



Escola Superior de Saúde da Universidade Atlântica
Licenciatura em Análises Clínicas e Saúde Pública
Investigação Aplicada II

Valorização de resíduos alimentares na produção de sabão

Orientadoras do projeto: Prof^ª. Doutora Ana Cláudia de Sousa e Prof^ª. Doutora Sandra Félix

Discente: Joana Araújo

Barcarena, junho de 2015

Índice

Agradecimentos	4
Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Óleo alimentar	7
Processamento laboratorial do óleo alimentar usado.....	8
Recolha.....	8
Limpeza	8
Sabão.....	10
Óleos utilizados no fabrico de sabão	11
Determinação do índice de saponificação.....	12
Óleos essenciais	14
Extração do óleo essencial de laranja.....	14
Corantes.....	14
Formulações.....	15
Materiais e métodos	18
Reagentes.....	18
Procedimento	19
Tratamento da casca de amêndoa.....	19
Tratamento do óleo vegetal usado.....	20
Extração do óleo essencial.....	21
Determinação do índice de saponificação.....	21
Formulações.....	22
Estudo de avaliação do produto	25
Amostragem.....	25
Cronograma	25
Custo de produção.....	25
Discussão de resultados.....	26

Lavagem do óleo alimentar	26
Corantes.....	28
Formulações.....	28
Bibliografia	29
Anexos.....	30
1. Otimização do processo de separação da fase oleosa e aquosa.....	30
a. Tempo de repouso	30
b. Lavagem com água destilada vs. Solução de NaCl a 10%.....	31
2. Determinação do índice de saponificação	33
a. Solução alcoólica de KOH a 0,5 M.....	33
b. HCl a 0,5 M	33
c. Cálculos do índice de saponificação.....	33
3. Inquérito.....	35

Agradecimentos

Tenho de começar por agradecer às minhas orientadoras, Professora Doutora Ana Cláudia de Sousa e a Professora Doutora Sandra Félix, por todo o apoio dado ao longo da realização do projeto e pelo conhecimento partilhado e pelas ajudas de encaminhamento do trabalho, nomeadamente, na compra de material e de parcerias arranjadas, e ainda na distribuição dos sabões para estudo.

Agradeço também à Técnica Fátima Carvalho pela ajuda dada no laboratório, por tratar das minhas cascas de laranja e me ajudar com a extração do óleo essencial de laranja, e também por ter distribuído os sabões para o estudo.

Não poderia deixar de agradecer à doutoranda Cytia Morão do departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pelo apoio na utilização do moinho de ágata, disponibilidade e amabilidade que teve comigo para me ensinar a operar com o equipamento.

Deixo aqui também um agradecimento especial à Professora Doutora Ana Pires por se ter disponibilizado para distribuir os sabões.

Às pessoas já mencionadas e a todas aquelas que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto um muito obrigada.

Joana Araújo

Resumo

Em Portugal todos os anos são gerados milhares de toneladas de resíduos de óleos alimentares usados. Grande parte destes óleos são lançados no ambiente, ameaçando a qualidade da água de consumo, por prejudicarem o bom funcionamento das ETAR's, e a rede hidrográfica.

Torna-se necessário diversificar os mecanismos de reutilização destes resíduos de forma a torná-los novamente em matéria-prima. Neste sentido, este recurso tem sido objeto de vários estudos que visam a otimização da sua aplicação, na obtenção de biodiesel e na reação de saponificação.

Nos últimos anos tem havido uma crescente sensibilização da população para os problemas ambientais e para a importância da reciclagem. Indo ao encontro desta tendência, este trabalho visa a otimização da obtenção de um sabão, tendo como base a reutilização de materiais que de outra forma seriam desperdícios, como as cascas de amêndoa, a casca de laranja e o próprio óleo de uso alimentar.

Este trabalho foi realizado em diferentes etapas nomeadamente: processamento e moagem de cascas de amêndoa, tratamento do óleo usado, processamento das cascas de laranja e extração do limoneno, formulação e produção do sabão e estudo de aceitação do produto final.

Palavras-chave: Cascas de amêndoa; Cascas de laranja; Óleo alimentar usado; Reutilização; Sabão

Abstract

In Portugal every year are generated thousands of tons of wasted cooking oils. A large part of these oils are released into the environment, threatening the quality of drinking water, by harming the good operation of WWTP, and the hydrographic network.

It is necessary to diversify the mechanisms for reuse of this waste in order to make them again in raw material. In this sense, this feature has been the subject of several studies aimed to optimize their application, to obtain biodiesel, and to be used in saponification reaction.

In recent years there has been a growing awareness of the population to the environmental problems and the importance of recycling. Going to meet this trend, this work aims to the optimization of a soap, based on the reuse of materials that would otherwise be waste, such as almond shells, orange peel and cooking oil.

This work was performed at different stages including: processing and grinding of almond shells, used oil treatment, processing of orange peels and extraction of limonene, formulation and production of soap, and study of acceptance of the final product.

Keywords: Almond shells; Orange peels; Cooking oil used; Reuse; Soap

Introdução

Segundo dados do INE cada português consome, sensivelmente, 40 g de óleo vegetal por dia (INE, 2014, p. 15), levando a que sejam produzidas grandes quantidades de resíduos devido à sua utilização. Segundo o DL 267/2009 estima-se que a produção de resíduos de óleos alimentares usados seja de 43.000 a 65.000 toneladas, onde 62% dos resíduos provêm do setor doméstico e 37% do setor hoteleiro e uma fração residual da indústria alimentar (DL 267/2009).

No entanto, a Agência Portuguesa do Ambiente diz que o valor do óleo alimentar usado recolhido no ano de 2012, foi de 340.000 toneladas (APA, 2013, p. 33), levando a perceber que os valores estimados em 2009 já estão bem afastados da realidade portuguesa.

O retorno do óleo alimentar usado para reutilização é bastante elevado, no entanto é importante frisar que um litro de óleo pode poluir um milhão de litros de água. A eliminação do óleo pelo esgoto pode ainda danificar essas infraestruturas potenciando o aparecimento de pragas. Pode ainda danificar os sistemas de tratamento de águas residuais (ETAR's), por acumulação de gordura nos filtros, diminuindo a sua eficiência prejudicando o tratamento das águas (QUERCUS, s.d.). A camada de óleo que se deposita superficialmente nestas águas impede a penetração dos raios solares levando a inibições da realização da fotossíntese pelos organismos presentes nas camadas mais profundas, que pode conduzir, à morte das plantas aquáticas, aumentando a proliferação de bactérias decompositoras e conseqüentemente ao aumento do consumo de oxigénio, sendo assim, estes sistemas bióticos podem sofrer uma alteração irreversível da sua fauna e flora. Ao diminuir o oxigénio no meio peixes e outros organismos aeróbios acabam por morrer.

O decreto-lei 267/2009 estabelece o regime jurídico da gestão de óleos alimentares usados, produzidos pelo setor industrial, hoteleiro e doméstico. Este documento estabelece que os municípios são responsáveis pela coleta de óleo alimentar usado considerado resíduo urbano, ou seja, produção diária é inferior a 1100 L por produtor. Estabelece também o número de pontos de recolha que têm de estar disponíveis por número de habitantes.

O óleo alimentar usado recolhido pode ser transformado em biodiesel, sendo que 1000 L de óleo podem dar origem a 980 L de biodiesel (QUERCUS, s.d.), sendo já uma realidade e uma alternativa de transformação deste resíduo.

Estudos publicados em 2015 descrevem novas aplicações do óleo alimentar usado. Um dos estudos descreve a produção de bio lubrificantes derivados do óleo alimentar usado (Weimin & Xiaobo, 2015) o outro artigo fala na produção de surfactante de base biológica (Qi-Qi, et al., 2015)

Este estudo surge na sequência da utilização do óleo alimentar usado para produção de sabão como outra forma de aproveitamento deste resíduo, tornando-o novamente economicamente rentável. Óleo alimentar

Processamento laboratorial do óleo alimentar usado

Recolha

O óleo alimentar foi recolhido de uma unidade hoteleira na zona de Carcavelos, sendo que o óleo tinha sido usado durante 4 dias para fritura, exclusiva, de batatas. Foram recolhidos, sensivelmente, 6 L de óleo.

Limpeza

A limpeza do óleo é um processo dividido em três fases que tem como objetivo retirar impurezas, que de alguma forma conferem cor e cheiros ao óleo.

