura 19: Comparação entre o óleo tratado uma vez com a casca de amêndoa (A) e com o óleo usado tratado duas vezes (B)	32
Figura 20: Evolução do pH ao longo do tempo.....	34
Figura A.1: Gráfico que mostra a percentagem de respostas obtidas de cada população	46
Figura A.2: Distribuição de idades da população que responderam ao inquérito	46
Figura A.3: Distribuição da população que respondeu se pertencia ou não à comunidade FEUP	46

Figura A.4: Gráfico representativo do número de respostas obtidas em cada estatuto existentes na FEUP, para ambas as populações 47

Figura A.5: Gráfico representativo do conhecimento ou não da população inquirida sobre a produção de produtos de higiene pessoal a partir de óleos usados 47

Figura A.6: Gráfico representativo sobre a opinião da população inquirida sobre a produção de produtos de higiene pessoal a partir de óleos usados 47

Figura A.7: Gráfico que representa a opinião da população inquirida sobre a ideia de criar um ciclo interno de gestão de resíduos 48

Figura A.8: Gráfico representativo sobre as características mais apreciadas do produto de higiene pessoal..... 48

Figura A.9: Moínho de Retsch ZM-100..... 49

Índice de Tabelas

Pág.

Tabela 1: Rendimento da extracção por SDE para a Esteva.....	27
Tabela 2: Rendimento da extracção SDE para o Eucalipto	27
Tabela 3: Rendimento da extracção SDE para os Citrinos.....	27
Tabela 4: Rendimento da extracção por Soxhlet para a Esteva	28
Tabela 5: Rendimento da extracção por Soxhlet para o Eucalipto.....	28
Tabela 6: Rendimento da extracção por Soxhlet para os Citrinos	28
Tabela 7: Rendimento da extracção da Destilação por arrastamento de vapor de água para o Eucalipto	29
Tabela 8: Rendimento da extracção da Destilação por arrastamento de vapor de água para os Citrinos	29
Tabela 9: Observações efectuadas à incorporação dos óleos essenciais na casca de amêndoa	30
Tabela 10: Determinação da quantidade de perdas durante o tratamento do óleo com a casca de amêndoa	32
Tabela A. 1: Condições experimentais para a produção de Sabão Líquido	42
Tabela A. 1. (continuação): Condições experimentais para a produção de Sabão Líquido	43

Notação e Glossário

Unidades

V	volume	mL
m	massa de uma dada substância	g
d	Diâmetro de uma substância	m
t	tempo de extracção	h

Letras gregas

η	Rendimento
μ	Micro

Índices

ext	extracção
óleo essencial solvente	
ini	inicial
fin	final
agi	agitação
sólido	

Lista de Siglas

M	lão metálico
R	Radical
SDE	“Steam Distillation Extraction”
MIEQ	Mestrado Integrado em Engenharia Química
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
ISO	“International Standard Organization”
IPA	Instituto Português do Ambiente

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projecto

Este projecto é a continuação do projecto realizado anteriormente intitulado “Valorização de produtos naturais e incorporação em produtos de higiene pessoal”, elaborado pela aluna do MIEQ, Eloísa Serra.

Recentemente, tem existido em todo o mundo um aumento da consciência ambiental da população. Questões como a manutenção da biodiversidade, a recuperação dos ambientes degradados e a adopção de políticas públicas que garantam o desenvolvimento sustentável saíram do ambiente académico e passaram a ser debatidos pela sociedade. Esta passou a sentir as consequências dos efeitos provocados pelo aquecimento global e da crescente escassez dos recursos hídricos. Passou-se a ter noção de que os recursos que existem no planeta Terra são finitos e há necessidade de se realizar o tratamento dos resíduos formados (Freitas *et al.*, 2008).

Reciclar implica gerar menos lixo e contribuir para um ambiente mais saudável, garantindo não só a protecção da nossa espécie, mas também a conservação da biodiversidade do nosso planeta.

É cada vez mais urgente reciclar os óleos alimentares usados, uma vez que 1 litro de óleo despejado na rede de saneamento contribui para a contaminação de 1 milhão de litros de água. Esta quantidade de água equivale ao consumo de um ser humano durante 14 anos. Por outro lado, ao entrar em contacto com as águas fluviais, os óleos barram a entrada de luz e de oxigénio na água, comprometendo a biodiversidade no meio aquático (Freitas *et al.*, 2008).

Uma das soluções apresentadas para o tratamento destes resíduos seria a produção de biodiesel. No entanto, como os óleos usados já não possuem as características ditas “ideais” para a produção deste combustível, tem-se dado preferência à utilização de plantas que produzem óleos e gordura animal como matéria-prima.

Outra alternativa para reaproveitar os óleos alimentares usados seria a produção de sabão. No projecto anterior realizado pela colega Eloísa Serra, verificou-se que esta solução era possível. Por esta razão, o desafio deste projecto foi produzir um sabão que tivesse qualidade comparável aos produtos do mesmo género vendidos comercialmente, que o processo adoptado fosse económico e que melhorasse o produto desenvolvido anteriormente.

Para tal, neste trabalho, foi produzido sabão líquido em vez de sólido a partir de óleos usados.

Outro objectivo deste projecto, foi a incorporação de óleos essenciais em casca de amêndoa. Para além de propriedades esfoliantes, a casca de amêndoa foi utilizada como adsorvente dos óleos essenciais.

O uso da casca de amêndoa, como resíduo da produção agrícola, pode apresentar vantagens económicas, considerando que 50% (em massa) da amêndoa é constituída por casca (Estevinho *et al.*, 2006).

O adsorvente mais utilizado no processo de remoção de impurezas é o carvão activado granulado. Este tem a desvantagem de ser dispendioso, não somente pelo preço de aquisição, mas também pelo custo do processo de regeneração deste.

A vantagem da casca de amêndoa relativamente ao carvão activado, reside no facto deste ser bastante mais barato (Estevinho *et al.*, 2006). A casca de amêndoa contém grupos associados a proteínas, polissacarídeos e celulose como maiores constituintes (Bulut e Tez, 2006).

Foram valorizados produtos naturais, tais como, a esteva, os citrinos e o eucalipto, para produção de óleos essenciais, a incorporar nos sabões líquidos.

1.2 Contributos do Trabalho

A novidade em relação ao projecto anteriormente desenvolvido, foi a produção de sabão líquido contendo propriedades esfoliantes, obter óleos essenciais de outras espécies florestais e de citrinos por métodos diferentes. Optimizou-se o método de purificação do óleo de fritura. Este produto contribuiu para a reciclagem e valorização de um resíduo sob a forma de produto de higiene pessoal.

A utilização da casca de amêndoa, um subproduto da agricultura, revelou-se ser de grande importância. Foi utilizado como adsorvente no tratamento dos óleos usados e serviu ainda para a incorporação de óleos essenciais na casca de amêndoa. Relativamente aos óleos essenciais, a novidade deste projecto, visa a utilização de outros recursos para além da esteva: os citrinos e as folhas de eucalipto. Assim sendo, foi criado um produto que visa agradar a todos os potenciais consumidores, visto o sabão sólido produzido no projecto anterior ter sido pouco aceite pela comunidade FEUP devido a efeitos de higiene.

1.3 Organização da Tese

Na introdução desta tese é apresentado o enquadramento do trabalho e os motivos pelos quais se torna importante o aproveitamento dos óleos alimentares usados.

No capítulo referente ao Estado da Arte, refere-se à gestão de resíduos, nomeadamente a existente em Portugal para óleos usados bem como a legislação sobre o aproveitamento dos óleos usados praticada no nosso país. Serão mencionados os vários tratamentos a que os óleos usados podem ser sujeitos e sugeridas as vantagens e desvantagens de cada um. Relativamente à produção de sabão, apresenta-se o esquema da reacção de saponificação, bem como o fenómeno de detergência deste produto. Finalmente, neste capítulo, vão ser referidos os produtos naturais (esteva, citrinos e eucalipto) dos quais foram extraídos os óleos essenciais, e posteriormente incorporados no produto final. Será também efectuada uma descrição resumida dos vários métodos de extracção.

No capítulo Descrição Técnica e Métodos, vão ser referidas as várias técnicas de extracção dos óleos essenciais, aplicadas neste projecto, o método de purificação do óleo de fritura utilizado e a descrição do melhor método conseguido para a produção de sabão líquido.

No capítulo de Discussão de Resultados vão ser comparados os vários métodos de extracção dos óleos essenciais. Discutir-se-á o tempo de reacção de saponificação e a justificação da escolha do método de produção de sabão líquido. Irá ser analisado o efeito da incorporação dos óleos essenciais na casca de amêndoa, tirando-se conclusões sobre a adsorção dos óleos na casca de amêndoa. Finalmente, apresenta-se a análise do inquérito efectuada a alguns elementos da instituição FEUP.

2 Estado da Arte

2.1 Os Óleos e as Gorduras

As gorduras são compostas essencialmente por triglicéridos, que são ésteres derivados do glicerol e dos ácidos gordos (Hasenhuettl, 2005; Morrison e Boyd, 1996). Os ácidos gordos, provém de fonte animal ou vegetal e geralmente contém um número significativo de átomos de carbono. As cadeias de carbono nos ácidos gordos, variam de 4 a 22. Estes podem ser saturados, monoinsaturados ou polinsaturados, de acordo com o número de ligações duplas na cadeia alquila. Os ácidos gordos mais comuns nas fontes animal e vegetal são, o ácido láurico, ácido palmítico, ácido esteniático, ácido oleico e ácido linoleico.

Relativamente à composição química da gordura, esta é constituída essencialmente por triacilgliceróis, existindo outros constituintes em fracções mais pequenas. Estes têm efeitos bastante significativos na natureza e qualidade do óleo e da gordura, (Hasenhuettl, 2005; Morrison e Boyd, 1996). Em suma, os óleos e as gorduras são compostos essencialmente por:

- Ácidos gordos livres e Glicéricos parcialmente livres;
- Fosfolípidos;
- Esteróis.

2.2 Portugal e a gestão dos óleos alimentares usados

2.2.1 Legislação

Em termos de legislação específica relativa à gestão e recuperação de óleos usados, não existe qualquer lei específica em Portugal. No entanto, a gestão e recuperação de óleos usados apresenta-se indirectamente referenciado nos números 3, 4 e 5 do artigo 24.º (Resíduos e Efluentes) da Lei de Bases do Ambiente (Lei 11/87, de 7 de Abril), segundo o IPA.

Relativamente à gestão de resíduos, esta encontra-se actualmente regulada pelo Decreto-lei n.º 239/97, de 9 de Setembro. O artigo 6.º deste mesmo decreto, refere-se precisamente à responsabilidade pelo destino final dos resíduos, determinando-se que “a responsabilidade pelo destino final dos resíduos é de quem os produz, sem prejuízo da responsabilidade de cada um dos operadores na medida da sua intervenção no circuito de gestão desses resíduos e salvo o disposto em legislação especial”.

No entanto existe uma contradição em Portugal: apesar de ser proibido por lei lançar estes resíduos directamente nos esgotos não existe fiscalização suficiente sobre o seu destino final.

A portaria n.º 961/968 de 10 de Novembro, estabelece os requisitos a que deve obedecer o processo de autorização prévia das operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos industriais, resíduos sólidos urbanos e outro tipo de resíduos, de acordo com o IPA. A gestão de resíduos, visa assegurar a valorização dos mesmos, nomeadamente através da reciclagem, limitando assim as quantidades a submeter a eliminação.

2.2.2 Métodos de purificação/ recuperação do óleo alimentar

O processo de recolha, armazenagem e posterior encaminhamento para reciclagem, é composto pelas seguintes fases, segundo o IPA:

- Recepção, admissão e descarga do óleo usado recolhido;
- Filtração e Decantação a quente (50 °C) do óleo usado (Purificação do óleo usado);
- Armazenagem do óleo purificado em cisternas de grande capacidade;
- Tratamento dos efluentes líquidos nas várias fases do processo.

Na figura 1, apresenta-se um diagrama, contendo as várias etapas do tratamento dos óleos usados.



Figura 1: Esquema do tratamento dos óleos usados.

No passado era comum a incorporação destes resíduos na produção de aditivos para rações de animais (situação proibida desde Novembro de 2002), sendo consensual que tal acção não constitui uma solução aceitável. Hoje, estes resíduos servem, como foi descrito anteriormente, para a produção de produtos de higiene pessoal (nomeadamente sabões) assim como a produção de biodiesel.

2.3 Produção de Sabão

2.3.1 Reacção de Saponificação

A reacção de saponificação entre uma gordura neutra e uma base do tipo MOH, produz como produto principal o sabão e como subproduto de reacção a glicerina (Figura 2) (Morrison e Boyd, 1996; Butler, 2000).

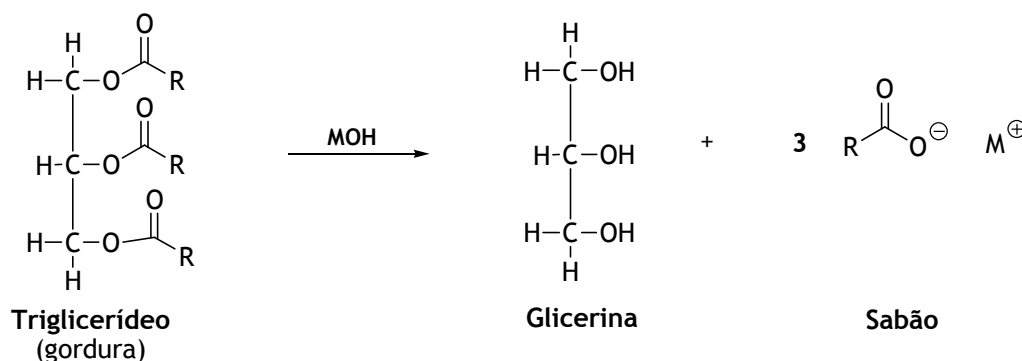


Figura 2: Esquema da Reacção de Saponificação.

