

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Farmácia



Aromaterapia

Base científica para uma prática milenar

Ana Margarida Comba Oliveira

Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas

2019

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Farmácia



## Aromaterapia

Base científica para uma prática milenar

Ana Margarida Comba Oliveira

Monografia de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas apresentada  
à Universidade de Lisboa através da Faculdade de Farmácia

Orientadora: Doutora Generosa Teixeira, Professora Auxiliar  
da Faculdade de Farmácia de Lisboa

2019

## Resumo

Aromaterapia é uma prática que é usada desde à 6000 anos A.C. Tem por base o uso de óleos essenciais cuja composição, muito variável, é responsável pelas diferentes atividades biológicas e farmacológicas que lhes são atribuídas.

Estes óleos essenciais são produtos de origem vegetal, extraídos geralmente por hidrodestilação, e nalguns casos especiais como no género *Citrus*, através de expressão. Podem apresentar diversas estruturas químicas, mas os principais compostos são de natureza terpénica, como os monoterpenos e sesquiterpenos.

Este tipo de terapia pode ser aplicado por 3 vias, inalatória, tópica e oral, sendo que as duas primeiras são as mais comuns e a última tem grande destaque em França.

Ao longo desta monografia vamos abordar os diferentes tópicos a ter em consideração quando se pratica esta terapia.

Palavra chave:

Aromaterapia, óleos essenciais, monoterpenos, sesquiterenos, propriedades farmacológicas

## Abstract

Aromatherapy is a practice that has been used since 6000 years A.C. It is based on the use of essential oils whose composition, which is very variable, is also responsible for the different biological and pharmacological activities attributed to them.

These essential oils are products of plant origin, usually extracted by hydrodistillation, and in some special cases as in the genus Citrus, by expression. They may have various chemical structures, but the main compounds are terpenic in nature, such as monoterpenes and sesquiterpenes.

This type of therapy can be applied in 3 ways, inhalation, topical and oral, the first two being the most common and the last one being very prominent in France.

Throughout this monograph we will cover the different topics to consider when practicing this therapy.

Key word:

Aromatherapy, essential oils, monoterpenes, sesquiterpenes, pharmacological properties

## Índice

1. Introdução.....	7
1.1. Aromaterapia – Definição .....	7
1.2. Breve história da Aromaterapia.....	7
1.3. Aromaterapia na atualidade.....	9
2. Desenvolvimento.....	10
2.1. Óleos essenciais .....	10
2.2. Óleos essenciais e a sua função na planta.....	10
2.3. Diferentes estruturas secretoras.....	11
2.4. Síntese de óleos essenciais.....	12
2.4.1. Terpenos.....	13
2.4.2. Fenilpropanóides.....	14
2.5. Fatores que influenciam a síntese de óleos essenciais.....	15
2.5.1. Fatores morfológicos.....	15
2.5.2. Fatores ambientais.....	16
2.5.3. Distribuição geográfica.....	17
2.6. Métodos de extração dos óleos essenciais.....	17
2.7. Atividades Biológicas.....	19
2.7.1. Tipos de óleos essenciais e as suas propriedades biológicas.....	20
2.8. Cuidados a ter com os óleos essenciais em Aromaterapia.....	23
3. Efeito Farmacológicos dos óleos essenciais.....	24
4. Conclusões.....	28
5. Referências Bibliográficas.....	29

## Índice Figuras

Figura 1. Exemplos de estruturas secretórias .....	11
Figura 2. Diferentes vias de síntese dos componentes dos óleos essenciais .....	12
Figura 3. Produção dos diferentes tipos de terpenos .....	13
Figura 4. Exemplos de monoterpenos .....	14
Figura 5. Exemplos de sesquiterpenos .....	14
Figura 6. Exemplos de Lactonas e Cumarinas .....	14
Figura 7. Esquema industrial da destilação a vapor .....	18
Figura 8. Alguns exemplos de compostos maioritários dos óleos essenciais com atividade farmacológica significativa. ....	21
Figura 9. Mecanismo de atuação dos óleos essenciais na ansiedade e stress via Serotonina.....	25
Figura 10. Exemplos de Diterpenos .....	34

Figura 11. Exemplo de fenóis.....	34
Figura 12. Exemplos de Álcoois .....	34
Figura 13. Exemplos de Éteres metílicos .....	35
Figura 14. Exemplos de Aldeídos aromáticos.....	35
Figura 15. Exemplos de Óxidos .....	35
Figura 16. Exemplos de Cetonas.....	35
Figura 17. Exemplos de Ésteres .....	35

## Índice Anexos

Anexo 1 – Exemplos de terpenos.....	34
Anexo 2 – Principais plantas usadas em Aromaterapia.....	36

## Dedicatória/Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa por me acolher ao longo destes cinco anos de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas. Agradeço igualmente a todos os docentes que me lecionaram as unidades curriculares e aos meus colegas, que tornaram o espaço num ambiente de convívio repleto de experiências agradáveis ao longo da minha formação académica.