Filtração

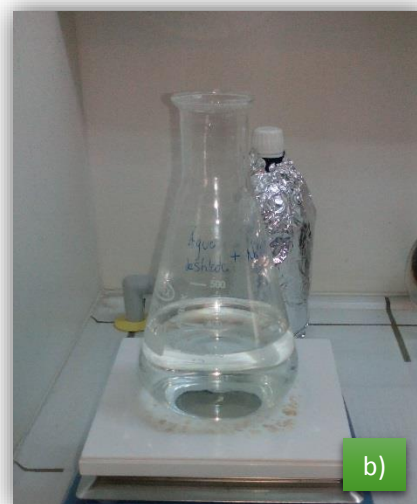
O primeiro passo é filtrar o óleo para retirar partículas em suspensão. O óleo utilizado não apresentava partículas em suspensão, visíveis, mas procedeu-se à filtração do mesmo.

Foi realizada uma filtração a vácuo utilizando um funil de Büchner em conjunto com um kitasato, qualquer partícula em suspensão fica retida no papel de filtro.

Lavagem

O principal objetivo deste passo é a eliminação de fuligens e cinzas em suspensão (resultantes de um sobreaquecimento do óleo durante a sua utilização). Qualquer impureza que esteja presente no óleo, e seja solúvel em água, vai ser retirado com este processo.

O processo de lavagem consiste na agitação de uma mistura de óleo usado filtrado e uma solução de NaCl a 10% aquecida a 50°C. O processo foi repetido duas vezes. O procedimento encontra-se esquematizado na figura seguinte.



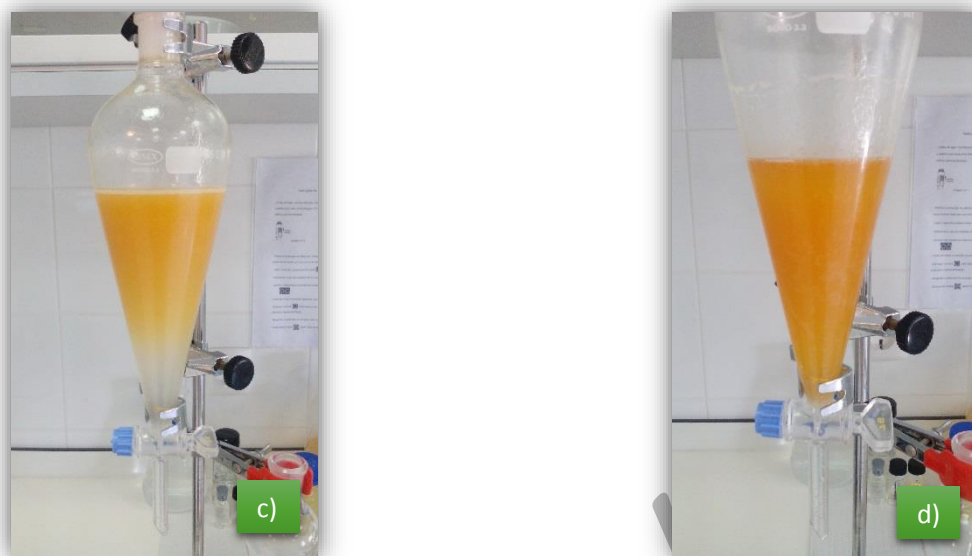


Figura 1. Lavagem do óleo

a) Óleo filtrado; b) Solução NaCl a 10%; c) Mistura de óleo e solução de NaCl a 10%; d) Óleo lavado (após duas lavagens)

De acordo com a literatura (Fernandes, 2009, p. 19) a lavagem é feita com água destilada, no entanto, foram feitos dois estudos para otimizar o processo de lavagem. O primeiro para encontrar o tempo ideal de repouso após a lavagem para a separação das duas fases. Concluiu-se que o tempo de espera superior a duas horas não conduziu a diferenças na separação das duas fases e, revela-se um fator limitante na prossecução do trabalho. O procedimento do estudo está descrito no anexo 1 a.

O segundo estudo foi comparar o processo de lavagem com água destilada com o processo de lavagem utilizando uma solução de NaCl a 10%. Este estudo de comparação veio na sequência do trabalho anterior para diminuição do tempo de repouso. Como a solução de NaCl a 10% apresenta maior densidade do que a água destilada separa-se mais rapidamente do óleo, portanto, é possível reduzir o tempo de repouso para 1 hora utilizando esta solução. O procedimento está descrito no anexo 1 b.

Desodorização

A desodorização foi realizada com recurso à casca de amêndoa. Estas tiveram de ser trituradas para serem reduzidas a pó, aumentando assim a superfície de contacto.

O óleo após a lavagem ainda apresenta um odor a fritos, por isso, o passo de desodorização é muito importante para retirar impurezas que conferem odor ao óleo. Estas impurezas vão ser adsorvidas pelo pó da casca de amêndoa.

Para tal é colocado o óleo em contacto com o pó da casca de amêndoa por 1 hora em agitação constante. Este processo é realizado duas vezes, no final de cada uma é feita uma filtração a vácuo para remoção do pó. A proporção usada para a primeira vez foi 100 mL de óleo lavado com 3 g de pó de casca de amêndoas, na segunda vez são 100 mL de óleo lavado com 2 g de pó.

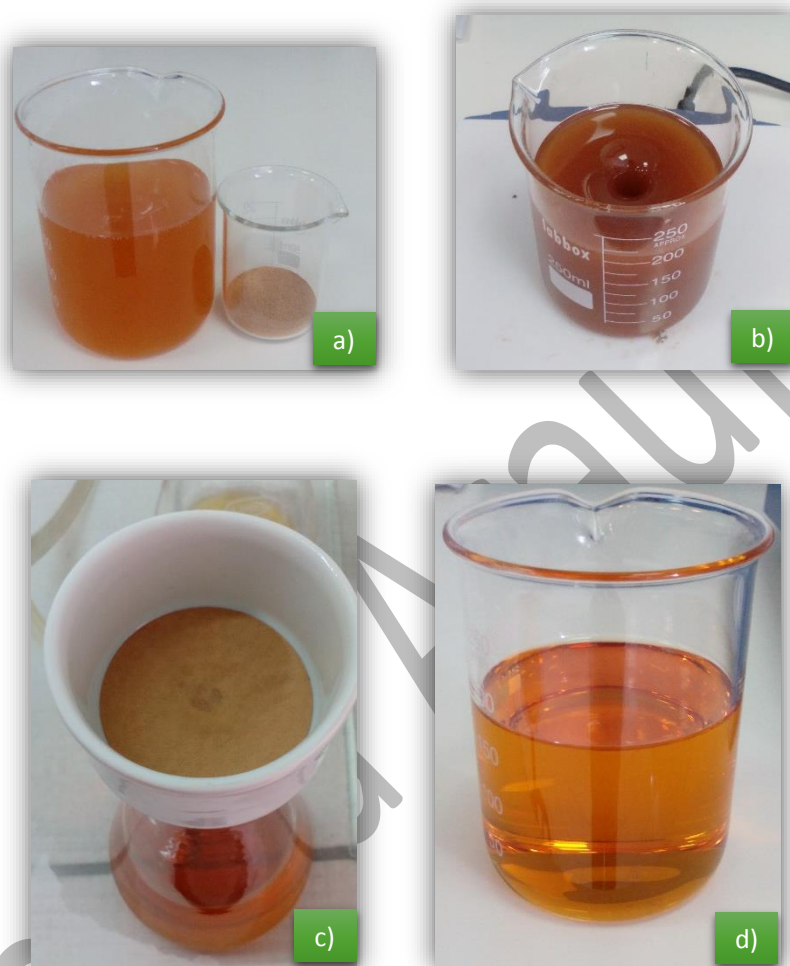


Figura 2. Processo de desodorização

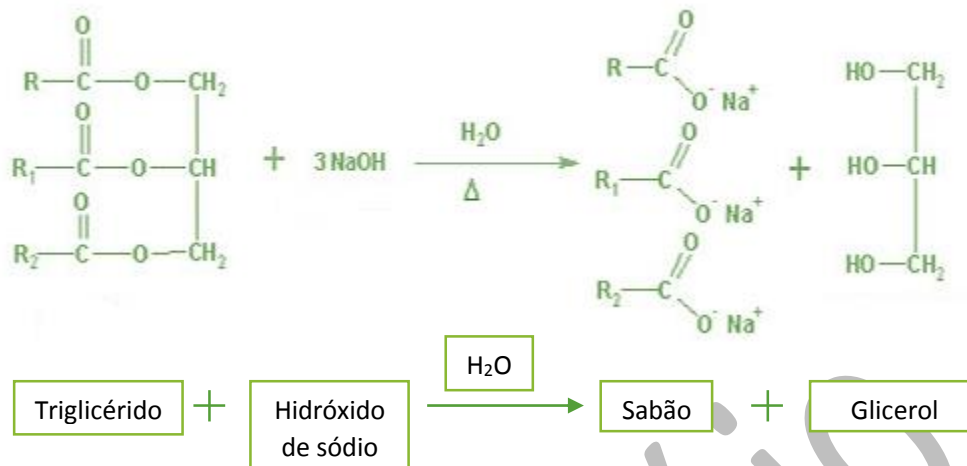
a) Óleo lavado e pó de casca de amêndoa; b) Óleo e pó em agitação; c) Filtração; d) Óleo desodorizado (após duas repetições)

Sabão

Os principais agentes da saponificação são os óleos vegetais ou gorduras animais (sebo ou banha de porco). Sendo os triglicéridos e os ácidos gordos que os compõem os compostos saponificáveis.