A produção de sabão é bastante antiga (remota a 2800 a.C.) e utilizava inicialmente sebo proveniente do gado. A reacção de saponificação, essencialmente para a produção de sabão para higiene pessoal, esteve sempre rodeada de uma aura de mistério. Mesmo actualmente, os técnicos altamente especializados na área têm alguma dificuldade em compreender esta reacção. Como foi referido anteriormente, a reacção de saponificação é o resultado da adição de um material gordo com uma base, produzindo o sabão.

A escolha e selecção de materiais gordos têm uma grande influência no produto final. Assim sendo, a escolha, selecção e pré-preparação das gorduras terá influência na cor e odor no sabão (aspectos bastante importantes, no caso de ser destinado a produto de higiene pessoal).

O sabão é um material bastante versátil, no qual se pode introduzir uma grande quantidade de aditivos, sólidos ou líquidos. No entanto, é necessário ter-se algum cuidado dado existir aditivos que podem destruir a base de sabão, ficando o produto comprometido.

O sabão líquido tradicional é produzido a partir de óleos e gorduras, contendo uma grande quantidade de ácido oleico. A estes é adicionado hidróxido de potássio (na linguagem

comum, potassa cáustica) em combinação com hidróxido de sódio (na linguagem comum, soda cáustica) para produzir um líquido que é normalmente um pouco escuro e com um cheiro intenso (Morrisson, Boyd, 1996; Butler, 2000). No entanto, esta metodologia foi posta de lado, devido ao aspecto e odor final do sabão final produzido, sendo substituída pela adição de uma combinação de hidróxido de potássio e carbonato de potássio.

2.3.2 Acção de Limpeza do Sabão

Como foi referido anteriormente, o sabão é uma substância obtida pela reacção de gorduras ou óleos com uma base de origem metálica (sendo mais frequente a reacção com hidróxido de sódio e de potássio). O produto final desta reacção é um sal (o sabão) (Silva, 2006).

Os sais são substâncias que possuem, pelo menos, uma ligação com carácter tipicamente iónico. As ligações iónicas são caracterizadas pela existência de elementos ligantes que apresentem acentuada diferença de electronegatividade, o que origina uma forte polarização, já que se forma um dipolo eléctrico. Deste modo, os sabões, apresentam pelo menos um ponto de forte polarização na sua molécula.

O sabão não limpa por si só. Estes são agentes humidificantes que diminuem a tensão superficial observada nos solventes, permitindo maior contacto dos corpos com os líquidos.

O sabão, como sal, possui pelo menos uma ligação iónica, uma cadeia apolar e uma extremidade polar. Essa polaridade, bem como o tamanho da cadeia carbonada apolar, possibilita ao sabão se dissolver em substância polares e apolares ou até mesmo em ambos simultaneamente. É esta característica que confere ao sabão a sua acção de limpeza.

O sabão é constituído por grupos hidrofílicos (tem afinidade com a água) e hidrofóbicos (não tem afinidade com a água).

A eficácia de limpeza dos sabões depende da sua capacidade em formar emulsões com matérias solúveis em gorduras. Nesta fase, as moléculas de sabão envolvem a dita “sujidade” de modo a colocá-la num “envelope” solúvel em água, denominado por micela (Silva, 2006). De referir que ao contrário da crença popular, a quantidade de espuma produzida num dado sabão, não significa necessariamente ter uma maior acção de limpeza.

A grande vantagem da utilização do sabão como agente de limpeza, está no facto deste ser um produto biodegradável e portanto não prejudicar o meio ambiente.

2.3.3 Acabamento e Purificação

Como foi referido anteriormente, podem ser adicionados muitos aditivos ao sabão, desde que estes não “destruam” o sabão propriamente dito.

Num mundo cada vez mais competitivo, as empresas dedicadas à produção de sabão, tem apostado cada vez mais na multidiversidade de sabões. De referir, sabões que tem incorporado creme hidratante, esfoliantes e essências, e muito mais.

No mercado, existem diversos tipos de sabões, dependendo do uso a que o utilizador queira dar. É de referir os seguintes:

- Sabões para barbear;
- Sabões translúcidos;
- Sabões Líquidos.
- Etc.

A diferença entre estes produtos, reside no tipo de base a ser utilizado para a reacção de saponificação e nos tipos de aditivos que são incorporados.

Para a incorporação destes aditivos, é necessária a separação do sabão formado dos restantes subprodutos. Se a intenção for usar o processo como forma de reciclagem de um poluente doméstico, e não existir escoamento para a glicerina, não faz sentido essa separação, pois a glicerina revela-se uma mais valia nas características do sabão.

A nível industrial, o interesse de uma empresa é maximizar os lucros. Como consequência, a glicerina produzida em conjunto com o sabão, é separada e purificada, tornando-se num subproduto da reacção com especial valor comercial para a indústria farmacêutica (Serra, 2008).

Neste projecto, decidiu-se incorporar como aditivos as essências de esteva, eucalipto e de citrinos (laranjas e tangerinas), assim como a casca de amêndoa como agente esfoliante e fixante de aroma.

2.4 Obtenção de óleos essenciais

Os óleos essenciais são definidos pela International Standard Organization (ISO) como produtos obtidos a partir de plantas, através de técnicas de extracção. São misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (Silveira e Vitti, 2003).

Nesta secção, vão ser discutidos quais as plantas a ser utilizadas para a extracção de óleos essenciais. Neste projecto, foi realçado a obtenção de óleos essenciais a partir da esteva, eucalipto e citrinos. Seguidamente, vão ser descritos os métodos de extracção destes óleos, por extracção sólido/líquido (Soxhlet), SDE e destilação por arrastamento por vapor de água.

2.4.1 Plantas utilizadas para a extracção de óleos essenciais

2.4.1.1 A Esteva

A esteva é um arbusto pertencente à família das citáceas e ao género *Cistus*. Em Portugal, esta planta é conhecida como esteva ou então por xara. Produz flores com mais de 10 cm de diâmetro e de grande beleza devido às manchas avermelhadas de cada uma das 5 pétalas brancas (Regina, 1988).

Do ponto de vista industrial o interesse da esteva reside no lábdano, nome pelo qual é conhecida a gomorresina que é exsudada pela planta e que pode ser retirada por diferentes técnicas.

O resinoíde do lábdano, que é um produto muito viscoso, geralmente de cor escura (estando estas características dependentes do solvente usado), é considerado um excelente fixador, sendo usado frequentemente em sabões e detergentes (Serra, 2008). Atendendo ao preço moderado dos produtos obtidos a partir da esteva, estes podem ser uma importante alternativa para a moderna perfumaria. Os produtos obtidos a partir da esteva limitam-se à perfumaria, cosmética e sabões, sendo muito apreciado o seu odor balsâmico, quente e duradouro com um ligeiro toque animal (Regina, 1988).

Do ponto de vista de aproveitamento do lábdano a espécie com mais interesse é o *Cistus ladaniferus*, por ser a que produz maiores quantidades de gomorresina. A quantidade de gomorresina produzida é tanto maior, quanto menor for a humidade do “habitat” da planta. Esta espécie de esteva encontra-se situada em toda a zona Mediterrânica. Em Portugal, encontra-se no nordeste transmontano, nomeadamente nas zonas fronteiriças e no Alentejo.

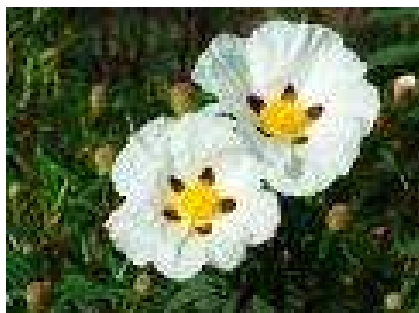


Figura 3: Flor da Esteva (*Cistus ladaniferus*).

2.4.1.2 O Eucalipto

Eucalipto é a designação comum de plantas do género *Eucalyptus*, da família das Mitáceas. As espécies do género *Eucalyptus* são plantas arbóreas ou arbustivas, com folhas persistentes. As folhas têm frequentemente consistência coriácea e apresentam uma nervação secundária característica de cada espécie. As cavidades dos seus tecidos podem reter óleos essenciais, sobretudo eucaliptol.

A espécie mais comum em Portugal é o *Eucalyptus globulus*, geralmente denominada como eucalipto comum, sendo também conhecido na linguagem popular como calipse ou gomeiro-azul. É uma árvore que pode atingir os 65 metros de altura, de tronco muito grosso e de casca cinzenta, que se desprende em tiras longitudinais. Os ramos jovens de rebentos normais são de secção circular, enquanto os rebentos adventivos são quadrangulares. É uma espécie de crescimento rápido, com interesse para a produção de lenha, óleos essenciais e sobretudo pasta de papel.

Os óleos essenciais de eucalipto estão divididos, basicamente, em 3 grupos principais, em função do uso final óleos medicinais, óleos industriais e óleos para perfumaria (Silveira e Vitti, 2003). Os óleos medicinais são aqueles que apresentam como componente principal o cineol, com uma percentagem mínima de 70 % e são destinados ao fabrico de produtos farmacêuticos. Os óleos industriais têm como componente principal o feladreno, que é utilizado como solvente e matéria-prima na produção de desinfetantes e desodorizantes e a piperitona, a partir da qual é fabricado o tinol e o mentol.

Existem vários factores que têm sido citados que influenciam a extracção (neste caso o tipo de utilidade que se quer desta planta) de óleos essenciais a partir do eucalipto (principalmente da casca do tronco e das folhas). De citar a variabilidade genética, a idade da folha (de referir que existem diferenças entre as folhas maduras e juvenis), as condições ambientais, a gestão florestal entre outros (Silveira e Vitti, 2003).



Figura 4: Folhas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

2.4.1.3 Os Citrinos (Laranjas, Limões e Tangerinas)

Os citrinos, são originários do Sudeste Asiático. Este contém elevados níveis de ácido ascórbico. Nas cascas dos citrinos, possuem uma conjugação única entre os ácidos galactânico e glucanico. Até ao momento, as suas propriedades antioxidantes ainda não foram testadas (Jorgen, 2002).

Os óleos essenciais provenientes dos citrinos contêm em grande parte, componentes voláteis, nomeadamente o limoneno. Assim sendo, os produtos originários deste género, contêm uma grande variedade de agentes antioxidantes.

A laranja que é mais comercializada em Portugal é o *Citrus sinensis*, sendo designada como laranja doce. Os limões mais comercializados em Portugal são o *Citrus limon* (Ashurst, 1999).

A casca de limão contém 0,4 % de óleo essencial e a sua produção é efectuada através do processo de destilação a pressão reduzida. Existem diferenças na composição do óleo essencial de limão, dependendo da zona geográfica onde este é plantado (Ashurst, 1999). Isto deve-se ao facto de o limão ter características diferentes, conforme o clima, o tipo de solo e o método de produção dessas zonas. Os principais componentes do óleo essencial do limão, utilizando a técnica de destilação, são os seguintes:

- 63 % de limoneno;
- 12% de beta-pineno
- 9% de gama-terpineno

A melhor época do ano para a sua extracção é o Inverno.

Os óleos essenciais de laranja são obtidos industrialmente pelo mesmo processo de extracção utilizado para o limão. Apenas pequenas quantidades são obtidas por destilação simples. A quantidade deste óleo varia entre 0,28 % a 0,008% contido na casca de laranja.

Os principais componentes dos óleos essenciais de laranja são os seguintes:

- 94% de limoneno;
- 2% de mirceno.

O óleo essencial de laranja, pode ser combinado com outras essências, dando ao produto um odor fresco e agradável (Ashurst, 1999).



Figura 5: Frutos da família dos citrinos (laranjas e limões).

2.4.2 Processos de extracção

A extracção é definida como sendo o processo de obtenção de um soluto ou misturas de compostos (ex: óleos essenciais) de uma mistura, utilizando um solvente.

O soluto ou misturas de compostos, podem ser extraídos num meio sólido ou líquido, e o solvente usado para a extracção pode ser água, um solvente miscível ou imiscível em água. A selecção de um solvente a usar depende do soluto a ser extraído ou condições experimentais a ser usado, segundo (Shugar *et al.*, 1996).

2.4.2.1 Processo de Extracção por SDE

O SDE, é designado como sendo uma extracção e destilação simultânea, utilizando apenas um solvente. Um meio simples e efectivo para conjugar estas duas operações em simultâneo foi publicado por Likens e Nickerson (1964) com um esquema contendo uma cabeça de destilação e de extracção (Teixeira, 2003; Shulz *et al.*, 1977).

As vantagens deste método foram que as substâncias desejadas foram concentradas (cuja concentração inicial era na ordem dos ppb em soluções aquosas) numa operação simples com duração de 1 hora. Uma quantidade relativamente pequena de solvente orgânico foi utilizada, minimizando o impacto deste recurso.