Sobretudo os meus amigos que estiveram sempre presentes e prontos para me ajudar. Levá-los-ei para sempre no meu coração.

Um grande obrigado à Professora Doutora Generosa Teixeira por me suportar e apoiar ao longo do desenvolvimento desta monografia. Sem a sua ajuda e orientação este trabalho não teria sido possível.

Finalmente um agradecimento especial à minha família, sobretudo os meus pais que me apoiaram sempre nesta grande etapa da minha vida.

## 1. Introdução

Aromaterapia é uma prática que tem vindo a ser utilizada desde os primórdios dos tempos. A referência mais antiga data de 6000 A.C. corresponde a um documento onde se descreve a prática que hoje conhecemos como Aromaterapia.<sup>(1-4)</sup> Este termo só surgiu no século XX, mas na realidade o seu uso nunca foi abandonado. Atualmente no ocidente as medicinas alternativas estão em crescimento, fruto de estilos de vida pouco saudáveis. Estas práticas terapêuticas podem ser problemas de saúde pública e não devem ser ignoradas. Por este motivo é importante conhecermos melhor o seu fundamento.

A sua história e as eventuais bases científicas que formam os alicerces da aromaterapia irão ser abordadas ao longo desta monografia.

### 1.1 Aromaterapia – definição

Inicialmente não existia uma definição precisa de Aromaterapia, o termo só terá sido criado no século XX pelo engenheiro químico francês René-Maurice Gattefossé, que o usou pela primeira vez nos seus textos.<sup>(5,6)</sup>

A palavra Aromaterapia tem origem em dois termos, *aroma* e *terapia/therapeia*, que provêm de origens latino e grego. O termo *aroma* em latim significa odor doce ou especiaria, e em grego *aroma* significa especiaria. Já *terapia* provem do latim *terapia* e do grego *therapeia*, que significam ambos cura ou ato de curar, tratar ou cuidar.<sup>(1,7)</sup>

Inicialmente foi definida como uma terapia onde o perfume das flores, ervas e árvores era inalado para promover a saúde e bem-estar do indivíduo.<sup>(1,8)</sup> Sabe-se hoje, com a evolução da ciência, que o perfume anteriormente referido correspondia ao odor dos óleos essenciais. Mas, além desta, outra propriedade destes óleos é a absorção cutânea, através de massagens, ou ingeridos por via oral. Esta última via pouco explorada, é muito estudada e utilizada em França.

Assim sendo aromaterapia passou a ser definida como uma forma de medicina ou terapia complementar/alternativa que usa como agente principal os óleos essenciais provenientes da raiz, caule, casca, folhas, flores, frutos e sementes<sup>(7,9,10)</sup> de forma a promover o bem-estar físico, psicológico, emocional ou até mesmo cognitivo.<sup>(1)</sup> Esta é a definição mais aceite hoje em dia que podemos recolher de várias fontes científicas e, portanto, assim a mais consensual.<sup>(1,9,11)</sup> Existe ainda outra definição segundo a NAHA (Nacional Association for Holistic Aromatherapy) que nos indica que aromaterapia utiliza essências aromáticas naturalmente extraídas de plantas para balançar, harmonizar e promover a saúde do corpo, mente e espírito.<sup>(12,13)</sup>

### 1.2 Breve história da Aromaterapia

Como referido anteriormente a Aromaterapia tem vindo a ser praticada há muitos anos. A sua primeira utilização foi no antigo Egipto, aproximadamente 6000 anos A.C. Era utilizada durante a queima de incenso nos rituais religiosos, na utilização em banhos e perfumes, onde o destilado de Cedro (*Cedrus* sp.) foi o primeiro a ser usado para estes fins.<sup>(7)</sup> Mas a prática de