A reação de saponificação, também conhecida como hidrólise alcalina, ocorre quando um éster (triglicérido) em solução aquosa (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) de base inorgânica origina um sal orgânico (sabão) e glicerol.

A figura seguinte demonstra a reação de saponificação



Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/reacao-saponificacao.htm>

Figura 3. Reação de saponificação

Óleos utilizados no fabrico de sabão

A produção de sabões começou por ser uma forma de utilização de desperdícios provenientes da matança de animais, nomeadamente, o sebo e a banha. Nos dias de hoje, a grande maioria das pessoas utiliza sabão industrializado, mas há ainda quem produza as suas próprias barras.

No entanto, a fonte de triglicéridos e ácidos gordos passou a ser maioritariamente vegetal. A tabela a seguir (Gail, s.d.) descreve alguns óleos mais usados na produção de sabões, contendo também as propriedades conferidas ao sabão e a percentagem de uso recomendada.

Óleo, gordura animal	Propriedades no sabão	Percentagem recomendada
Azeite	Baixo poder de limpeza Produz um sabão muito suave para peles sensíveis	25-50 %
Óleo de coco	Grandes bolhas de espuma Alto poder de limpeza	15-30%
Óleo de amêndoas doces	Estabilizante da espuma Poder de limpeza médio	10-20%
Óleo de ricínio	Estabilizante da espuma do óleo de coco Dá cremosidade ao sabão (em demasia torna o sabão pouco consistente)	5-10%
Óleo de palma	Estabilizante da espuma Forma sabões duradores e consistentes	25-50%
Manteiga de cacau	Estabilizante da espuma Forma um sabão duro	5-15%
Banha de porco	Não faz muita espuma, mas atua como estabilizante da espuma para outros óleos	25-50%
Óleo de girassol	Estabilizante da espuma	10-20%

	Poder de limpeza médio Confere cremosidade ao sabão	
--	--	--

Fonte: <http://www.lovinsoap.com/oils-chart/>

Tabela 1. Óleos utilizados na produção de sabões

As escolhas de óleos para as formulações experimentadas foram:

- Óleo de palma
 - Para tornar o sabão consistente e por estabilizar a espuma
- Azeite
 - Pela suavidade que confere ao sabão
- Óleo de coco
 - Pela capacidade espumante e pelo poder de limpeza
- Óleo de girassol
 - Poder de limpeza

Determinação do índice de saponificação

O óleo alimentar utilizado para a realização desta experiência é da marca Fula®, no rótulo do produto encontramos informação sobre os ingredientes (fig. 4) sendo que estes são: óleo de girassol refinado, óleo de girassol com alto teor em ácido oleico refinado e óleo de milho.

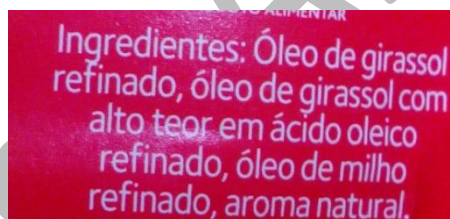


Figura 4. Rótulo do óleo alimentar

Como não estão descritas as percentagens de cada um dos óleos utilizados optou-se por fazer uma titulação para determinar o índice de saponificação (IPB, 2009) do óleo alimentar do nosso estudo. Desta forma poder-se-á determinar a quantidade exata de hidróxido de sódio (NaOH) que é necessário utilizar para a produção de sabão.

Procedeu-se da mesma forma com o azeite utilizado no trabalho pois as constituições do azeite diferem de marca para marca.

O índice de saponificação é a quantidade, em miligrama, de hidróxido de potássio (KOH) necessário para saponificar todos os ácidos gordos existentes num grama de gordura/óleo.



Figura 5. Determinação do índice de saponificação



Figura 6. Processo da titulação

a) Saponificação completa, após 1 h em refluxo; b) Adição da fenolftaleína; c) Após a titulação com HCl a 0,5 N

Óleos essenciais

“Produtos odoríferos naturais, brutos ou retificados, voláteis à temperatura ambiente e extraídos de plantas por processo físicos tais como: expressão, destilação, dissolução, extração por solventes, enfloragem e maceração” (NP-90, 1970)

Os óleos essenciais são substâncias puras extraídas das plantas. Cada planta produz um óleo essencial diferente, não havendo dois idênticos. Os óleos essenciais diferem consoante a espécie da planta, país de origem, altitude a que a planta cresce e o solo. Os óleos essenciais são substâncias extremamente delicadas e têm origem em diferentes partes da planta. Algumas plantas possuem mesmo óleos essenciais em diversas partes. A laranjeira, por exemplo, possui óleos essenciais na sua fruta, nas suas flores e nos seus galhos. (Pronatural, s.d.)

Extração do óleo essencial de laranja

Para conferir aroma ao sabão escolheu-se a laranja, por ser um fruto de fácil acesso e de aroma agradável para a maioria das pessoas.

O óleo essencial obtido da casca da laranja é constituído, na sua grande maioria, por limoneno.

A extração foi realizada por destilação. Num balão de fundo redondo foram adicionadas cascas de laranja, previamente secas e trituradas, foi adicionada água destilada e colocada na manta de aquecimento.

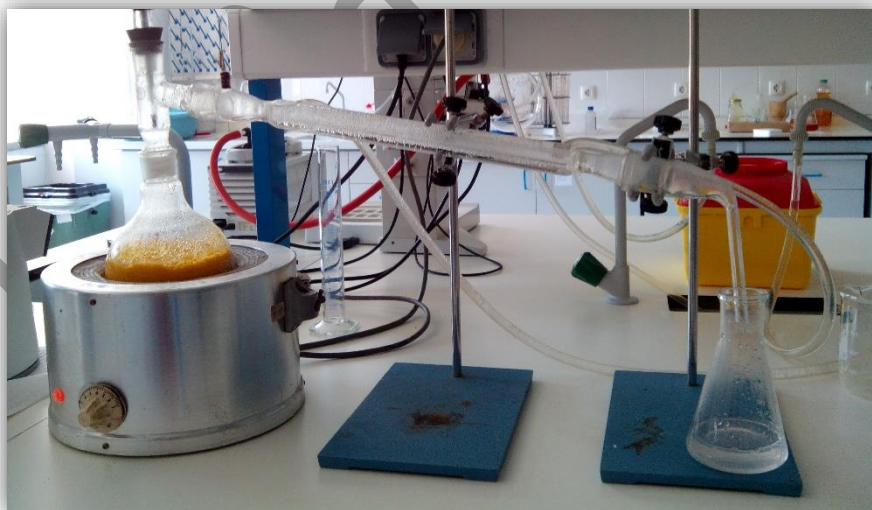


Figura 7. Extração do óleo essencial da casca de laranja

Corantes

Há diversas substâncias que podem ser usadas para dar cor aos sabões, podendo estas ser de origem natural ou não. Sendo o objetivo do trabalho a utilização de materiais usados tentou-se fazer o mesmo com o corante. Utiliza-se na formulação dos sabões óleo de palma, que confere um

tom laranja aos sabões, e também a casca da laranja, que é um desperdício da extração do óleo essencial da laranja, esta é seca na estufa e depois triturada e separado os fragmentos maiores dos menores usando um crivo com um poro de 212 μm é, posteriormente, adicionada aos sabões após a saponificação.

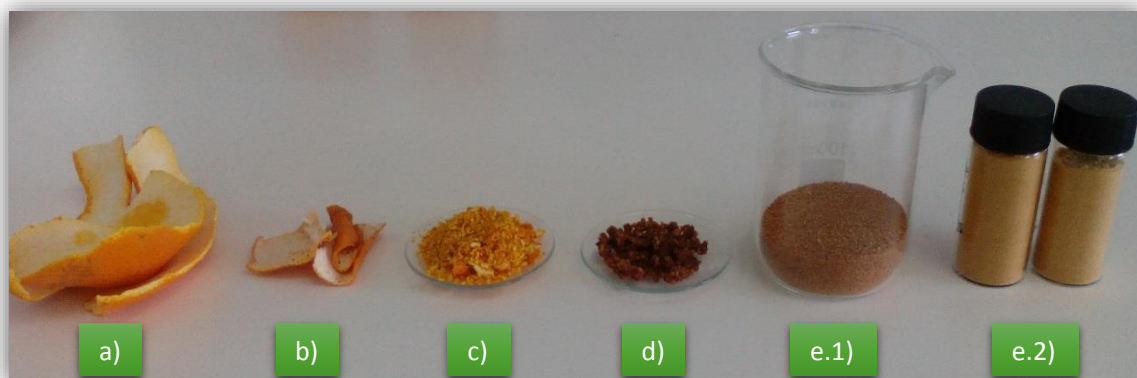


Figura 8. Processamento da casca da laranja

- a) Casca fresca b) Casca seca c) Casca seca triturada (para extração do óleo essencial) d) Casca depois da extração (seca na estufa) é triturada e dá e.1) Fragmentos $\geq 212 \mu\text{m}$ e e.2) Pó de casca de laranja $<212 \mu\text{m}$

Formulações

A tabela seguinte (tabela 2) resume as formulações experimentais que foram realizadas para se determinar qual a melhor combinação de óleos e respetivas percentagens, contem também uma breve descrição e foto do produto obtido. A todas as formulações foi medido o pH, com recurso a tiras de medição, no dia em que foram desenformadas e de dois em dois dias de forma a controlar o tempo que demora a estabilizar do pH.