Um balão largo, para adicionar água a amostra se necessário, é acoplada no lado direito do condensador, sendo colocado no lado esquerdo o frasco pequeno, para o solvente orgânico, conforme o esquema da Figura 6.

A extracção por SDE procede, as 2 fases líquidas do condensado retornam continuamente aos respectivos balões, a interface entre as 2 fases (orgânica e aquosa) forma-se no tubo separatório, localizado um pouco antes do lado de retorno do solvente (Teixeira, 2003; Shulz *et al.*, 1977).

Existem novos acrescentos a esta peça, relativamente aos restantes extractores. O condensador é largo (permitindo a circulação da água de arrefecimento ao longo do espaço anelar e descende num tubo helicoidal).

O tubo separatório é revestido, e o equipamento funciona a pressão baixa, impedindo o solvente orgânico de revaporizar. Na figura 6 apresenta-se um esquema representativo de uma montagem de SDE.

O tempo de extracção ideal do SDE é de 1 hora (Teixeira, 2003).

O hexano mostrou ser um excelente extractor para a maioria dos componentes, excepto para compostos com baixo peso molecular. Para estes, o éter dietílico mostrou ser o melhor solvente (Teixeira, 2003; Shulz *et al.*, 1977).

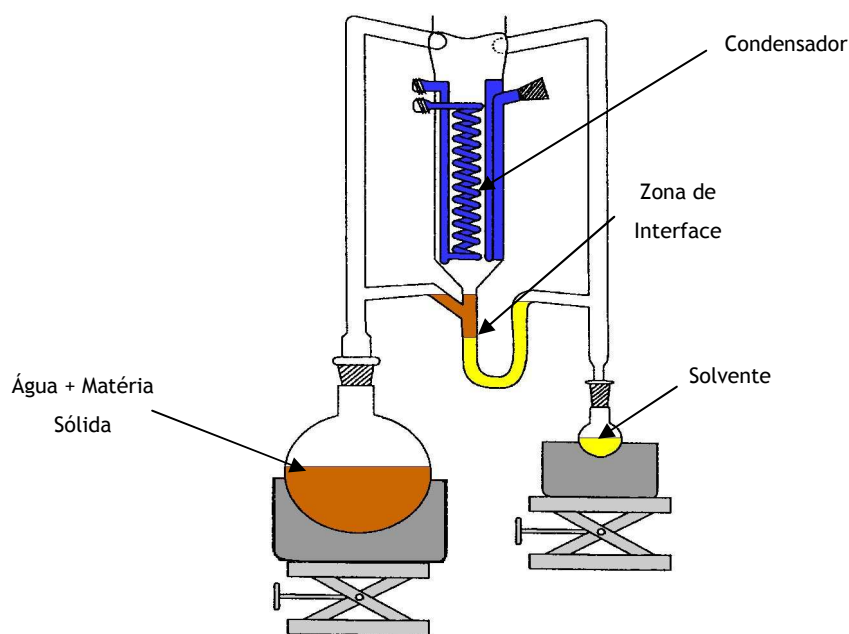


Figura 6: Esquema representativo contendo o SDE.

2.4.2.2 Extracção sólido/líquido (*Soxhlet*)

Um extractor Soxhlet pode ser utilizado para extrair solutos de sólidos, usando um solvente volátil desejado, que pode ser ou não miscível em água. O solvente é vaporizado.

Quando este é condensado, cai sobre a substância sólida contida num cartucho, contendo o extracto e outros compostos, segundo (Shugar *et al.*, 1996; Becker, Berger *et al.*, 1965).

Quando o nível de líquido enche o corpo do extractor, automaticamente desce para o balão que continha anteriormente o solvente. Este processo continua repetidamente enquanto o solvente é evaporado e condensado (Becker *et al.*, 1965).

Este tipo de extracção permite transferir o soluto para o solvente. Pode ser utilizado para separar os produtos de uma reacção dos reagentes e separar as substâncias desejados (Shugar *et al.*, 1996).

Este extractor, é uma peça de laboratório, inventado em 1879 por Franz von Soxhlet.

Na Figura 7, apresenta-se um esquema representativo de uma montagem contendo o extractor de Soxhlet.

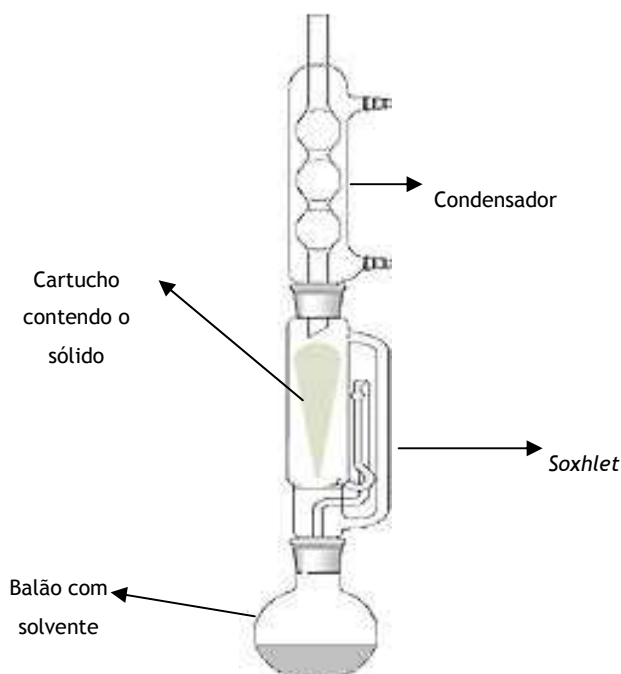


Figura 7: Esquema representativo contendo o extractor Soxhlet.

2.4.2.3 Destilação por Arrastamento por Vapor de Água

A utilização da destilação para a obtenção de óleos essenciais teve origem na China, tendo-se posteriormente expandido ao Ocidente. O seu desenvolvimento industrial surgiu na Europa, mais concretamente na Grécia (Gil *et al.*, 2005).

A destilação é um processo de separação de misturas líquidas, baseado na diferença de composições dos constituintes nas fases líquidas e de vapor em equilíbrio, devido à diferença de volatilidade entre os componentes do líquido.

A extração de óleos essenciais por hidrodestilação pode ser efectuada por dois métodos, de acordo. Na destilação do tipo Clevenger a matriz a tratar é imersa em água. O aquecimento até à fervura provoca a formação de vapor que arrasta os compostos mais voláteis. Após a condensação, estes compostos separam-se da água por decantação. Na destilação com arrastamento por vapor, o vapor de água atravessa a matriz arrastando os compostos voláteis, sendo a separação semelhante à destilação de Clevenger (Figura 8).

Na destilação, o material é sujeito a temperaturas próximas dos 100 °C, o que poderá levar à decomposição dos compostos termolábeis. Por outro lado, o aquecimento prolongado em contacto com a água, poderá conduzir à hidrólise de ésteres, polimerização de aldeídos ou decomposição de outros compostos (Gil *et al.*, 2005).

A escolha de um solvente para a extração de produtos naturais exige que se tenham em consideração todos os processos envolvidos na obtenção do extracto, desde a extração à separação e recuperação do solvente. Esta técnica tem como principais desvantagens o facto de os solventes clássicos, serem geralmente pouco selectivos e os extractos obtidos apresentarem muitas vezes uma cor escura e uma consistência viscosa. Além disso, a eliminação do solvente aumenta os custos energéticos e os riscos de perda dos compostos voláteis, sendo, na maioria das vezes, impossível a remoção completa do solvente.

Para o caso das ervas medicinais e plantas, os métodos de extração mais usuais são: destilação convencional, destilação por arrastamento por vapor de água, maceração e destilação destrutiva (Golmakani e Rezaei, 2005). Destes, o melhor método para extrair óleos essenciais a partir das plantas e ervas medicinais é a destilação por arrastamento com vapor de água.

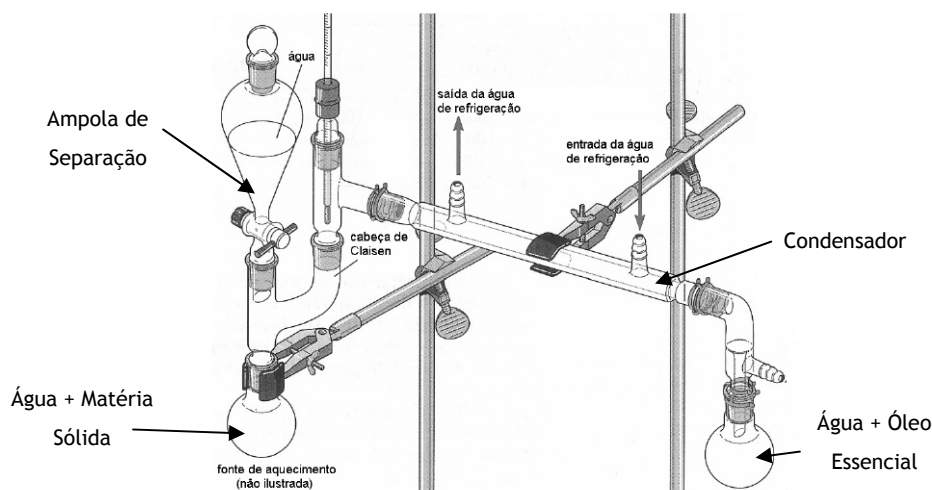


Figura 8: Montagem experimental da destilação com arrastamento por vapor de água.

3 Descrição Técnica de Métodos e Materiais

O trabalho experimental deste projecto, contemplou três etapas distintas. O esquema representado na Figura 9, contempla a interligação as 3 etapas.

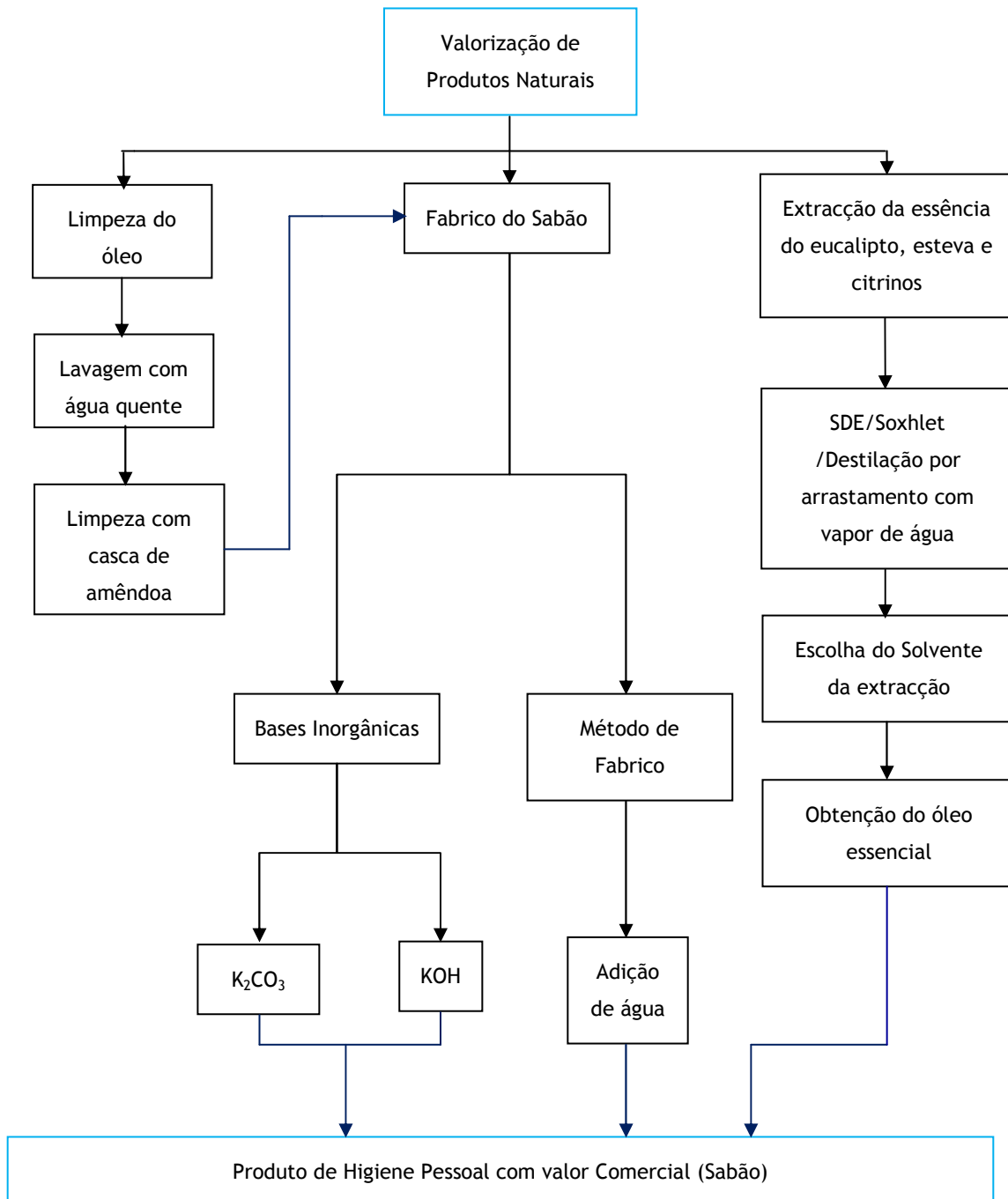


Figura 9: Esquema representativo da ordem de trabalhos propostos.