Aromaterapia não se limitava a estes usos. A Mirra (*Commiphora myrrha*), Gálbano (*Ferula gummosa*), Canela (*Cinnamomum verum*), Cedro (*Cedrus* sp.), Zimbro (*Juniperus*) e Nardo (*Polianthes tuberosa*) eram também utilizados na mumificação<sup>(5,14)</sup> como uma procura da eternidade ou imortalidade, conservando o corpo do faraó até que a sua alma fosse julgada e se, perante os Deuses considerado digno, voltasse à vida. Com o passar do tempo acabou por desenvolver-se como prática medicinal que seria usada até à atualidade. Por volta dos 3000 anos A.C. temos registo do uso da aromaterapia na medicina indiana e chinesa. Na Índia através da ciência de Ayurveda, que defende a cura não só do corpo físico como da mente e espírito e na China pelo livro Yellow Emperor's Classic of Internal Medicine. Este é considerado o livro botânico mais antigo que descreve mais de 300 plantas e os seus usos medicinais. Pensa-se que os chineses poderão ter precedido os egípcios no uso terapêutico desta na prática.<sup>(5,6)</sup>

Na antiguidade clássica os Gregos destacaram-se nesta área. Asclepius terá sido o primeiro a ser reconhecido por usar aromaterapia, provado no seu livro *The Book of Healing*. Este foi seguido por outras figuras muito importantes: Hippocrates, Theophrastus, Dioscorides e Galeno, que terão desenvolvido conhecimentos que suportariam a atual Aromaterapia.

Hippocrates destacou-se pela sua refuta na crença de que a doença tinha origem sobrenatural e divina. Deveriam ser procuradas as origens naturais que a provocavam, o que terá despoletado a curiosidade científica em descobrir as causas para as diferentes doenças e o desenvolvimento de uma terapia mais apropriada do que sacrifícios e devoção aos Deuses. Este autor também estudou aproximadamente 200 plantas o que terá contribuído mais tarde para o desenvolvimento da Botânica por Theophrastus. Estes conhecimentos sobre as plantas ajudaram para descobertas importantes aplicadas na aromaterapia. Um exemplo, a hierarquia taxonómica em família, género e espécies, pode ser uma indicação quanto à composição dos óleos essenciais. Outro exemplo, a origem geográfica das plantas, também pode fornecer elementos esclarecedores quanto à natureza química dos compostos.

Dioscorides ganhou grande conhecimento com as viagens que fez com o exército romano, ao registar tudo o que encontrava, nomeadamente descrever os diferentes tipos de plantas, o seu habitat e localização geográfica, propriedades e como deviam ser preparadas e armazenadas. Criou assim o primeiro Herbanário, obra que foi bastante usada na Europa, durante mais de 1500 anos.

Galeno, médico romano de origem grega, continuou o trabalho de Dioscorides. Descreveu várias plantas, a sua localização geográfica e usos medicinais na obra *De Simplicibus*, aprofundou conhecimentos que vieram mais tarde ajudar a reconhecer características únicas das plantas que estão na base do seu uso.

Os Romanos com a conquista do território Egípcio trouxeram os perfumes e expandiram o seu uso. Foram também os primeiros a desenvolver o material e técnica de destilação, extraíndo assim o primeiro óleo essencial de Rosa. Com a expansão do seu território, tiveram igualmente grande importância na divulgação da aromaterapia. Após da queda do império romano a aromaterapia caiu em desuso, passando a ser cada vez menos praticada. Os seus pequenos usos restringiam-se à queima de incenso nas casas para impedir a propagação das

doenças, na altura a peste negra, demonstrando a propriedade antisséptica de alguns óleos essenciais. Além disso os médicos da peste usavam estas plantas nas suas máscaras, com o intuito de se proteger contra a peste negra, algo que se pensa ter resultado, mais uma vez devido às propriedades dos óleos essenciais que permaneciam no espaço fechado das suas máscaras, purificando o ar que estes respiravam.<sup>(6)</sup>

França terá retomado a sua prática mais tarde, com o trabalho de René-Maurice Gattefossé que estudou as diferentes propriedades medicinais dos óleos essenciais, tendo os seus estudos sido continuados até à atualidade.<sup>(6,14)</sup>

### 1.3 Aromaterapia na atualidade

O tipo de vida nas sociedades ocidentais tem levado à procura de alternativas na abordagem a alguns problemas de saúde. Os óleos essenciais parecem desempenhar um papel no combate ao stress e ansiedade devido aos efeitos psicológicos que tem no sistema nervoso,<sup>(14-16)</sup> bem como as suas propriedades biológicas e farmacológicas, como antivirais, antimicrobianas e anti-inflamatórias.<sup>(1)</sup> Mas, apesar destas propriedades benéficas, reconhecer o seu uso em medicina convencional ainda está muito longe de ser consensual, sendo, hoje em dia, uma prática vista como uma terapia adjuvante ou uma terapia alternativa.