Formulação	Descrição	Foto
1 100% Óleo alimentar reciclado	Esta formulação não tem uma boa apresentação, o sabão durante o processo de cura “transpira” deixando marcas externas e inestéticas. Esta formulação foi excluída.	
2 50% Óleo alimentar reciclado 50% Azeite extra virgem	Esta formulação apresenta uma boa consistência. No entanto pela elevada percentagem de azeite utilizado é necessário um processo de cura mais longo para atingir o melhor resultado. Esta combinação será utilizada mas com alteração da percentagem do azeite.	


3	<p>60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma</p>	<p>Esta formulação é a anterior mas com adição do óleo de palma e redução da percentagem de azeite. É um sabão com boa consistência desde início. O óleo de palma confere uma cor laranja ao sabão que durante o processo de cura descolorou em algumas zonas. <i>Esta combinação será melhor estudada com adição de outros óleos.</i></p>	
4	<p>60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de coco</p>	<p>Esta formulação apresenta um sabão que vai endurecendo com o processo de cura, só se consegue desenformar às 48h, tem boa consistência e um aspeto agradável.</p>	
5	<p>50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 25% Óleo de coco</p>	<p>Esta formulação é um rearranjo da formulação anterior de percentagens do óleo alimentar e do óleo de coco. Não varia muito em termos de aspeto e de tempo de cura. Apresenta-se ligeiramente mais consistente do que a anterior.</p>	
6	<p>60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Cera de abelhas</p>	<p>Esta formulação apresenta um sabão com boa consistência logo às 24h. Tem um problema com a concentração de cera de abelhas que faz com que a formulação solidifique muito rápido sendo difícil colocar nos moldes de uma forma uniforme.</p>	
7	<p>50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 10% Cera de abelhas</p>	<p>Esta formulação tem o mesmo problema que a anterior, a concentração de cera de abelhas, apesar de ser mais fácil de trabalhar continua a não haver uniformização dos sabões.</p>	
8	<p>60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Natas frescas</p>	<p>Esta formulação produziu um sabão de consistência intermedia, é resistente na parte externa mas pastoso na parte interna. Apresenta ainda um cheiro desagradável (azedo) <i>Esta formulação foi excluída por</i></p>	

		<i>não ter consistência adequada e cheiro desagradável.</i>	
9	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 10% Natas frescas	Comparando esta formulação com a nº8 há uma ligeira diferença é mais consistente mas no entanto continua a apresentar um centro pastoso e um cheiro desagradável. <i>Esta formulação foi excluída por não ter consistência adequada e cheiro desagradável.</i>	
10	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco	Esta formulação apresenta uma boa consistência, produz dois sabões uniformes.	
11	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 20% Óleo de coco 5% Cera de abelhas	Com a diminuição da percentagem de cera de abelhas nesta formulação conseguiu-se obter dois sabões uniformes e com boa consistência.	
12	50% Óleo alimentar reciclado 25% Óleo de palma 25% Óleo de coco Aditivado com 3% de lecitina de soja	Esta formulação é a única sem azeite. Obteve-se um sabão baço e menos consistente nos primeiros dias de cura. Contem 3% de lecitina de soja como aditivo que proporciona um aspeto bastante uniforme nos sabões.	

Tabela 2. Formulações dos sabões

Após este estudo de formulações foi escolhida a formulação número dez (10) como a formulação final. Pois a mistura de óleos que possui é a que contem um melhor equilíbrio de poder de lavagem, espuma, facilidade de remoção da pele e hidratação.

No entanto foram feitas novas experiencias com esta formulação de forma a perceber que aditivos se adequam e a respetiva percentagem. A tabela seguinte resume a experiencia.

	Formulação	Descrição	Foto
10.1	Base nº 10 6% Cera de abelhas	A formulação aditivada com 6% de cera de abelhas apresenta um sabão com boa consistência. No entanto a cera solidifica muito rapidamente, que dificulta a colocação da mistura nos moldes.	




10.2	Base nº 10 6% Lecitina de soja Água da extração do óleo essencial de laranja	Para esta experiência utilizou-se a água resultante da extração do óleo essencial de laranja, esta água tem um pH 5. Como a água já se apresenta um pouco ácida poderia neutralizar um pouco a nossa base. No entanto o que se verificou foram dois sabões muito idênticos e com boa consistência.	
10.3	Base nº 10 6% Lecitina de soja	Esta formulação é igual à 10.2 com a diferença de se ter usado água destilada. O resultado foi bastante diferente. Os sabões apresentavam-se bastante pastosos e por isso ficaram bastante desfigurados. E com o tempo endurecem um pouco mas não o suficiente. <i>Esta formulação foi excluída.</i>	
10.4	Base nº 10 3% Cera de abelhas 3% Lecitina de soja	Esta formulação combina os dois aditivos em estudo. A diminuição da percentagem da cera de abelhas facilita a colocação da mistura nos moldes. A lecitina dá um aspeto mais uniforme aos sabões. Tem uma boa consistência.	

Tabela 3. Estudo formulação final com aditivos

Materiais e métodos

Reagentes

A seguinte tabela descreve os produtos utilizados como matérias-primas e reagentes utilizados para a realização de alguns estudos. Contem também a respetiva marca e função neste trabalho.

Reagente	Marca/Fabricante	Função
Óleo alimentar	Fula	Óleo de base
Azeite	Lagar da Vila	Óleo de base
Óleo de coco	Vitaquell	Óleo de base
Óleo de palma	-	Óleo de base
Lecitina de soja	Santiveri	Emoliente
Limoneno	-	Aroma
Cera de abelhas	-	Espessante
Casca de laranja	-	Cor e esfoliante
Pó da casca de amêndoa	-	(limpeza) esfoliante
Cloreto de sódio (NaCl)	Scharlau	(limpeza)
Hidróxido de potássio (KOH)	Merck	(índice de saponificação)
Hidróxido de sódio lentilhas (NaOH)	António M. S. Cruz	Saponificante
Acido Clorídrico (HCl)	Ludovino & Filha, Lda.	(titulação)
Papel de filtro 55 mm Ø	Whatman	Filtração

Tiras de medição de pH	Panreac	Medir pH
------------------------	---------	----------

Tabela 4. Lista de reagentes

Procedimento

Tratamento da casca de amêndoa

As cascas de amêndoa foram, primeiramente, lavadas até a água sair limpa e depois colocadas na estufa a 60°C para secarem. Após este processo as cascas foram moídas usando um moinho de ágata. Este moinho é de ferro e revestido internamente por mineral ágata, possui ainda dois rolamentos internos, também eles de mineral ágata.

O moinho é posteriormente colocado num agitador por 15 minutos. A agitação constante promove o movimento dos rolamentos internos, que ao baterem promovem a destruição da casca de amêndoa reduzindo-a a pó.

Após a obtenção do pó este foi passado por um crivo de 210 µm, a casca de amêndoa que não passou pelo crivo foi novamente adicionada ao moinho em conjunto com cascas inteiras para serem novamente trituradas.