No percurso deste trabalho, existiram algumas dificuldades, nomeadamente na produção de sabão líquido. Nesta área, efectuou-se pesquisa bibliográfica para obter informação que auxiliassem na produção do sabão com as características desejadas.

Relativamente à extracção de óleos essenciais, extraíram-se óleos essenciais das folhas de eucalipto, cascas de citrinos (nomeadamente laranjas e tangerinas) e folhas de esteva.

Os reagentes utilizados para a extracção SDE, Soxhlet e Destilação por arrastamento de vapor de água, foram os seguintes:

- Éter dietílico, proveniente da empresa JOSÉ M. VAZ PEREIRA, S.A.;
- n-Hexano, proveniente da empresa JOSÉ M. VAZ PEREIRA, S.A.;
- Sulfato de Magnésio P.A. proveniente da PANREAC;

Para a produção de sabão líquido utilizou-se:

- Hidróxido de Potássio P.A. da PRONALAB;
- Carbonato de Potássio P.A. MERCK;
- Óleos Usados, fornecidos pelas cantinas da FEUP e da FMUP.

A casca de amêndoa foi proveniente de Bragança. O processo de moagem da casca foi efectuou-se nos laboratórios de Ambiente do DEQ.

A casca foi moída num moinho de bolas e seguidamente num moinho Retsch - ZM 100 (Anexo 3), de modo a obter partículas com o menor diâmetro possível. De seguida, as cascas foram separadas de acordo com a sua granulometria em peneiros Endecotts Test Sieves - SW.19 (London, England) Mesh No 50 (297 μ m). Antes de qualquer utilização, as cascas foram secas numa estufa a 50 °C, por um tempo superior a 24 horas.

3.1 Extracção de óleos essenciais

Efectuou-se a recolha de folhas de eucalipto, cascas de citrinos e folhas de esteva de zonas não poluídas.

Estas amostras foram recolhidas durante a Primavera, sendo seleccionados amostras frescas (isto é sem apresentarem grandes sinais de decomposição) de forma a obter maior quantidade de óleos essenciais.

O local de recolha da esteva foi sempre no mesmo terreno, situado na zona de Mirandela. O local de recolha das folhas de eucalipto e citrinos provieram do mesmo terreno, situado na vila de Cabeceiras de Basto (distrito de Braga).

3.1.1 Extracção por SDE

O método de extracção por SDE efectua simultaneamente a extracção e destilação.

Neste trabalho para o SDE, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Num balão de 500 mL (fase aquosa) foi colocada uma determinada quantidade de amostra a extrair e 250 mL de água;
- Num balão de 100 mL (fase orgânica) foi colocado 50 mL de solvente orgânico seleccionado para a extracção;
- A zona central de separação de fases orgânica e aquosa, em forma em U, foi inicialmente cheia com água até à marca e depois com o solvente da extracção até os líquidos verterem para os respectivos balões;
- Uma vez preparada a instalação, as duas fases foram aquecidos até à ebulição. O vapor de água formado sobe pelo respectivo braço, arrastando consigo o soluto contido na amostra. O vapor do solvente sobe também pelo braço e entra em contacto, em espiral, com o vapor de água na parte superior do equipamento, dando-se a transferência do soluto da fase aquosa para a fase orgânica. Simultaneamente, os vapores condensam em contacto com o condensador arrefecido por um refrigerante e a água e o solvente caem na zona central em forma de U. Nesta zona ocorre então a separação das duas fases por decantação, retornando cada uma delas ao respectivo balão. O processo de extracção teve a duração aproximada de 60 minutos;
- No fim da extracção, desliga-se o sistema e aguarda-se que arrefeça para que a fase orgânica que resta na zona de separação de fases seja transferida para o respectivo balão;

- À fase orgânica obtida é adicionado sulfato de magnésio anidro, de modo a garantir a ausência de água no extracto final. O sulfato de magnésio é depois retirado por filtração sob vácuo;
- O solvente foi por fim removido por evaporação no rotavapor.

O solvente escolhido para extrair os óleos essenciais das matérias-primas foi o éter dietílico.

Na Figura 10 apresenta-se a montagem de SDE utilizado neste trabalho.



Figura 10: Extracção SDE em laboratório.

3.1.2 Extracção sólido-líquido (Soxhlet)

Como foi referido no capítulo anterior, a extracção com Soxhlet é utilizada para a extracção contínua de analitos, existentes numa matriz sólida, para um solvente orgânico (Figura 11).

O sólido a extrair foi colocado num cartuxo feito a partir de papel de filtro e este foi colocado no aparelho de Soxhlet. Este tipo de equipamento, está representado nas Figura 7 e 11. Ao observar as figuras, verifica-se que o Soxhlet está localizado entre o balão que contem o solvente e o condensador, estando este em posição de refluxo.

Colocou-se no balão, cerca de 50 mL de solvente, sendo este aquecido.

Para esta extracção, o tempo de duração foi fixado (cerca de 2 horas). O solvente utilizado para este método foi o n-hexano.

A escolha deste solvente, deve-se ao facto de se ter extraído os óleos essenciais a partir de três matérias-primas diferentes. Assim sendo, para haver um termo de comparação

nos valores do rendimento desta extracção, apenas foi seleccionado um solvente (o n-hexano).



Figura 11: Extracção por Soxhlet efectuada no laboratório.

3.1.3 Destilação por arrastamento de vapor de água

O isolamento de óleos essenciais pode ser efectuado de diversos modos, sendo o mais corrente a destilação por arrastamento de vapor de água (Gomes e Oliveira, 2001).

Colocou-se uma certa quantidade de matéria-prima (essencialmente eucalipto e citrinos) num balão de fundo redondo com capacidade de 500 mL e adicionou-se 150 mL de água destilada. Preparou-se a montagem para a destilação directa por arrastamento de vapor de acordo com as figuras 8 e 12. Encheu-se o funil de separação com água destilada e aqueceu-se a mistura na manta de aquecimento.

Ao longo deste processo, verificou-se a formação de gotas “oleosas” na água. Uma vez iniciada a destilação, adicionou-se água da ampola de decantação ao mesmo fluxo em que decorria o processo de destilação, de modo a manter o nível de água constante no balão. O processo de destilação parou quando não se observava a formação de gotas oleosas na água e foram recolhidos cerca de 100 mL de destilado (Gomes e Oliveira, 2001).

Este líquido de destilado foi transferido para uma ampola de decantação de 250 mL e executaram-se 3 extracções com 20 mL de éter etílico. A fase orgânica foi transferida para um matraz com a capacidade de 100 mL, contendo algum sulfato de magnésio anidro (para remover a água ainda existente na fase aquosa). Este foi filtrado sob vácuo e o líquido transferido para um balão de 100 mL. Posteriormente, o excesso de solvente foi removido, utilizando para tal um Rotavapor.

A escolha do éter etílico como sendo o solvente para este tipo de extracção, reside no facto de os óleos essenciais de eucalipto serem solúveis em álcool, éter etílico e benzeno (Silveira e Vitti, 2005). O álcool é solúvel em água, pelo que não seria possível separar os óleos essenciais da solução aquosa. Relativamente ao benzeno, este é um produto tóxico, pelo que este foi rejeitado.



Figura 12: Montagem laboratorial da destilação por arrastamento.

Nota: A evaporação do solvente nos extractos de todos os métodos utilizados, foi feita de forma a evaporar todo o solvente (quando não se verificava mais diminuição de volume de óleo no balão).

3.2 Purificação do óleo de fritura

Neste trabalho, foram utilizados óleos de fritura usados como matéria-prima para a produção de sabão. Para garantir que o produto final (o sabão) tivesse boa qualidade, foram efectuados tratamentos prévios aos óleos usados.

Normalmente estes tratamentos têm algumas desvantagens, tais como, consumo energético e gastos com a utilização de adsorventes. Para minimizar estes impactos negativos neste trabalho, efectuou-se lavagens com água quente removendo impurezas solúveis em água e posteriormente removeu-se outro tipo de impurezas por adsorção com casca de amêndoa.

3.2.1 Lavagem do óleo com água quente

O tratamento dos óleos usados teve como objectivo a eliminação de resíduos sólidos resultantes do processo de fritura (pão ralado, ovo, restos de alimentos, etc.), fuligens e cinzas (devido aos óleos de fritura estarem sujeitos a aquecimento intenso), assim como cheiros característicos dos óleos usados.

A utilização da lavagem com água quente serviu para eliminar resíduos sólidos e eliminar impurezas solúveis em água. O processo consistiu na agitação, mistura e decantação numa ampola. Este processo foi efectuado em duplicado para igual volume água/óleo usado. Neste trabalho o volume seleccionado foi de 200 mL de água e de óleo usado.

Este processo está esquematizado na figura 13.

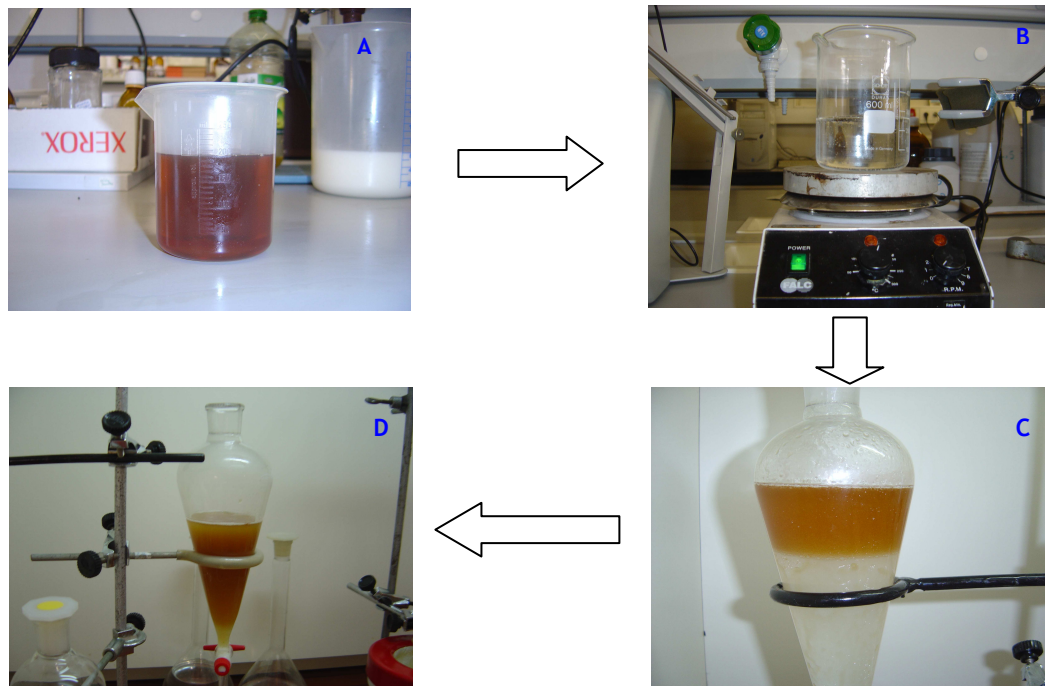


Figura 13: Processo de lavagem do óleo usado com água quente.

(A): Aspecto do óleo usado; (B): Aquecimento da água; (C): Formação de duas fases após a agitação vigorosa do óleo com a água; (D): Aspecto do óleo após a lavagem.

3.2.2 Tratamento do óleo com casca de amêndoa moída

O procedimento seleccionado para o tratamento do óleo usado com casca de amêndoa moída consistiu na adição de uma determinada quantidade de casca a um determinado volume de óleo já lavado com água quente. Neste trabalho a razão entre a massa de casca de amêndoa moída e o volume de óleo a tratar foi de 3 g para 100 mL. Seguidamente, a solução foi agitada com o auxílio de um agitador mecânico durante o período de 1 hora. Finalmente removeu-se a casca de amêndoa através de filtração em vácuo. De notar, que este processo foi efectuado duas vezes, de modo a obter-se um óleo mais limpo.

Na Figura 14 está representado o procedimento para tratamento a nível laboratorial.

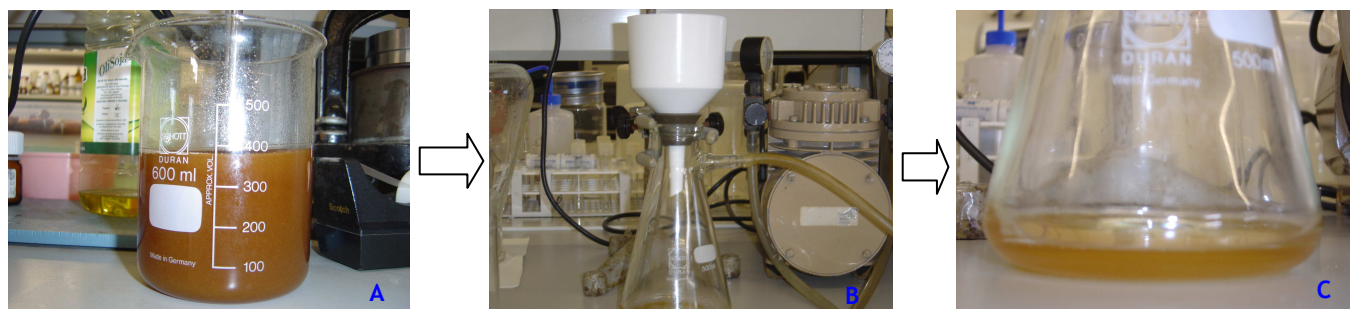


Figura 14: Tratamento do óleo usado com casca de amêndoa moída.