Diferentes estudos foram realizados para provar a sua eficácia a resolver outros problemas de saúde além do stress e ansiedade. Por um lado, os artigos dos estudos realizados para comprovar as propriedades dos óleos essenciais foram executados e cientificamente comprovados sendo, portanto, aceites em toda a comunidade científica. Por outro lado, quanto passamos à eficácia da aromaterapia em diferentes doenças, os cientistas ainda se demonstram sépticos, afirmando que os dados dos estudos não foram corretamente obtidos ou que ainda há muitas variáveis que poderão ter influenciado os resultados. Este é um dos aspetos que a aromaterapia ainda tem a superar para se tornar mais aceite e utilizada na medicina convencional. Desenvolvendo modelos de estudo em conjunto com melhor divulgação de resultados e métodos de obtenção de dados para que possa ser melhor aceite e utilizada.

Contudo, apesar de inúmeros desafios ainda a superar, é ainda muito utilizada a nível popular, nos rituais religiosos de diferentes países e sobretudo durante as massagens de relaxamento ou drenagens linfáticas, bem como alguns tratamentos via inalação. Esquece-se que muitos medicamentos de venda livre nas farmácias têm óleos essenciais na sua composição. É o caso de pastilhas ou xaropes naturais para dor de garganta e tosse devido às propriedades anti-inflamatórias e expetorantes respetivamente e ainda por agirem como antisséptico, como iremos ver mais á frente. Mas o principal uso de óleos essenciais foi a nível da indústria alimentar como conservantes, na indústria química e cosmética e perfumaria.<sup>(1,17-21)</sup>

Num futuro próximo é certo que poderemos ver uma inovação da sua utilização em medicina, mas para isso é necessário a realização de estudos para o comprovar. Até lá esta continuará a ser apenas vista como uma terapia alternativa ou adjuvante.

## 2. Desenvolvimento

Sabendo que aromaterapia usa óleos essenciais como princípio ativo, vamos desenvolver mais informação sobre os mesmos, nomeadamente o que são, quais as suas funções nas plantas, como são sintetizados e fatores que influenciam a sua produção, bem como o local onde são armazenados nas plantas, métodos de extração, alguns cuidados a ter com os óleos essenciais. Vamos ainda abordar as principais atividades destes compostos e de que modo atuam no organismo humano.

### 2.1 Óleos essenciais

Quando os óleos essenciais foram descobertos não existia uma definição absoluta do que eram exatamente. Na altura eram descritos como corpos odoríferos de natureza oleosa, obtidos exclusivamente de fontes vegetais, geralmente líquido à temperatura ambiente e voláteis sem decomposição. Atualmente sabe-se que óleos essenciais se podem decompor, mesmo durante o processo de extração ou após armazenamento, pelo que houve a necessidade de atualizar esta definição. Óleos essenciais passaram a ser definidos como misturas complexas de compostos de natureza química variada, extraídos total ou parcialmente de múltiplas plantas aromáticas ou medicinais. São, portanto, substâncias altamente concentradas extraídas de todos os órgãos vegetais<sup>(1,5,20,22)</sup> podendo corresponder até 3% do peso da planta em fresco. Além disso, foi ainda necessário acrescentar informação sobre as técnicas de extração, pois sabe-se que também estas têm influência na composição química do produto obtido. A definição de óleos essenciais deve ser muito completa e corresponde a um produto de origem vegetal obtido por metodologias específicas, a hidrodestilação, a hidrodestilação por arrastamento de vapor, destilação por arrastamento de vapor ou por um processo mecânico, sem envolvimento de calor, a expressão, devidamente normalizados.<sup>(5,19,20,23)</sup> Os óleos essenciais são misturas de hidrocarbonatos saturados e insaturados de carácter hidrofóbico, lineares ou cíclicos, com diferentes grupos funcionais na sua constituição, desde álcoois, aldeídos, ésteres, éteres, cetonas e fenóis.<sup>(21,24,25)</sup> Têm odor agradável e característico, geralmente incolores, no estado líquido e com índice de refração elevado.<sup>(1,4,10,13)</sup> São solúveis em solventes orgânicos e outros óleos, mas insolúveis em água.<sup>(20,26)</sup> Existem diferenças entre as designações de óleo essencial e de essência, sendo que a essência corresponde a uma mistura de óleos essenciais e óleos voláteis, ou seja, os componentes odoríferos da planta. As essências podem ser extraídas por diferentes técnicas, desde a destilação, expressão ou extração com solventes orgânicos ou, mais recentemente, com dióxido de carbono supercrítico.