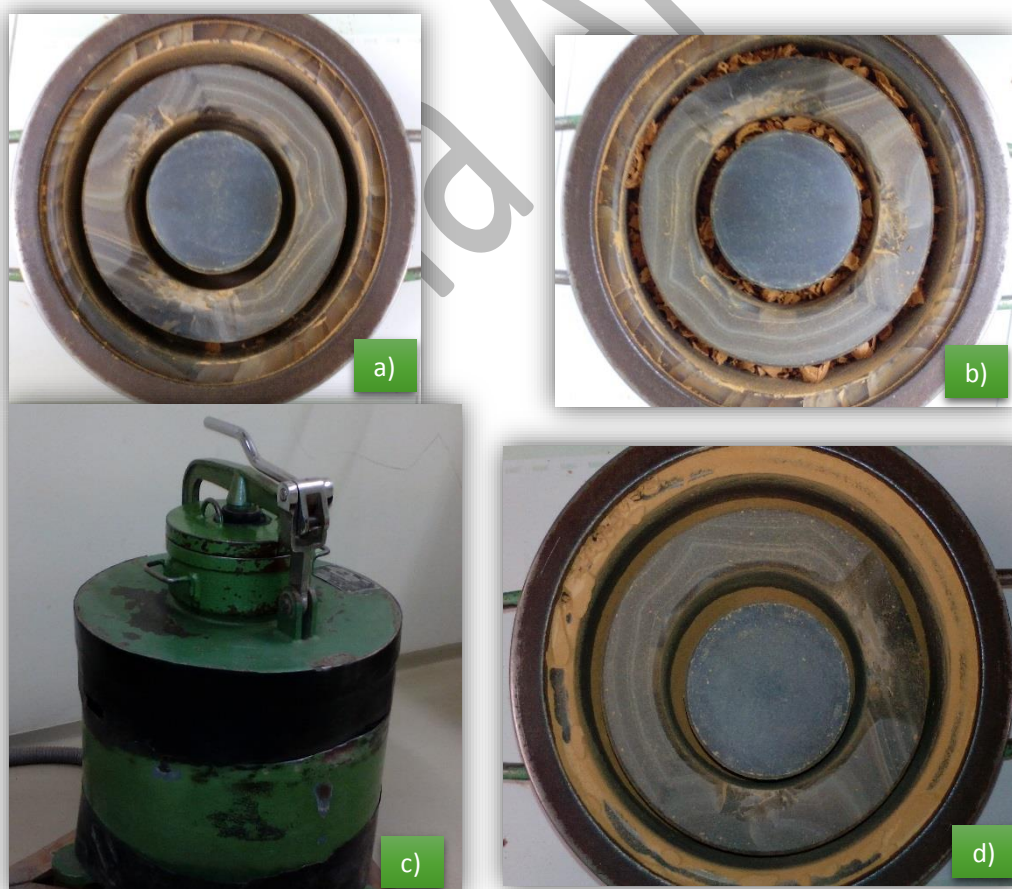


Figura 9. Processo de moagem.

a) Moinho de ágata; b) Cascas de amêndoas inteiras; c) Agitador; d) Pó de casca de amêndoa

Tratamento do óleo vegetal usado

Filtração

- Montar um kitasato de 500 mL e um funil de Büchner
- Colocar um papel de filtro
- Ligar o sistema de vácuo
- Adicionar a amostra ao funil
- Repetir o ponto a cima enquanto houver óleo para filtrar
- Esperar que o filtro se apresente seco
- Desprezar o filtro usado e guardar o óleo filtrado

Lavagem

- Preparar uma solução de NaCl a 10%
 - 500 mL de água destilada mais 50 g de NaCl
- Colocar a solução de NaCl a 10% a aquecer numa placa de aquecimento, aquecer até aos 50°C
- Medir 100 mL de óleo filtrado utilizando uma proveta
- Transferir o óleo para uma ampola de decantação de 250 mL
- Medir 100 mL de solução de NaCl a 10% aquecida numa proveta
- Adicionar a solução à ampola de decantação com o óleo e tapar a ampola
- Agitar vigorosamente, aliviando a pressão abrindo a torneira da ampola
- Colocar a ampola num suporte universal e deixar repousar por 1h
- Após o tempo de repouso decantar a fase que se depositou em baixo, desprezando-a
- Medir 100 mL de solução de NaCl a 10% aquecida numa proveta
- Adicionar a solução à ampola de decantação com o óleo e tapar a ampola
- Agitar vigorosamente, aliviando a pressão abrindo a torneira da ampola
- Deixar repousar novamente por 1h
- Desprezar a fase de baixo
- Transferir o óleo da ampola para um gobelé

Desodorização

- Medir 100 mL de óleo lavado numa proveta
- Colocar o óleo num gobelé
- Pesar 3 g de pó de casca de amêndoa
- Adicionar ao gobelé com o óleo
- Colocar uma barra magnética

- Colocar o gobelé numa placa de agitação por 1h
 - Primeiro colocar o agitador no máximo para homogeneizar o óleo com o pó
 - Em seguida colocar na posição 4
- Após terminar o tempo é necessário filtrar (aplicar o mesmo procedimento da filtração)
- Uma vez o óleo filtrado coloca-lo novamente num gobelé
- Pesar 2 g de pó de casca de amêndoa e adicionar ao óleo
- Adicionar a barra magnética e colocar a agitar, utilizando a mesma técnica descrita, durante 1h
- Ao fim de 1h filtrar novamente
- Guardar o óleo obtido

Extração do óleo essencial

- Preparar as cascas de laranja
 - Cortar a parte interna das cascas, zona branca
 - Deixar secar as cascas, de um dia para o outro
 - Trituras as cascas
- Montar um sistema de extração
 - Balão de fundo redondo de 1000 mL
 - Manta de aquecimento
 - Condensador e dois tubos (refrigeração)

- Pesar, num gobelé, 100 g de casca triturada
- Colocar no balão de fundo redondo
- Medir 300 mL de água destilada usando uma proveta
- Ligar a manta de aquecimento e o sistema de refrigeração do condensador
- Colocar um Erlenmeyer de 250 mL na saída do condensador
- Manter a manta ligada entre 1-2 h
- Após este tempo, desligar a manta e aguardar 15 minutos para desligar o sistema de refrigeração
- No final é possível observar duas fases no Erlenmeyer, estas serão separadas usando uma ampola de decantação de 250 mL
- Após a decantação obtém-se óleo essencial de laranja e água da extração

Determinação do índice de saponificação

- Pesar, rigorosamente, 1 g de óleo alimentar reciclado
- Adicionar 25 mL de solução alcoólica de KOH

- Aquecer a mistura, em refluxo, durante 1 hora.
- Deixar o balão arrefecer e adicionar 1 mL do indicador fenolftaleína
- Titular com ácido clorídrico (HCl) a 0,5 N
- Preparar um branco utilizando 25 mL de solução alcoólica KOH e proceder da mesma forma

Após o procedimento determinou-se que o índice de saponificação do óleo alimentar reciclado é 196,28 mg (KOH) / g e do azeite 201,88 mg (KOH) / g. (cálculos no anexo 4)

O agente saponificante que está a ser utilizado é o hidróxido de sódio (NaOH), é então necessário converter a massa de KOH para NaOH para tal basta dividir a massa de KOH por 1,4¹. Sendo assim são necessários 140,2 mg NaOH / g para o óleo alimentar reciclado e 144,2 mg NaOH / g para o azeite.

Formulações

	Percentagem óleos	Formulação
1	100% Óleo alimentar reciclado	30 g óleo alimentar reciclado 11,4 g água destilada 4,05 g NaOH
2	50% Óleo alimentar reciclado 50% Azeite extra virgem	15 g óleo alimentar reciclado 15 g azeite extra virgem 11,4 g água destilada 4,06 g NaOH
3	60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma	18 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 4,5 g óleo de palma 11,4 g água destilada 4,08 g NaOH
4	60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de coco	18 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 4,5 g óleo de coco 11,4 g água destilada 4,27 g NaOH
5	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 25% Óleo de coco	15 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 7,5 g óleo de coco 11,4 g água destilada 4,41 g NaOH
6	60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Cera de abelhas	18 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 4,5 g cera de abelha 11,4 g água destilada

¹ Este valor vem da razão da massa molecular do KOH e do NaOH.
M (KOH) = 56 e M (NaOH) = 40 → 56/40 = 1,4

		3,56 g NaOH
7	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 10% Cera de abelhas	15 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 3 g cera de abelha 4,5 g óleo de palma 11,4 g água destilada 3,69 g NaOH
8	60% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Natas frescas	18 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 4,5 g natas frescas 11,4 g água destilada 3,97 g NaOH
9	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 10% Natas frescas	15 g óleo alimentar reciclado 7,5 g azeite extra virgem 3 g natas frescas 4,5 g óleo de palma 11,4 g água destilada 3,96 g NaOH
10	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco	7,5 g óleo alimentar reciclado 3 g azeite 2,25 g óleo de palma 2,25 g óleo de coco 5,7 g água destilada 2,15 g NaOH
11	50% Óleo alimentar reciclado 25% Azeite extra virgem 20% Óleo de coco 5% Cera de abelhas	7,5 g óleo alimentar reciclado 3,75 g azeite 3 g óleo de coco 0,75 g cera de abelha 5,7 g água destilada 2,12 g NaOH
12	50% Óleo alimentar reciclado 25% Óleo de palma 25% Óleo de coco Aditivado com 3% de lecitina de soja	7,5 g óleo alimentar reciclado 3,75 g óleo de palma 3,75 g óleo de coco 0,45 g lecitina de soja 5,7 g água destilada 2,23 g NaOH
10.1	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco 6% Cera de abelha	7,5 g óleo alimentar reciclado 3 g azeite 2,25 g óleo de palma 2,25 g óleo de coco 0,9 g cera de abelha 5,7 g água destilada 2,15 g NaOH
10.2	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco	7,5 g óleo alimentar reciclado 3 g azeite 2,25 g óleo de palma 2,25 g óleo de coco