(A): Mistura do óleo com a casca de amêndoa com o auxílio do agitador mecânico; (B): Remoção da casca de amêndoa utilizando a filtração sob vácuo; (C): Aspecto do óleo após o tratamento com casca de amêndoa.

Nota: No segundo tratamento do óleo usado utilizando a casca de amêndoa a razão entre a massa de casca de amêndoa moída e o volume de óleo a tratar foi de 2g para 100 mL.

3.3 Produção de sabão

3.3.1 Selecção da metodologia da produção de sabão

Um dos pontos mais importantes para este trabalho foi a determinação da quantidade ideal de base (solução de KOH) a adicionar à gordura, para que o sabão final tivesse características não muito alcalinas (pH aceitável para utilizar como produto de higiene pessoal) e uma consistência parecida aos produtos vendidos comercialmente.

Foram testados vários métodos de produção de sabão, alguns destes procedimentos estão disponíveis via Internet. O método escolhido foi aquele em que se utiliza hidróxido de potássio, carbonato de potássio, gordura e água. O carbonato de potássio, tem como finalidade a manutenção da consistência do sabão líquido.

O maior obstáculo desta produção foi a formação de duas fases no produto final. Outro obstáculo encontrado foi a dificuldade de determinar a quantidade de sabão produzido, uma vez que o sabão líquido produzido, para além de conter sabão, contém outros componentes, nomeadamente água.

O tempo de reacção de saponificação foi determinado através do controlo diário do valor de pH, considerou-se que a reacção terminava quando este valor se mantinha constante.

Na Figura 15, apresenta-se uma sucessão de fotografias que explicam o método seleccionado de produção de sabão líquido.

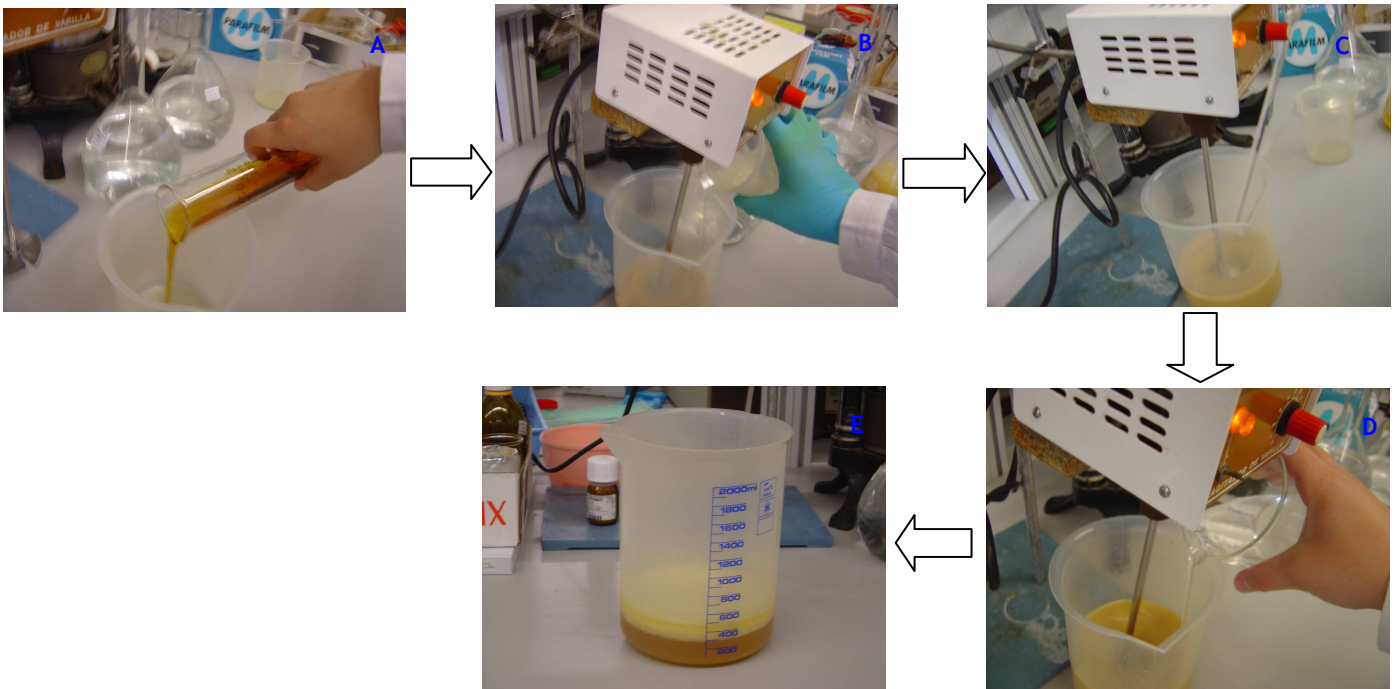


Figura 15: Produção de sabão líquido.

(A): Introdução do óleo no gobelé; (B): Adição de KOH ao óleo; (C): Adição de K_2CO_3 ao óleo; (D): Adição de água destilada; (E): Aspecto do sabão ao fim de algum tempo de repouso.

3.3.2 Incorporação da essência na casca de amêndoa

Para tornar o sabão mais agradável de ser utilizado foi necessário incorporar óleo essencial.

Houve entretanto uma prévia incorporação dos óleos essenciais na casca de amêndoa (fixador de aroma). O procedimento consistiu na diluição prévia de 4 mL de óleo essencial em 2 mL de água. Em seguida, pesou-se uma determinada quantidade de casca de amêndoa que foi adicionado à solução, permanecendo com agitação (com o auxílio do agitador magnético) durante 1 dia (Figura 16).

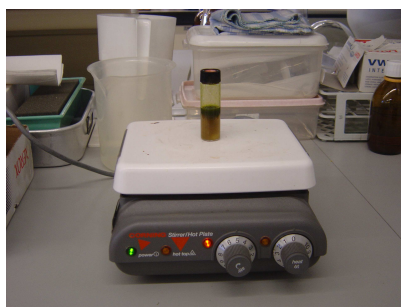


Figura 16: Incorporação do óleo essencial na casca de amêndoa.

3.3.3 Incorporação da essência e de esfoliante no sabão

Os óleos essenciais com o esfoliante são apenas aditivos do sabão. Estes só foram adicionados ao sabão, depois da maturação do sabão (i.e. quando a reacção de saponificação estava completa) de modo a não correr o risco de os óleos essenciais ficarem degradados com a presença das bases utilizadas.

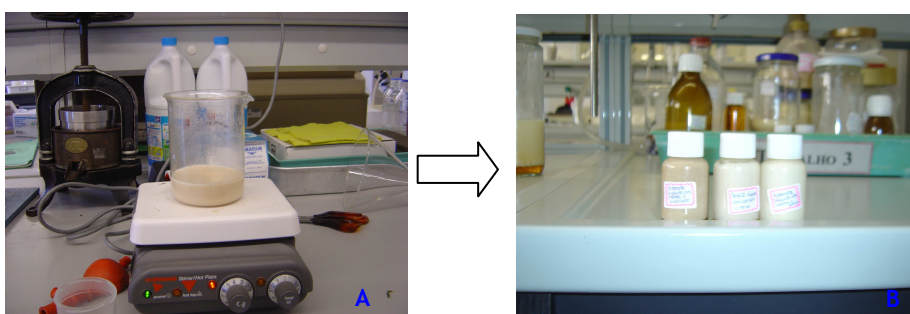


Figura 17: Incorporação da essência e de esfoliante no sabão.

- (A) Incorporação com o auxílio da agitação magnética
- (B) Aspecto do produto final.

4 Discussão dos Resultados

4.1 Extracção de essências

4.1.1 Extracção de Essências por SDE

Nas tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os rendimentos da extracção de óleos essenciais por SDE para a esteva, eucalipto e citrinos, respectivamente. É importante referir que estes extractos não apresentam cor.

Tabela 1: Rendimento da extracção por SDE para a Esteva.

Ensaio	$m_{\text{mat}} \text{ sólida /g}$	$m_{\text{óleo}} \text{ essencial obtido /g}$	$\eta / \%$
1	20,4660	1,2123	5,9
2	20,5630	0,6407	3,1
3	20,1239	1,3968	6,9
4	20,0968	0,9857	4,9
5	21,4358	1,3964	6,5

Tabela 2: Rendimento da extracção por SDE para o Eucalipto.

Ensaio	$m_{\text{mat}} \text{ sólida /g}$	$m_{\text{óleo}} \text{ essencial obtido /g}$	$\eta / \%$
1	21,3456	0,5081	2,4
2	20,5271	0,6296	3,1
3	20,2863	0,8649	4,3
4	20,2789	1,3324	6,6
5	20,3939	1,2922	6,3
6	10,4792	0,7561	7,2

Tabela 3: Rendimento da extracção por SDE para os Citrinos.

Ensaio	$m_{\text{mat}} \text{ sólida /g}$	$m_{\text{óleo}} \text{ essencial obtido /g}$	$\eta / \%$
1	24,1745	0,5835	2,4
2	20,4877	0,8681	4,2
3	20,9078	0,6880	3,3
4	21,4904	0,8559	4,0
5	21,9973	1,0871	4,9

Ao observar os resultados verifica-se existir uma certa concordância no valor da eficiência desta extracção. Os tempos de extracção e de secagem são factores bastantes importantes nas eficiências de extracção e por isso foram controlados.

4.1.2 Extracção de Essências por Soxhlet

Nas tabelas 4, 5 e 6 são apresentados os rendimentos da extracção de óleos essenciais por Soxhlet para a esteva, eucalipto e citrinos, respectivamente.

Tabela 4: Rendimento da extracção por Soxhlet para a Esteva.

Ensaio	$m_{\text{sólido}} / \text{g}$	$V_{\text{solvente}} / \text{mL}$	$t_{\text{ext}} / \text{h}$	$m_{\text{óleo essencial obtido}} / \text{g}$	$\eta / \%$
1	10,3566	50	2	0,9021	8,7
2	4,6829	50	2	1,8249	39,0
3	4,7742	50	2	1,9941	41,8
4	5,8298	50	2	0,8071	13,8
5	6,5462	50	2	1,1771	18,0
6	4,8161	50	2	1,2474	25,9

Tabela 5: Rendimento da extracção por Soxhlet para o Eucalipto.

Ensaio	$m_{\text{sólido}} / \text{g}$	$V_{\text{solvente}} / \text{mL}$	$t_{\text{ext}} / \text{h}$	$m_{\text{óleo essencial obtido}} / \text{g}$	$\eta / \%$
1	7,1443	50	2	1,0904	15,3
2	4,2298	50	2	0,8141	19,2
3	4,3545	50	2	0,8938	20,5
4	3,8454	50	2	0,8383	21,8
5	3,3115	50	2	0,6919	20,9
6	2,9889	50	2	0,6509	21,8

Tabela 6: Rendimento da extracção por Soxhlet para os Citrinos.

Ensaio	$m_{\text{sólido}} / \text{g}$	$V_{\text{solvente}} / \text{mL}$	$t_{\text{ext}} / \text{h}$	$m_{\text{óleo essencial obtido}} / \text{g}$	$\eta / \%$
1	13,8358	50	2	0,3431	2,5
2	17,1406	50	2	0,3184	1,9
3	14,2560	50	2	0,5881	4,1
4	13,7208	50	2	0,6055	4,4
5	12,3024	50	2	0,7287	5,9
6	15,8611	50	2	0,7034	4,4
7	13,2279	50	2	0,7101	5,4
8	16,1940	50	2	1,1581	7,2
9	12,0355	50	2	0,4037	3,4
10	14,6294	50	2	0,6761	4,6
11	9,5457	50	2	0,8927	9,4
12	12,9899	50	2	0,8867	6,8

Relativamente aos ensaios para este tipo de extracção, os rendimentos estão de acordo com os valores obtidos Serra (2008), apesar de existirem algumas oscilações (o que é natural, dado a grande incerteza do método de extracção e posterior secagem).

De referir que, para além de extrair os óleos essenciais, estes extraem os carotenos e clorofilas da matriz sólida que dão cor laranja aos citrinos e cor verde para a esteva e eucalipto. Portanto, relativamente aos outros métodos de extracção, os valores de rendimento obtidos por Soxhlet são superiores devido à justificação acima assinalada.

4.1.3 Extracção de Essências por Destilação por Arrastamento de Vapor de Água

Nas tabelas 7 e 8 são apresentados os rendimentos da extracção de óleos essenciais por Destilação por arrastamento por vapor de água para o eucalipto e citrinos, respectivamente.

Tabela 7: Rendimento da extracção por Destilação por arrastamento de vapor de água para o Eucalipto.

Ensaio	$m_{\text{sólido}} / \text{g}$	$V_{\text{solvente}} / \text{mL}$	$t_{\text{ext}} / \text{h}$	$m_{\text{óleo essencial obtido}} / \text{g}$	$\eta / \%$
1	14,1091	150	1,5	0,2407	1,7
2	11,5244	150	1,5	0,0451	0,4
3	11,7084	150	1,5	0,1853	1,6
4	12,5252	150	1,5	0,1243	1,0
5	11,4744	150	1,5	0,6763	5,9
6	9,5610	150	1,5	0,5110	5,3
7	10,1079	150	1,5	0,5110	5,1
8	11,4636	150	1,5	0,1400	1,2
9	14,9923	150	1,5	0,5307	3,5
10	11,5915	150	1,5	0,4250	3,7
11	15,2846	150	1,5	0,1432	0,9

Tabela 8: Rendimento da extracção por Destilação por arrastamento de vapor de água para os Citrinos.