### 2.2 Óleos Essenciais e a sua função na planta

Os óleos essenciais são considerados metabolitos secundários das plantas, visto que não têm ação direta no seu crescimento e desenvolvimento.<sup>(4,23)</sup> Tratam-se de produtos secundários das principais reações para fornecimento de energia. O passo inicial para a produção dos diferentes óleos essenciais é a fotossíntese. Alguns óleos essenciais asseguram a propagação da espécie ao desempenhar uma função de comunicação entre a planta e o ambiente e os agentes polinizadores e da planta com outras plantas que a rodeiem. Além disso são indispensáveis ao desempenhar uma função de prevenção de ataque de

microrganismos.<sup>(20,23,27)</sup> Estes compostos atuam como repelentes dos insetos e herbívoros, por exemplo, alterando o sabor da planta tornando-a menos atraente para os herbívoros.<sup>(4,7,20,28-30)</sup>

Podem funcionar ainda como reservas secundárias de energia, ajudar na cicatrização de tecidos e ainda prevenir desidratação da planta. Pode ainda, de certa forma, garantir a sobrevivência de uma espécie, num ambiente muito populoso, libertando para o solo, substâncias como o 1,8 – cineol e a cânfora, que previnem o crescimento de outras plantas, os chamados fenômenos de alelopatia. Podem também funcionar como agentes de comunicação entre plantas, como forma de aviso às plantas vizinhas, de perigos eminentes através da liberação dos óleos essenciais.<sup>(7)</sup>

### 2.3 Diferentes estruturas secretoras

As estruturas secretoras são de grande importância numa planta, é aqui que os óleos essenciais se sintetizam, acumulam ou permitem a circulação de forma a prevenir auto-toxicidade, permitindo reter elevada concentração de metabolitos secundário (neste caso óleos essenciais) onde possam exercer a função de defesa e ou atração.<sup>(23)</sup> Estas estruturas e a sua localização podem mesmo ser vitais para a sobrevivência da planta.<sup>(7)</sup>

Como já referido os óleos essenciais acumulam-se em elevada concentração nas plantas podendo constituir até 1-3% do seu peso em fresco. Acumulados em estruturas secretórias específicas, desde tricomas, ductos ou canais, bolsas, entre outros.<sup>(4,5,23,31,32)</sup>

Estes são armazenados nestas estruturas após a sua síntese local ou após a sua deslocação dos locais de síntese para estas estruturas. A percentagem de compostos vai variar conforme o tipo de óleo essencial produzido e da família, género e espécie da planta, bem como as estruturas secretoras em que são armazenados.