	6% Lecitina de soja	0,9 g lecitina de soja 5,7 g água da extração do óleo essencial de laranja 2,15 g NaOH
10.3	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco 6% Lecitina de soja	7,5 g óleo alimentar reciclado 3 g azeite 2,25 g óleo de palma 2,25 g óleo de coco 0,9 g lecitina de soja 5,7 g água destilada 2,15 g NaOH
10.4	50% Óleo alimentar reciclado 20% Azeite extra virgem 15% Óleo de palma 15% Óleo de coco 3% Cera de abelha 3% Lecitina de soja	7,5 g óleo alimentar reciclado 3 g azeite 2,25 g óleo de palma 2,25 g óleo de coco 0,45 g cera de abelha 0,45 g lecitina de soja 5,7 g água destilada 2,15 g NaOH

Tabela 5. Formulações dos sabões estudados

Procedimento geral

- Pesar, rigorosamente, os óleos num gobelé
- Colocar o gobelé numa placa de aquecimento a 100°C
 - Não deixar os óleos ferverem, ligeiro aquecimento para derreter a cera e o óleo de coco (que poderá estar sólido)
- Num outro gobelé pesar, rigorosamente, o NaOH
- Noutro gobelé pesar, rigorosamente, a água destilada (ou água da extração do limoneno)
- Ligar a ventilação da hotte
- Na hotte verter o NaOH para o gobelé com a água (nunca inverter a ordem)
- Homogeneizar com uma vareta de vidro
- Após o aquecimento dos óleos e de preparar a solução de NaOH é necessário esperar que a temperatura de ambos atinjam os 37°C (as formulações com cera vão começar a ficar mais espessas com o arrefecimento)
- Uma vez atingida a temperatura adiciona-se a solução de NaOH à mistura de óleos e mexe-se até começar a espessar
- Colocar no molde e deixar secar durante 24/48 horas

Nota: A lecitina de soja, quando utilizada, deverá ser colocada, primeiramente, na água destilada durante 1 h para hidratar. A esta mistura será adicionado, após o tempo recomendado, o NaOH.

Estudo de avaliação do produto

De forma a se perceber se o sabão criado tem, ou não, aceitação no mercado é necessário efetuar um estudo de avaliação do produto. Para tal, serão distribuídas amostras do sabão a um grupo de pessoas e a avaliação da qualidade do produto será feita com recurso a um questionário.

Amostragem

A amostragem para este trabalho serão cinquenta (50) pessoas. Os critérios para aceitação dos resultados são:

- Utilização do produto, no mínimo, 3 dias, consecutivos ou não
- Responder a todas as perguntas do questionário

Os questionários serão distribuídos em suporte de papel. Os dados do questionário serão tratados utilizando o Excel.

Cronograma

A tabela em baixo esquematiza o processo de avaliação da qualidade do sabão, bem como o tempo proposto para cada atividade.

Atividade	Tempo		
	29 de junho a 3 de julho	6 a 10 de julho	15 a 19 de julho
Entrega dos sabões e questionários	[Barra verde]		
Recolha dos questionários		[Barra verde]	
Tratamento de dados			[Barra verde]

Tabela 6. Cronograma de atividades

Custo de produção

A formulação escolhida para a produção do sabão contem uma grande variedade de óleos, pelo que se torna importante fazer um resumo dos custos associados a essas matérias-primas para determinar o custo que está associado à produção do sabão.

A tabela seguinte mostra os preços tabelados pelos respetivos hipermercados e fornecedor no período de 16 de junho a 18 de junho.

Produto	Marca	Preço	Hipermercado Fornecedor
Azeite extra virgem 1L	Lagar da Vila	2,99€	Lidl
Óleo de coco 200 g	Vitaquell	5,99€	Celeiro
Óleo de palma 500 mL	Óleo de Palma	3,79€	Intermarché
Hidróxido de sódio 1 Kg	António MS Cruz	6,90 €	António MS Cruz

Tabela 7. Preços das matérias-primas

No entanto para se produzir um lote de sabões, 500 g de mistura de óleos, ou seja, 65 sabões de 7,5 g cada um, não se gasta a totalidade destes produtos, a tabela a seguir demonstra o custo real da produção de sabões. O óleo vegetal apesar de ter sido doado pela unidade hoteleira foi ponderado um custo de 0,50€ para a limpeza de 250 mL de óleo, pelo material usado no seu processo, sendo o custo para a limpeza de 1 L de 2€.

Produto	Quantidade usada	Calculo	Total
Óleo vegetal	250 g	$(250 \times 2)/920^{(2)} = 0,54€$	4,31€
Azeite extra virgem	100 g	$(100 \times 2,99)/920^{(3)} = 0,32€$	
Óleo de coco	75 g	$(75 \times 5,99)/200 = 2,25€$	
Óleo de palma	75 g	$(75 \times 3,79)/400^{(4)} = 0,71€$	
Hidróxido de sódio	71,62 g	$(71,62 \times 6,90)/1000 = 0,49€$	

Tabela 8. Custo associado à produção de sabão

Após a visualização da tabela é possível determinar que para um lote de sabões gasta-se 4,31€, ou seja, cada sabão apresenta um custo de, sensivelmente, 0,07€.

Discussão de resultados

Lavagem do óleo alimentar

No fim do processo de limpeza do óleo obtém-se um óleo com um cheiro agradável, não é perceptível nenhum aroma a fritos como acontecia no início. Quanto à cor do óleo esta não varia muito entre o óleo inicial e o óleo final, este último é ligeiramente mais claro do que o primeiro, mas a diferença não é significativa.

² $\rho_{\text{óleo vegetal}} = 0,92 \text{ g/cm}^3$

³ $\rho_{\text{azeite}} = 0,92 \text{ g/cm}^3$

⁴ $\rho_{\text{óleo de palma}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$

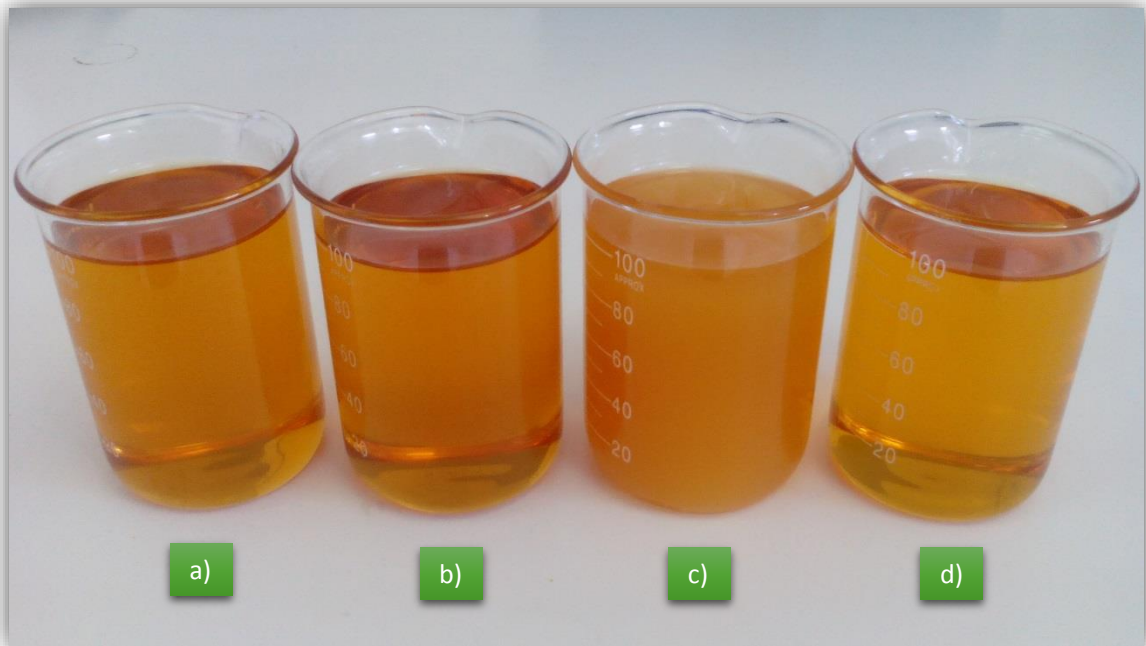


Figura 10. Diferentes fases da limpeza do óleo

a) Óleo inicial; b) Óleo filtrado; c) Óleo lavado; d) Óleo desodorizado



Figura 11. Comparação do óleo inicial (esquerda) com o final (direita)

Tendo em conta o óleo de origem, fritura exclusiva de batatas, este processo de lavagem é bastante eficaz. No entanto este processo é demorado, principalmente, nas fases de filtração. Como o óleo tem uma consistência um pouco espessa demora bastante a filtrar pequenos volumes. Para ter mais rentabilidade teria de se arranjar uma solução para viabilizar o processo de filtração.