Ensaio	$m_{\text{sólido}} / \text{g}$	$V_{\text{solvente}} / \text{mL}$	$t_{\text{ext}} / \text{h}$	$m_{\text{óleo essencial obtido}} / \text{g}$	$\eta / \%$
1	17,2407	150	1,5	0,9904	5,7
2	16,563	150	1,5	0,057	0,3
3	12,7358	150	1,5	0,2154	1,7
4	11,7402	150	1,5	0,4991	4,3
5	14,6132	150	1,5	0,3353	2,3
6	26,3423	150	1,5	0,0951	0,4

Os valores do rendimento da extracção por destilação por arrastamento de vapor de água, relativamente aos ensaios do eucalipto, estão de acordo com os valores obtidos por Gil *et al.* (2005). É de destacar que os ensaios 5, 6 e 7 da tabela 7, têm valores de rendimento acima do esperado. A justificação reside no facto do solvente não ter sido totalmente removido no processo de secagem a pressão reduzida (Rotavapor).

De acordo com (Gil *et al.*, 2005), apesar de os valores do rendimento através da destilação por arrastamento de vapor de água serem baixos, este método é o mais adequado para a extracção dos óleos essenciais do eucalipto.

Nos ensaios realizados com os citrinos, é de destacar a inconstância do valor do rendimento. A justificação para este acontecimento já foi referida anteriormente.

4.1.4 Incorporação das Essências na Casca de Amêndoa

Relativamente a estes ensaios, tentou-se utilizar a relação quantidade de casca de amêndoa /volume de solução, semelhante à relação utilizada no tratamento do óleo usado (3g de casca/ 100 mL de óleo). Portanto, a relação utilizada foi de 120 mg de casca /6 mL de solução (água e óleo essencial).

Para estes ensaios, utilizou-se a casca de amêndoa com o diâmetro mais pequeno disponível no laboratório ($d < 147 \mu\text{m}$).

As observações efectuadas a estes ensaios, estão expostos na tabela 9.

Tabela 9: Observações efectuadas à incorporação dos óleos essenciais na casca de amêndoa.

Ensaio	$m_{\text{casca de amêndoa}} / \text{g}$	$V_{\text{óleo essencial}} / \text{mL}$	$V_{\text{água}} / \text{mL}$	$t_{\text{agi}} / \text{h}$	Observações
1	0,1385	1	5	24	Odor pouco intenso
2	0,1469	2	4	24	Odor intenso
3	0,1331	4	2	24	Odor muito intenso
4	0,2107	4	2	24	Odor muito intenso
5	0,1874	4	2	24	Odor muito intenso
6	0,1738	4	2	24	Odor muito intenso
7	0,1738	5	1	24	Odor muito intenso

Ao analisar a tabela 9, verificou-se que a partir do segundo ensaio o odor da solução era intenso. A melhor solução encontrada para que a razão entre a água / óleo essencial foi de 2 mL para 4 mL, respectivamente. A justificação para esta solução, reside no facto de que se quer que o produto final contenha óleo essencial suficiente para que este possa fornecer um aroma agradável ao sabão. Embora o ensaio 7 obtivesse um bom resultado, no que toca ao odor, este não foi a melhor solução, já que para obter um volume considerável de óleo essencial foram necessários bastantes ensaios.

4.2 Lavagem e Tratamento de Óleos Usados

4.2.1 Lavagem do Óleo

A lavagem do óleo com água quente produziu bons resultados, uma vez que o óleo se apresentou bastante mais limpo do que era originalmente. No entanto, esta lavagem não removeu as partículas hidrofóbicas (as que não são solúveis em água), nem os odores característicos a fritura.

Na Figura 18, apresentam-se as diferenças entre o óleo de fritura antes de qualquer tratamento e após a lavagem a água quente.

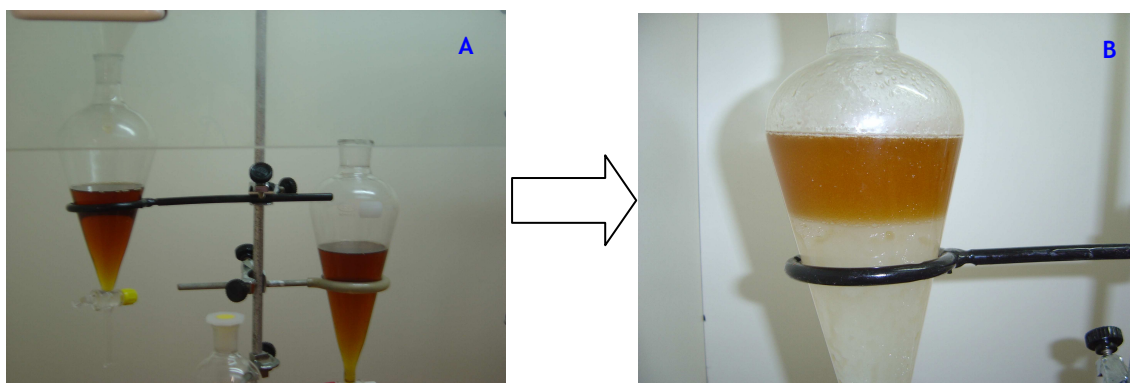


Figura 18: Comparação entre o óleo usado sem qualquer tratamento (A) e com o tratamento com água quente (B).

4.2.2 Tratamento do Óleo com Casca de Amêndoa

Neste projecto foram testados dois métodos relativamente ao tratamento do óleo com casca de amêndoa:

- Tratar uma vez o óleo com casca de amêndoa;
- Tratar duas vezes o óleo com casca de amêndoa.

Na figura 19, apresentam-se as diferenças entre estes dois métodos de tratamento com a casca de amêndoa.

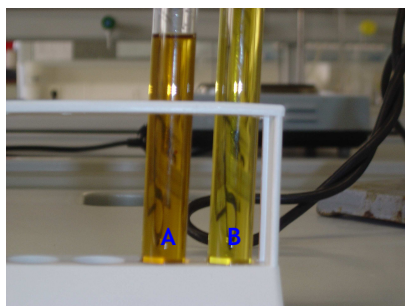


Figura 19: Comparação entre o óleo tratado uma vez com a casca de amêndoa (A) e com o óleo tratado duas vezes com a casca de amêndoa (B).

Ao experimentar estes dois métodos, conclui-se que aquele que produz melhores resultados, óleo com a coloração mais translúcida e com menos odores, será o tratamento efectuado duas vezes do óleo com a casca de amêndoa.

A casca de amêndoa utilizada para este tratamento, tinha o diâmetro $<147 \mu\text{m}$.

Em seguida, determinou-se a quantidade de perdas volúmicas, ao realizar filtrações sucessivas utilizando o vácuo. Os resultados estão assinalados na tabela 10.

Tabela 10: Determinação da quantidade de perdas durante o tratamento do óleo com a casca de amêndoa.

Ensaio	1.ª Fase			2.ª Fase				$\eta_{\text{final}}/\%$
	$V_{\text{ini}}(\text{óleo})$ /mL	$m_1(\text{casca})$ /g	t_{agi} /h	$V_2(\text{óleo})$ /mL	$m_2(\text{casca})$ /g	t_{agi} /h	$V_{\text{fin}}(\text{óleo})$ /mL	
1	350	10,5686	1	320	6,4027	1	300	85,7
2	375	7,5629	1	325	6,5622	1	300	80,0
3	400	12,1380	1	350	7,0182	1	325	81,3
4	350	10,5836	1	300	6,1290	1	250	71,4
5	350	10,5301	1	350	7,0750	1	300	85,7
6	375	11,2835	1	325	6,5108	1	300	80,0

Estes resultados demonstram que durante o processo de filtração não se perde em termos de volume, muito óleo tratado. As perdas são justificadas pelo facto de no fundo do gobelé ficar muita casca de amêndoa depositada. Como a partir de algum tempo os filtros ficam saturados, para acelerar o processo de filtração algum óleo acaba por se desperdiçar.

4.3 Produção de Sabão Líquido

4.3.1 Obtenção do Melhor Método

O objectivo deste trabalho foi produzir sabão líquido, usando para tal o hidróxido de potássio em vez de hidróxido de sódio (utilizado na produção de sabão sólido). No entanto, desconhecia-se qual a quantidade necessária a adicionar para obter um produto com consistência líquida.

Foi necessária uma pesquisa exaustiva. Nesta encontraram-se várias “receitas” para produzir sabão líquido, efectuando-se alguns testes no laboratório.

Os resultados verificados pelos vários métodos pesquisados estão representados sob a forma de tabela (Anexo 1, tabela 1).

Analisando estes resultados, verifica-se que o melhor método de produção de sabão líquido foi o seguinte:

- $[\text{KOH}] = 2,181 \times 10^{-3} \text{ mol/mL}$
- $[\text{K}_2\text{CO}_3] = 2,181 \times 10^{-3} \text{ mol/mL}$
- $V (\text{KOH}) = 120 \text{ mL}$
- $V (\text{K}_2\text{CO}_3) = 40 \text{ mL}$
- $V (\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ mL}$
- $V (\text{óleo}) = 150 \text{ mL}$

A razão pela qual se deu preferência a este método, deve-se ao facto do objectivo deste projecto ser a produção de sabão a uma escala próxima de 1 litro. Apesar do método em que a concentração das duas bases é superior resultar num sabão líquido, mesmo após o tempo de maturação, esta foi rejeitada. A justificação para essa rejeição vai ser explicada posteriormente na secção 4.3.2.

Apesar do sabão apresentar uma consistência líquida, após agitação, formavam-se duas fases. Este problema ocorre porque a glicerina e outros resíduos (vestígios de óleo, base que não reagiu e alguma água) que depositou na parte inferior e não são incorporadas neste tipo de sabão. No final, o sabão teve de ser separado destes resíduos através de decantação simples. Como a fase de baixo era bastante viscosa, teve-se de se rejeitar a utilização ampola de decantação visto que este fluido não passar na torneira. Utilizou-se então como alternativa à ampola, um funil que continha uma mangueira e uma torneira de modo a regular o caudal do fluido e, conseqüentemente, a separação desta duas fases.

4.3.2 Variação do Valor de pH e Determinação do Tempo de Reacção de Saponificação

Para o sabão ser utilizado como produto de higiene pessoal, este tem de ter um pH próximo do neutro (i.e a gama aceitável do valor de pH para este produto é entre 7 e 9).

Após a agitação, o sabão produzido tinha o valor de pH 14, ou seja, era bastante alcalino, não podendo ser utilizado.

Para determinar a evolução do valor de pH ao longo do tempo, colocou-se uma amostra de sabão (aproximadamente 1 mL) numa proveta, à qual se adicionou água destilada (aproximadamente 5 mL), sendo posteriormente agitado esta mistura no vórtex. Após agitação, foi determinado o pH com tira medidora de pH (Serra, 2008).

O valor de pH foi medido para os dois melhores métodos de produção de sabão líquido seleccionados. Ou seja, para a concentração de KOH e K_2CO_3 de $6,143 \times 10^{-3}$ mol/mL e de $2,181 \times 10^{-3}$ mol/mL. Os resultados, estão expressos na Figura 20.

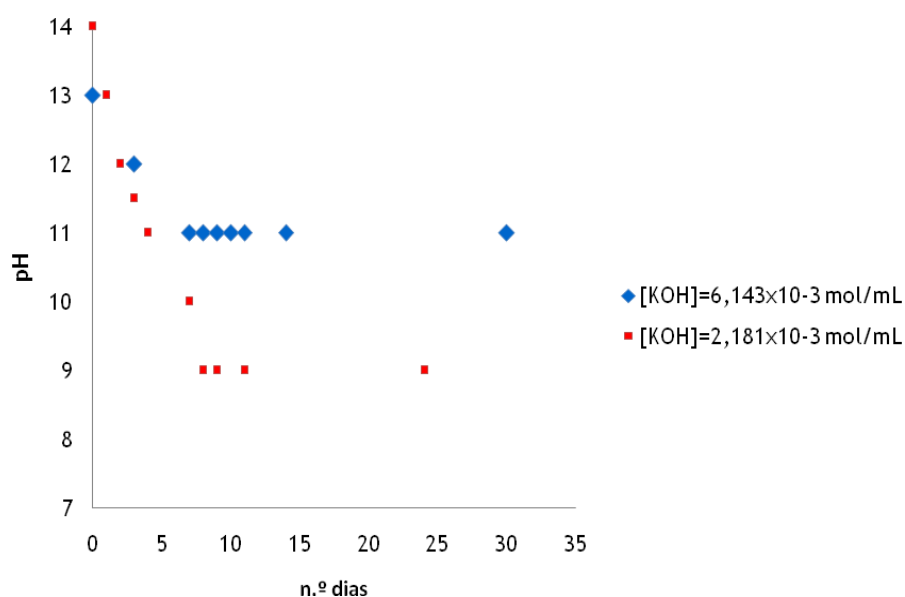


Figura 20: Evolução do pH do sabão ao longo do tempo.

Em ambos os métodos o tempo de reacção de saponificação foi cerca de oito dias.

No entanto, apesar dos dois métodos referidos permitirem obter um sabão com a textura agradável, no método cuja concentração das duas bases é superior o valor do pH estabilizou a 11. Tendo como intuito, a utilização deste sabão como produto de higiene pessoal, este método foi rejeitado, dado que o sabão formado possui um pH bastante alcalino.