Corantes

A alternativa do corante natural, o pó da casca de laranja, foi testada, utilizando a formulação número 2 acrescida de 3% de pó de casca de laranja, mas os resultados obtidos não foram os desejados. Os sabões apresentavam uma ligeira alteração de cor, no entanto, formaram-se duas fases distintas, figura 12. O aspeto estético dos sabões fica assim comprometido, visto que, a zona onde há maior depósito do pó da casca de laranja alterou a sua cor apresentando-se acastanhada e um dos sabões apresenta uma zona branca, que poderá dever-se ao hidróxido de sódio.



Figura 12. Sabão com corante natural (pó da casca da laranja)

Formulações

Foram estudadas diversas formulações para se poder determinar qual a melhor combinação de óleos. De todos os sabões obtidos houve dois que se distinguiram pela qualidade, foram eles a formulação número 2 e a formulação número 10. No entanto o estudo de aceitação do produto foi só efetuado com a formulação número 10, isto deve-se ao facto de a formulação número 2 necessitar de um tempo de cura maior (sabões com elevada percentagem de azeite na sua constituição necessitam de pelo menos um mês de cura para atingir as características desejadas).

Contudo a formulação número 2 é para ter em conta visto que em termos de custo de produção tem um custo muito menor que a formulação escolhida, esta tem um custo de 1,38€ para 500 g de mistura de óleo enquanto a formulação número 10 tem um custo de 4,31€ para 500 g de mistura de óleo, ou seja, há uma diferença de 2,93€ na produção destas formulações.

Sendo assim é possível admitir que a aplicação de óleo alimentar reciclado na produção de sabões é válida, pois os produtos produzidos tem capacidade de limpeza. No entanto nem todos apresentam as características que se consideram necessárias para se designar um bom sabão, como, produção de espuma, fácil remoção e não secarem as mãos.

Para se obter um bom sabão é necessário uma mistura de óleos, porque cada um atribui qualidades distintas no produto final. Para tal é necessário recorrer a matéria-prima com valor de mercado, aumentando o custo associado à produção de sabão. Contudo os restantes materiais utilizados (cascas de amêndoa, cascas de laranja, óleo alimentar) são uma forma de dar utilidade

aos produtos, ou nova utilidade no caso do óleo, conseguindo-se assim reutilizar matéria que de outra forma iria ser deitada ao lixo.

É ainda do máximo interesse de saúde pública diminuir as contaminações provocadas pelo mau acondicionamento deste resíduo, seria vantajoso estudar novas aplicações do óleo alimentar usado noutros produtos de higiene pessoal.

Bibliografia

- AMI. (s.d.). *Óleos alimentares usados*. Obtido em junho de 2015, de AMI:
<http://www.ami.org.pt/default.asp?id=p1p211p212p756&l=1>
- APA. (2013). *Resíduos Urbanos - Relatório Anual 2012*. Amadora.
- DL 267/2009. (29 de setembro de 2009). *Diário da República*, pp. 6991-6997.
- Fernandes, P. (fevereiro de 2009). *Produção de sabão líquido a partir de óleo alimentar usado*. Porto.
- Gail, A. (s.d.). *Soapmaking oil chart*. Obtido em junho de 2015, de Lovin' Soap Studio:
<http://www.lovinsoap.com/oils-chart/>
- INE. (2014). *Balança Alimentar Portuguesa 2008-2012*.
- IPB. (junho de 2009). *Uma linha de cosméticos com cheirinho a terra*. Bragança, Portugal: Instituto Politécnico de Bragança.
- NP-90. (1970).
- Pronatural. (s.d.). *Óleos essenciais*. Obtido em junho de 2015, de pronatural:
<http://www.pronatural.com.pt/cms.php?id cms=27>
- Qi-Qi, Z., Bang-Xin, C., Wen-Jie, X., Hong-Ze, G., Jin-Feng, L., Shi-Zhong, Y., & Bo-Zhong, M. (6 de Maio de 2015). The Rebirth of Waste Cooking Oil. Obtido em julho de 2015, de www.nature.com/scientificreports
- QUERCUS. (s.d.). *Óleo Alimentar Usado*. Obtido em junho de 2015, de QUERCUS:
<http://www.quercus.pt/fileiras-residuos/3617-oleos-alimentares-usados?highlight=WyJcdTAwZjNsZW8iLCJhbGltZW50YXliLCJcdTAwZjNsZW8gYWxpbWVudG FyIlI0=>
- Weimin, L., & Xiaobo, W. (2015). Bio-lubricants Derived from Waste Cooking Oil with Improved Oxidation Stability and Low-temperature Properties. *Journal of Oleo Science*, 4, pp. 367-374.

Anexos

1. Otimização do processo de separação da fase oleosa e aquosa

a. Tempo de repouso

Quando se começou o processo de lavagem do óleo alimentar, surgiu a dúvida de qual seria o tempo ideal de repouso para se decantar a água destilada usada na lavagem. Decidiu-se então realizar um estudo para determinar o tempo ideal de repouso.

Foram montadas seis ampolas de decantação de 100 mL (fig. a1.) a primeira ampola ficou 1h em repouso, a segunda 2h, a terceira 4h, a quarta 8h, a quinta 16h e a última 32h.

A todas as ampolas foram medidos os volumes de água decantados bem como o aspeto da mesma nas duas lavagens.

Resultados:

- Ampola 1 – repouso 1h
 - 1ª Lavagem
 - V = 48 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
 - 2ª Lavagem
 - V = 50 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
- Ampola 2 – repouso 2h
 - 1ª Lavagem
 - V = 49 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
 - 2ª Lavagem
 - V = 49 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
- Ampola 3 – repouso 4h
 - 1ª Lavagem
 - V = 48 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
 - 2ª Lavagem
 - V = 49 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
- Ampola 4 – repouso 8h
 - 1ª Lavagem
 - V = 48 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo
 - 2ª Lavagem
 - V = 49 mL
 - Aspeto – turvo e com vestígios de óleo

→ Ampola 5 – repouso 16h

○ 1ª Lavagem

- V = 49 mL
- Aspeto – turvo e com muito pouco vestígios de óleo

○ 2ª Lavagem

- V = 50 mL
- Aspeto – turvo e com muito pouco vestígios de óleo

→ Ampola 6 – repouso 32h

○ 1ª Lavagem

- V = 49 mL
- Aspeto – turvo e com muito pouco vestígios de óleo

○ 2ª Lavagem

- V = 50 mL
- Aspeto – turvo e com muito pouco vestígios de óleo



Figura a1. Estudo do tempo ideal de repouso

No final do estudo foi possível concluir que, quanto maior o tempo de repouso melhor seria a separação das fases. No entanto era impraticável durante um processo de lavagem ter um repouso de 16h, ou mais, para se poder concluir esta fase e passar para a desodorização do óleo.

b. Lavagem com água destilada vs. Solução de NaCl a 10%

No seguimento do estudo descrito anteriormente, decidiu-se experimentar realizar a lavagem com uma solução de NaCl a 10%. Com a adição de NaCl à água destilada aumenta-se a densidade da mesma favorecendo a separação das fases. No entanto é necessário perceber se a lavagem com esta solução é, ou não, melhor que a lavagem com a água destilada.

Este processo foi feito em duplicado, numa ampola usou-se água destilada noutra usou-se a solução de NaCl a 10%. Repetiu-se o processo normal de lavagem, o mesmo volume de óleo com o mesmo volume de água destilada/solução de NaCl a 10%. As ampolas ficaram em repouso por 1h.

Ao fim do tempo de repouso conseguiu-se recuperar o volume total da solução de NaCl a 10%, $V = 50$ mL, enquanto na água destilada recuperou-se apenas 48 mL. O aspeto do decantado da água destilada apresentava turvação e alguns vestígios de óleo. Com a solução de NaCl o decantado estava turvo mas tinha menos vestígios de óleo. Com estes achados decidiu-se proceder à lavagem com a solução de NaCl a 10%, pois consegue-se diminuir, em muito, o tempo de repouso tornando o processo mais praticável.