O melhor método de produção, é aquele que permite obter um produto com um pH mais próximo da neutralidade. Sendo assim, conclui-se que a melhor concentração para as 2 bases era a de $2,181 \times 10^{-3}$ mol/mL.

4.3.3 Incorporação dos Óleos Essenciais e Esfoliante no Sabão

Outro desafio para este projecto foi a incorporação dos óleos essenciais e do esfoliante no sabão. Existiu uma incorporação prévia dos óleos essenciais na casca de amêndoa, de modo a evitar o risco de estes, em contacto com o sabão se degradar.

Foram testados várias massas de casca de amêndoa, começando com uma massa inicial de 1 g ($d < 147 \mu\text{m}$) para 125 mL de sabão. Com a adição desta quantidade, uma grande parte da casca depositava-se no fundo do gobelé, conferindo um aspecto pouco atractivo ao sabão. Para solucionar este problema, decidiu-se diminuir a massa de casca a ser introduzida (0,250 g de casca a ser introduzida no produto final). Com esta quantidade obteve-se um produto com um aspecto mais atractivo.

4.4 Aceitação do Produto pela Comunidade

4.4.1 Análise do Inquérito à Comunidade

Como uma possível utilização deste tipo de produto pretende ser a utilização nas instalações sanitárias numa instituição pública (exemplo a FEUP), de modo a criar um ciclo interno de consumo, foi efectuado um inquérito sobre produtos de higiene pessoal (sabão). Este inquérito foi efectuado quer a pessoas pertencentes à comunidade FEUP, quer a pessoas fora desta instituição, de modo a obter uma opinião sobre o aproveitamento de resíduos e a produção de um produto de higiene pessoal de boa qualidade, a partir destes. O inquérito encontra-se no Anexo 2 e os resultados sob a forma de gráficos inseridos no mesmo anexo.

4.4.2 Principais Resultados e Sugestões do Inquérito

Relativamente ao número de respostas obtidas neste inquérito, obteve-se uma amostra de população significativa, de modo a ser possível analisar os resultados destes e retirar daí as principais sugestões, num possível trabalho futuro.

Ao observar os resultados deste inquérito, pode-se verificar que a maior parte da população inquirida achava que a produção de sabão líquido a partir de óleos usados e a criação de um ciclo interno de gestão constituía uma boa ideia. As pessoas estão mais cientes

dos problemas ambientais acarretados pelo despejo directo de óleos usados nos sistemas de esgoto.

Outra observação a retirar deste inquérito foi que quase a totalidade das pessoas inquiridas, preferem para uma instalação sanitária pública um sabonete líquido. A razão apontada por todos os inquiridos, está relacionada com um doseamento mais controlado do sabão que utilizavam ao lavar as mãos e também pelo facto do sabonete líquido ser mais higiénico que o sabonete sólido.

Uma sugestão retirada deste inquérito foi a incorporação de creme hidratante no sabão. Um número significativo dos inquiridos aprecia este aditivo num produto de higiene pessoal. Este resultado, pode servir de motivação para um trabalho futuro nesta área.

5 Conclusões

Com este trabalho conclui-se que os óleos alimentares usados provenientes da cantina da Faculdade de Engenharia do Porto podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de sabão com um pH, aspecto e aroma comparável aos comerciais. Este produto pode permitir criar, um ciclo interno de gestão que beneficiará a nível económico e ecológico uma instituição de utilidade pública.

Relativamente aos tratamentos do óleo usado, verificou-se que o melhor método seria a lavagem com água quente seguido de tratamento com casca de amêndoa (em duplicado).

A escolha da casca de amêndoa está relacionada com o facto desta ser um bom adsorvente (com taxas de adsorção comparáveis aos do carvão activado), biodegradável e sobretudo ser bastante económico, dado este produto ser um resíduo agrícola.

Quanto à produção de sabão líquido, o melhor método de produção foi a adição de duas bases, o hidróxido de potássio (KOH) e o carbonato de potássio (K_2CO_3) ao óleo, seguido depois de agitação durante uma hora de água destilada. A função do carbonato de potássio no sabão líquido, consiste em mantê-lo líquido e acelera a reacção de saponificação. Ao controlar diariamente o pH do sabão, concluiu-se que a duração da reacção de saponificação é de aproximadamente 8 dias. Comparativamente à reacção de saponificação, utilizando o hidróxido de sódio (sabão sólido), verifica-se que esta reacção é mais rápida.

As eficiências dos vários métodos de extracção de óleos essenciais (SDE, *Soxhlet* e Destilação por arrastamento de vapor de água) têm valores diferentes consoante o tipo de óleo essencial que se pretende obter. O método de extracção por *Soxhlet* obteve valores de extracção mais elevados. Isto deve-se ao facto deste método além de extrair os óleos essenciais, extrai também outros compostos provenientes da planta (clorofilas, no caso da esteva e do eucalipto e carotenos no caso dos citrinos). No entanto, obteve-se valores considerados aceitáveis para todas as matérias-primas utilizadas.

A incorporação dos óleos essenciais na casca de amêndoa, demonstrou ser um bom método, além de não correr o risco destes degradarem contactarem com o sabão.

Da análise do inquérito sobre o nível de aceitação do produto, conclui-se que a apreciação é boa. No entanto, ainda existem algumas barreiras, no que toca à origem deste produto pelo que fica como sugestão uma maior divulgação deste produto nesta comunidade de modo a criar uma maior consciencialização. Outra sugestão retirada deste inquérito, incide sobre a incorporação de creme hidratante no sabão líquido.

6 Avaliação do trabalho realizado

6.1 Objectivos Realizados

Foi possível produzir sabão na forma líquida, a partir de óleos alimentares usados e incorporação de produtos naturais que valorizam o processo e o produto.

Verificou-se que o público em geral, aprecia a ideia de valorização dos óleos usados e a partir destes criar um produto de higiene de boa qualidade, comparável aos produtos vendidos comercialmente.

A incorporação dos óleos essenciais revelou ser um método bastante eficiente, dado que consegue manter a essência sem que ocorra degradação.

Os vários métodos de extracção de óleos essenciais demonstraram bons resultados boas eficiências, comparados com os valores obtidos no trabalho realizado anteriormente.

Resta mencionar que este projecto permitiu lembrar algumas tecnologias aprendidas durante o curso e aprender conceitos e experiências novas. O facto de obter um produto final aceitável partindo de um resíduo também foi um objectivo realizável e que permitiu uma realização pessoal.

6.2 Limitações e Trabalho Futuro

Os factores que limitaram o desenvolvimento deste trabalho foram o tempo da reacção de saponificação e a formação de 2 fases no produto final. Deste modo, a formação destas 2 fases implicando separar a glicerina não incorporando no produto final, o que forneceria propriedades hidratantes. Fica como sugestão, encontrar um método que permita a incorporação de glicerina, de modo a evitar a formação destas 2 fases indesejáveis.

Outro factor que limitou este trabalho, foi o facto de não se saber exactamente qual a composição química do óleo usado nem mesmo o do purificado. Isto é, não se sabiam quais eram os ácidos gordos e os restantes compostos desta matéria-prima. Ao desconhecer a composição, não se pode determinar qual o rendimento da reacção de saponificação. Como trabalho futuro, fica como sugestão a análise do óleo usado, através de métodos cromatográficos disponíveis na instituição.

Sugere-se ainda como trabalho futuro, o aumento da escala de produção do sabão, passando assim para uma escala piloto. Recomenda-se, que para este tipo de produção este

passa a ser contínuo. Era importante efectuar-se conjuntamente com a análise aos óleos (usados /purificado), uma análise cromatográfica aos óleos essenciais obtidos pelos métodos de extracção desenvolvidos (destilação por arrastamento de vapor de água, Soxhlet e SDE) de forma a saber qual o componente maioritário da mistura.

Outra sugestão passa pela análise económica da produção de sabão. Neste trabalho, a escala de produção utilizada era pequena, pelo que seria difícil uma análise económica credível. Ao passar para uma escala piloto, facilitaria esta análise.

Uma possível valorização deste trabalho seria a adição, para além do esfoliante e dos óleos essenciais, de creme hidratante.

6.3 Apreciação final

Relativamente ao trabalho efectuado conclui-se que se obteve um produto de qualidade aceitável.

Este trabalho, permitiu despertar de consciências no que toca à gestão e tratamento dos óleos usados. Pode servir de exemplo de como aproveitar um resíduo e valorizá-lo, criando na instituição um ciclo interno de gestão.

A descoberta das propriedades adsorventes da casca de amêndoa, permite solucionar alguns dos problemas actuais, por reavaliar os poderes de materiais excedentários ao invés de investir na criação de novos materiais.

Referências

- Ashurst, Philip R., Food Flavouring, 3rd Edition, 1-38, *Springer Verlag*, 1999.
- Becker, Heins; Werner; Berger, G.Domschke; Fanghanel, Egon; Faust, Jurgen; Fischer, Mechthild; Gentz, Fritjhof; Gewalt, Karl; Gluch, Reiner; Mayer, Roland; Muller, Klaus; Pavel, Dietrich; Schmidt, Hermann; Schollberg, Karl; Scwetlick, Klaus; Sieler, Erika; Zepepenfeld, Gunter, *Organikum - Química Orgânica Experimental*, 76-78, 83-85, *Fundação Calouste Glubenkian*, Lisboa, 1965.
- Bulut, Yazemin; Tez, Zeki, Adsorption studies on ground shells of hazelnut and almond, *Chemical Engineering Journal*, *Elsevier*, 29 de Agosto de 2006.
- Butler, H., Poucher's Perfumes, Cosmetics and Soaps, 10th edition, 453-465, *Kluwer Academic Publishers*, Grã Bretanha, 2000.
- Estevinho, B.N.; Ribeiro, E.; Alves, A.; Santos, L., A preliminary feasibility study for pentachlorophenol column sorption by almond shell residues, *Chemical Engineering Journal*, *Elsevier*, 2006.
- Freitas, Nívia Sueli de; Menecucci, Roberto Gões; Coelho, Ricardo Motta Pinto, Coleta e Reciclagem de Óleos de Fritura, *Recóleo, Coleta e Reciclagem de Óleo Vegetal*, Belo Horizonte, Brasil, 2008.
- Gil, M. Gabriela Bernardo; Ribeiro, M. Albertina; Esquível, M. Mercedes, Produção de extractos na Indústria Alimentar: uso de fluidos supercríticos, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2005.
- Gomes, Paulo; Oliveira, Maria Augusta, *Análise Química e Estrutural - Química Orgânica*, Publicação, Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Janeiro de 2001.
- Golmakani, Mohammad Taghi; Rezaei, Karamotallah, Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris*, *Journal of Food Chemistry*, Outubro de 2005.
- Hasenhuettl, G.L., Fats and Fatty Oils, 801-836, *Kirk-Othmer Encyclopedia*, Fevereiro de 2005.
- Jorgen, W., Fruit and Vegetable Processing-Improving Quality, *Woodhead Publishing*, 2002.

- Linhas de Definição Estratégica do Sistema de Gestão dos óleos alimentares usados, Relatório de Actividades, *Instituto Português do Ambiente Lda.*, Lisboa, Portugal, Fevereiro de 2004.
- Morrisson, Robert T. Boyd, Robert N., Química Orgânica 13ª edição, 1255-1264, *Fundação Calouste Glubenkian*, Lisboa, Portugal, Novembro de 1996.
- Regina, Jorge, Industrialização da Esteva. Relatório de Estágio, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 1988.
- Serra, Eloísa Joana Pereira da, Valorização de Produtos Naturais e Incorporação de Aromas em Produtos de Higiene Pessoal. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Fevereiro de 2008.
- Shugar, Gershon J.; Ballinger, Jack T.; Dawkinc, Linda M., Chemical Technician's Ready Reference Handbook, 479, *Mc-Graw Hill*, New York, United States of America, 1996.
- Shultz, Thomas H.; Flath, Robert A.; Mon, Richard; Egging, Sue B.; Tenashi, Roy, Isolation of Volatile Components from a Model System, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, Volume nº 25, n.º 3, 1977.
- Silva, Ana Raquel, Valorização de Produtos Naturais na Incorporação de Aromas em Produtos de Higiene Pessoal. Relatório da disciplina Projecto de Investigação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Outubro de 2006.
- Silveira, Andrea M. Vitti, José Otávio de Brito, Óleo essencial de Eucalipto. Publicação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, Agosto de 2003.
- Teixeira, Salomé de Sousa, Determinação de Compostos Orgânicos de Grande Valor Comercial em Extractos Vegetais-Estudo de novas técnicas de extracção. Tese de Mestrado, 17-24, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2003.

Sites pesquisados na Internet:

- <http://www.infopedia.pt>, site acedido a 29 de Maio de 2008

Anexo 1 Produção de Sabão Líquido

Como foi mencionado no capítulo referente ao melhor método de produção de sabão, a tabela 1, mostra as várias metodologias de produção de sabão líquido.

Tabela A. 1: Condições experimentais para a produção de Sabão Líquido.