Joana Araújo

2. Determinação do índice de saponificação

a. Solução alcoólica de KOH a 0,5 M

$$M(\text{KOH}) = 39,09 + 56,11 + 1 = 96,20 \text{ g KOH}$$

$$1 \text{ M} \text{ ----- } 96,20 \text{ g KOH}$$

$$0,5 \text{ M} \text{ ----- } X$$

$$X = 96,20 \times 0,5 = 48,10 \text{ g KOH}$$

$$48,10 \text{ g KOH} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 100 \text{ mL}$$

$$X = (48,10 \times 100) / 1000 = 4,810 \text{ g KOH}$$

É necessário pesar 4,810 g de KOH, adicionar depois a um Gobelet com 5 mL de álcool etílico a 96% para dissolver. Passar o conteúdo para um Erlenmeyer de 100 mL e perfazer o volume.

b. HCl a 0,5 M

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g HCl}$$

$$1 \text{ mL} = 1,18 \text{ g} \quad (\text{dados da embalagem})$$

$$1 \text{ M} \text{ ----- } 36,46 \text{ g HCl}$$

$$0,5 \text{ M} \text{ ----- } X$$

$$18,23 \text{ g HCl} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 100 \text{ mL}$$

$$X = 36,46 \times 0,5 = 18,23 \text{ g HCl}$$

$$X = (18,23 \times 100) / 1000 = 1,823 \text{ g HCl}$$

HCl a 35% m/V

$$35 \text{ g HCl} \text{ ----- } 100 \text{ mL sol.}$$

$$1,823 \text{ g HCl} \text{ --- } X$$

$$X = (1,823 \times 100) / 35 = 5,2 \text{ mL sol.}$$

É necessário medir 5,2 mL da solução comercializada e diluir em 94,8 mL de H₂O destilada. Ou seja, coloca-se uma parte da água num Erlenmeyer de 100 mL adiciona-se o volume pretendido de ácido clorídrico e completa-se o volume com água destilada.

c. Cálculos do índice de saponificação

Óleo alimentar reciclado

Dados:

1 g de óleo alimentar reciclado

25 mL KOH 0,5 M

$$M(\text{KOH}) = 96,20 \text{ g}$$

Cálculos:

$$V_b(\text{HCl}) = 21,9 \text{ mL}$$

$$V_f = V_b - V_{am}$$

$$V_{am}(\text{HCl}) = 14,9 \text{ mL}$$

$$V_f = 21,9 - 14,9 = 7 \text{ mL}$$

$$N^{\circ}eq = V_f \times N$$

$$N^{\circ}eq = 7 \times 0,5 = 3,5$$

$$N^{\circ}eq = n^{\circ} \text{ mol KOH}$$

$$m(\text{KOH}) = n \times M$$

$$m(\text{KOH}) = 3,5 \times 56,08 = 196,28 \text{ mg}$$

$$IS = m(\text{KOH}) / m(\text{óleo})$$

$$IS = 196,28 / 1 = 196,28 \text{ mg (KOH) / g}$$

O índice de saponificação (IS) para o óleo alimentar reciclado é de 196,28 mg (KOH) / g (óleo).

Azeite extra virgem

Dados:

1 g de azeite extra virgem

25 mL KOH 0,5 M

M (KOH) = 56,08 g

Cálculos:

$V_b(\text{HCl}) = 21,9 \text{ mL}$

$V_{am}(\text{HCl}) = 14,7 \text{ mL}$

$$V_f = V_b - V_{am}$$

$$V_f = 21,9 - 14,7 = 7,2 \text{ mL}$$

$$N^{\circ}eq = V_f \times N$$

$$N^{\circ}eq = 7,2 \times 0,5 = 3,6$$

$$N^{\circ}eq = n^{\circ} \text{ mol KOH}$$

$$m(\text{KOH}) = n \times M$$

$$m(\text{KOH}) = 3,6 \times 56,08 = 201,88 \text{ mg}$$

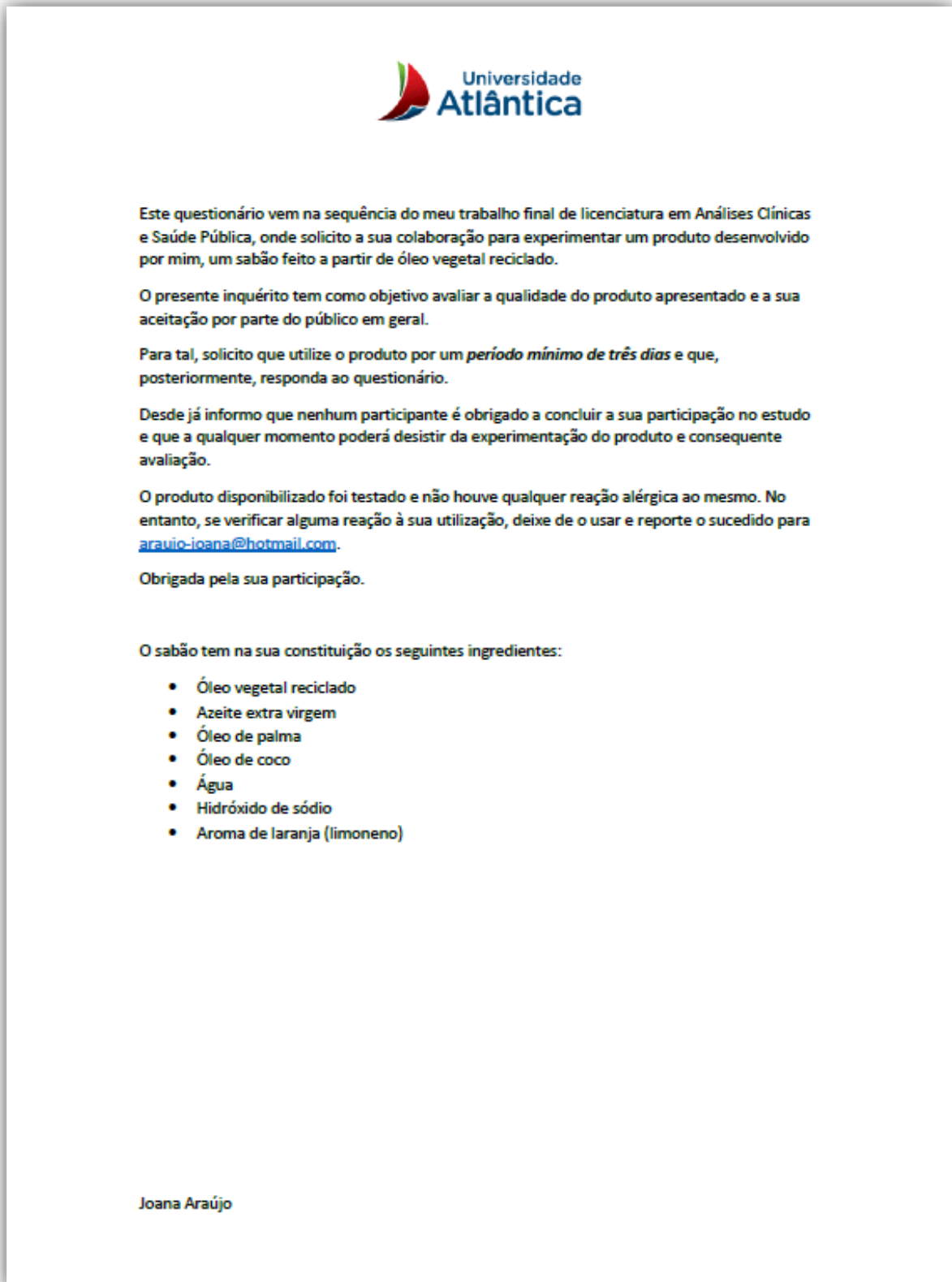
$$IS = m(\text{KOH}) / m(\text{azeite})$$


$$IS = 201,88 / 1 = 201,88 \text{ mg (KOH) / g}$$

O índice de saponificação (IS) para o azeite extra virgem é de 201,88 mg (KOH) / g (azeite).

3. Inquérito

Figura a3. Carta de apresentação do trabalho





Universidade
Atlântica

Inquérito de avaliação: sabão

Período de uso: _____

1. Relativamente ao *aroma*, como classifica:
 - Agradável
 - Tolerável
 - Desagradável
 - Sem cheiro

2. Relativamente à *consistência*, como classifica:
 - Consistente, não se deforma com o uso
 - Consistência pouco sólida, mole no centro
 - Desfez-se com o uso

3. Relativamente à *espuma*, como classifica:
 - Fez muita espuma
 - Fez pouca espuma
 - Não fez espuma

4. Em termos de limpeza
 - O sabão fez o seu efeito e foi de fácil remoção com água
 - Foi difícil remover o sabão, foi necessário utilizar mais água na lavagem das mãos
 - O sabão não fez o seu efeito, tive de lavar com o meu sabão habitual

5. Sensação nas mãos após a lavagem
 - Agradável
 - Secou as mãos
 - Não houve diferença

Joana Araújo

Figura a4. Questionário pág.1

6. Continuará a utilizar este sabão

Sim

Não

7. Recomendaria este sabão

Sim

Não

Obrigada pela sua participação

Joana Araújo

Figura a5. Questionário pág.2