Ensaio	[KOH] / mol x mL ⁻¹	V(KOH) / mL	[K ₂ CO ₃] / mol x mL ⁻¹	V (K ₂ CO ₃) / mL	V (óleo) /mL	V (H ₂ O) /mL	Observações
1	6,393×10 ⁻³	20	*****	*****	25	*****	Muito Líquido
2	1,340×10 ⁻²	20	*****	*****	25	*****	Muito Espesso
3	8,932×10 ⁻³	20	*****	*****	25	*****	Muito Espesso
4	1,342×10 ⁻²	25	*****	*****	30	*****	Muito Espesso
5	1,090×10 ⁻²	20	*****	*****	25	*****	Muito Espesso
6	8,957×10 ⁻³	20	*****	*****	25	*****	Muito Espesso
7	1,371×10 ⁻²	20	*****	*****	35	*****	Muito Espesso
8	7,839×10 ⁻³	20	*****	*****	25	*****	Algo Líquido
9	7,839×10 ⁻³	20	*****	*****	25	20	Espesso
10	7,839×10 ⁻³	20	*****	*****	25	60	Espesso
11	6,143×10 ⁻³	40	*****	*****	30	60	Espesso
12	6,143×10 ⁻³	20	*****	*****	25	80	Reacção Incompleta
13	6,143×10 ⁻³	60	*****	*****	75	180	Forma 2 fases
14	6,143×10 ⁻³	60	*****	*****	75	180	Forma 2 fases
15	6,143×10 ⁻³	40	6,143×10 ⁻³	20	75	180	Forma 2 fases
16	2,181×10 ⁻³	40	2,181×10 ⁻³	20	75	200	Forma 2 fases
17	2,181×10 ⁻³	60	2,181×10 ⁻³	20	75	100	Forma 2 fases
18	2,181×10 ⁻³	60	2,181×10 ⁻³	20	75	100	Forma 2 fases
19	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma 2 fases
20	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma 2 fases
21	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma 2 fases

Tabela A.1. (continuação): Condições experimentais para a produção de Sabão Líquido.

Ensaio	[KOH] / mol x mL ⁻¹	V (KOH) / mL	[K ₂ CO ₃] / mol x mL ⁻¹	V (K ₂ CO ₃) / mL	V (óleo) /mL	V (H ₂ O) /mL	Observações
22	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma 2 fases
23	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma 2 fases
24	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma duas fases
25	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma duas fases
26	2,181×10 ⁻³	120	2,181×10 ⁻³	40	150	200	Forma duas fases
27	2,181×10 ⁻³	240	2,181×10 ⁻³	80	300	400	Forma duas fases
28	2,181×10 ⁻³	60	2,181×10 ⁻³	20	75	100	Forma duas fases
29	2,181×10 ⁻³	240	2,181×10 ⁻³	80	300	400	Forma duas fases
30	2,181×10 ⁻³	270	2,181×10 ⁻³	30	300	100	O sabão solidificou
31	2,181×10 ⁻³	70	2,181×10 ⁻³	10	75	50	O sabão solidificou
32	2,181×10⁻³	240	2,181×10⁻³	80	300	400	Forma duas fases
33	2,181×10 ⁻³	240	2,181×10 ⁻³	80	300	400	Forma duas fases

Anexo 2 Questionário efectuado sobre os Produtos de Higiene Pessoal (Sabão) e Resultados Obtidos (sob a forma de gráfico)

A seguir, apresenta-se o questionário efectuado sobre os Produtos de higiene pessoal (sabão).

1. Qual é o seu sexo?

Masculino

Feminino

2. Diga qual é a sua idade:

10-20 anos

20-30 anos

30-40 anos

40-50 anos

+ 50 anos

3. Pertence à comunidade FEUP?

Sim

Não

Nota: Se respondeu Não a esta questão, avance para a pergunta n.º 5

4. Qual é o seu estatuto nesta instituição?

Aluno

Docente

Investigador

Não Docente (i.e. funcionários, técnicos)

5. Relativamente à produção e desenvolvimento de um produto de higiene pessoal a partir de óleos alimentares usados, de modo a incentivar o ciclo interno de consumo de uma dada instituição pública, diga o que é que acha desta ideia?

Muito Má

Má

Razoável

Boa

Muito Boa

Não tenho opinião

6. Se soubesse que um determinado produto de higiene pessoal era feito a partir de óleos alimentares usados o usaria?

Sim

Não

7. Na sua opinião, qual seria o tipo de sabonete mais adequado para uma instalação sanitária pública?

Sólido

Líquido

8. Ao consumir um produto de higiene pessoal, diga quais são a(s) característica(s) que aprecia(m) mais?

Relação preço/qualidade

Marca

Textura

Aspecto

Cheiro

Quantidade de espuma produzida

Incorporação de creme hidratante

Incorporação de esfoliante

Seguidamente, apresenta-se sob a forma de gráfico os resultados do inquérito efectuado.

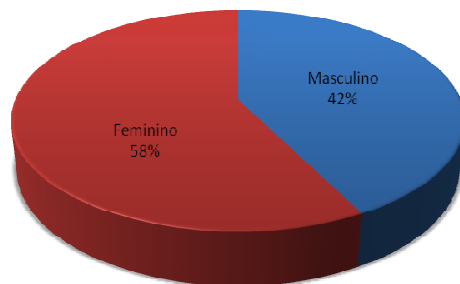


Figura A.1: Gráfico que mostra a percentagem de respostas obtidas de cada população.

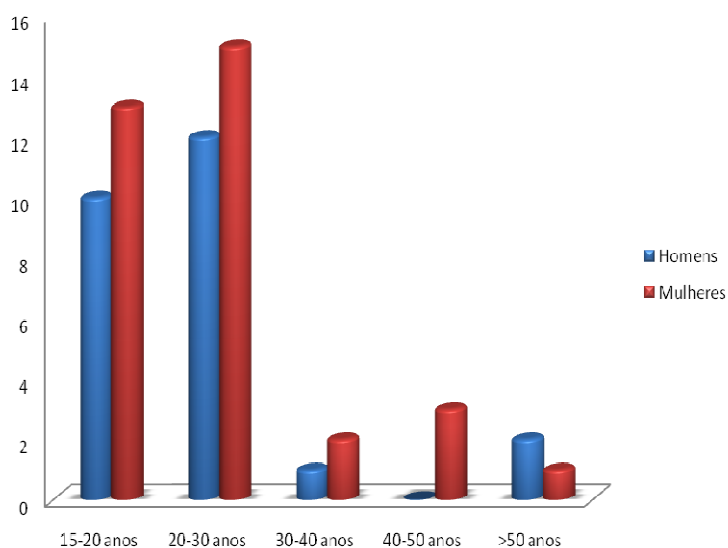


Figura A.2: Distribuição de idades da população que responderam ao inquérito.

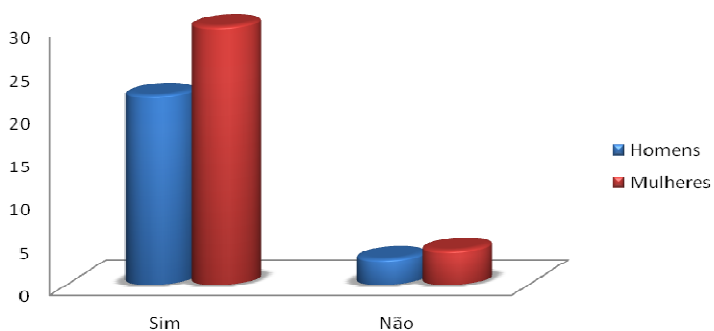


Figura A.3: Distribuição da população que respondeu se pertencia ou não à comunidade FEUP.

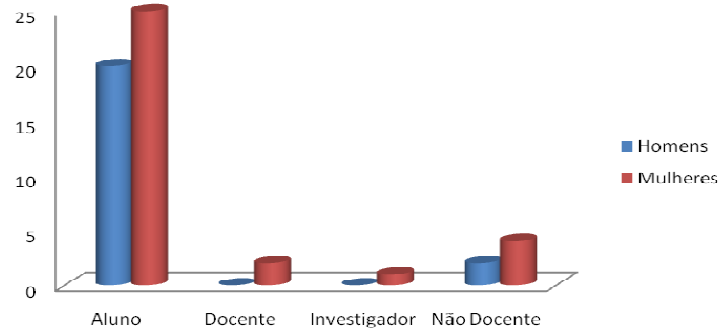


Figura A.4: Gráfico representativo do número de respostas obtidas em cada estatuto existentes na FEUP, para ambas populações.

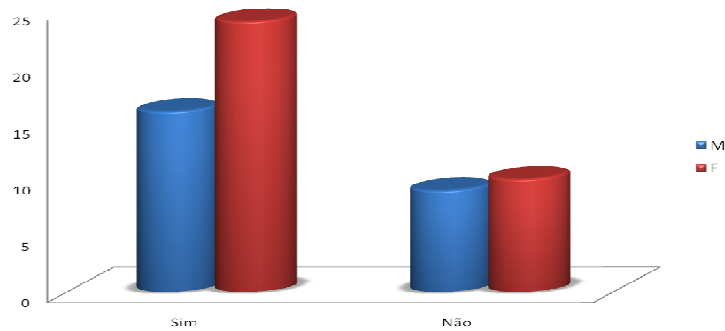


Figura A.5: Gráfico representativo do conhecimento ou não da população inquirida sobre a produção de produtos de higiene pessoal a partir de óleos usados.

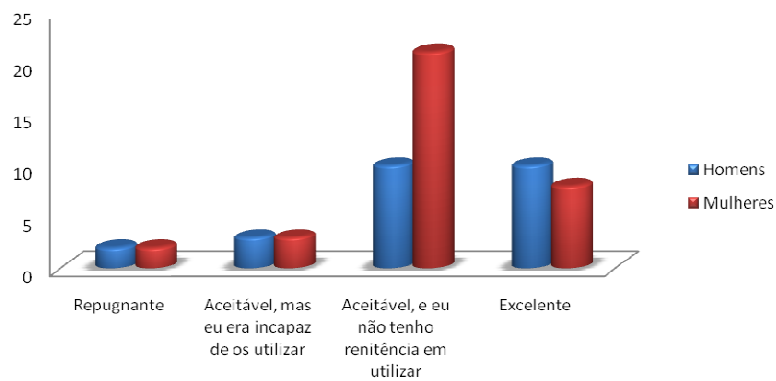


Figura A.6: Gráfico representativo sobre a opinião da população inquirida sobre a produção de produtos de higiene pessoal a partir de óleos usados.

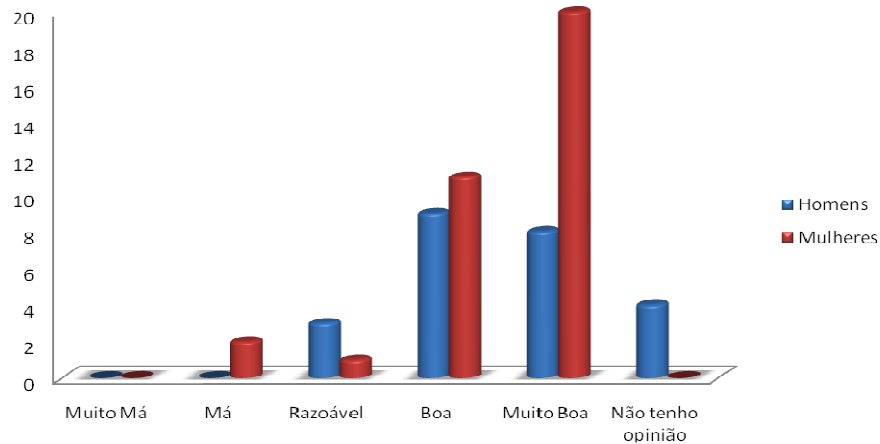


Figura A.7: Gráfico que representa a opinião da população inquirida sobre a ideia de criar um ciclo interno de gestão de resíduos.

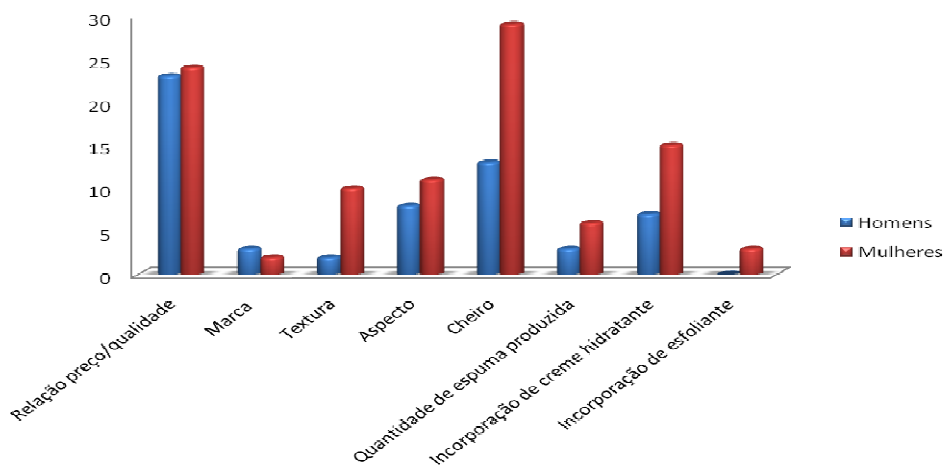


Figura A.8: Gráfico representativo sobre as características mais apreciadas do produto de higiene pessoal.

Anexo 3 Moinho utilizado na moagem da Casca de Amêndoa

A figura seguinte representa o moinho Retsch - ZM 100 utilizado para moer a casca de modo a obter partículas com menor diâmetro possível.



Figura A.9: Moinho de Retsch ZM-100.