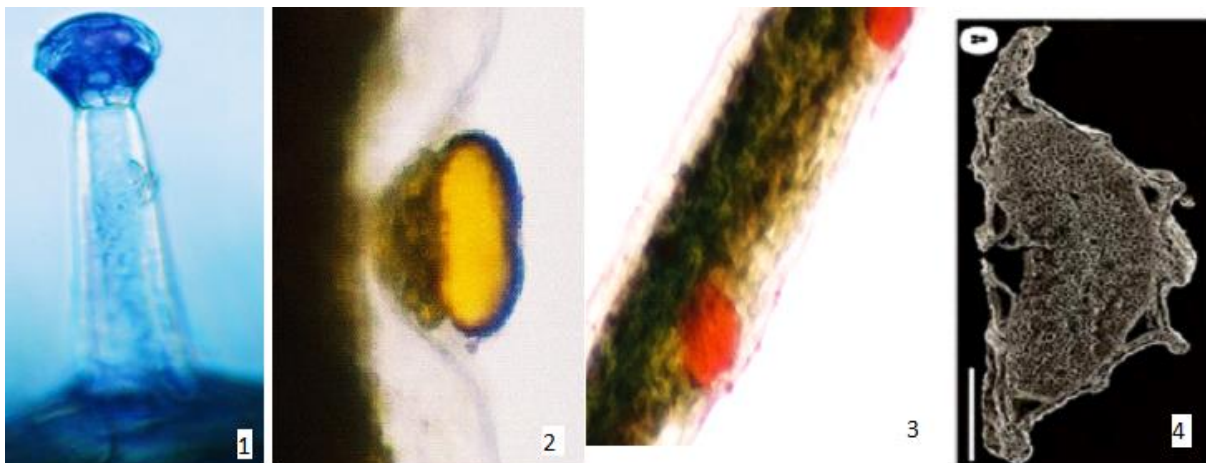


Figura 1. Exemplos de estruturas secretórias. 1 e 2 - Tricomas secretores em folhas, 3 - Bolsas secretoras internas em folha e 4 - Canais secretores em semente. Adaptado de (33)

Os diferentes tipos de estruturas secretoras têm tido interesse também devido à sua localização. Esta é necessária para saber que parte ou partes das plantas devem ser utilizadas para extrair o óleo. Isto é devido à distribuição heterogénea das estruturas secretoras ao longo da planta, desde órgãos vegetativos às flores, geralmente específicas da família em questão.

As estruturas podem então ser externas como por exemplos os tricomas, ou internas como as cavidades, ductos e bolsas (Figura 1). Numa mesma família podemos encontrar diferentes tipos de estruturas secretoras dependendo do género ou da espécie<sup>(31)</sup> como podemos observar na Tabela 1, no Anexo 2.

No caso dos tricomas, estes são as principais estruturas onde encontramos os óleos essenciais, sobretudo em algumas famílias de Angiospérmicas, como as Lamiaceae. Tratam-se de estruturas glandulares externas com distribuição nos órgãos aéreos e com morfologia muito diversa. Já os ductos e canais da planta contêm, numa camada denominada de epitélio secretor, as células produtoras de óleos essenciais, sobretudo terpenos. Finalmente as bolsas são células internas isoladas que se encontram hipertrofiadas.<sup>(4,5,31,34)</sup>

## 2.4 Síntese de óleos essenciais

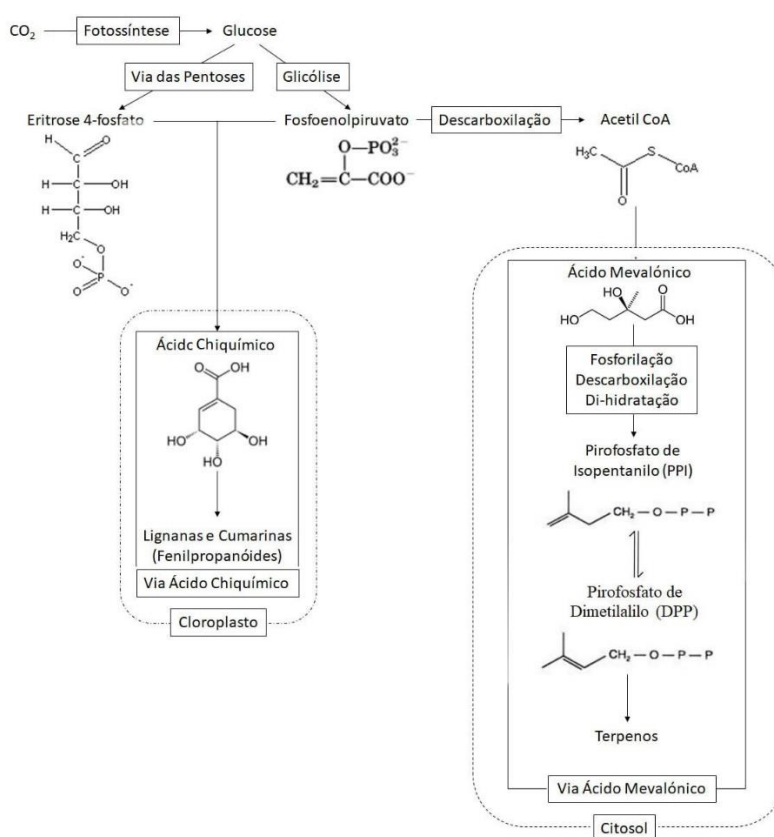


Figura 2. Diferentes vias de síntese dos componentes dos óleos essenciais. À esquerda a via de produção do ácido chiquímico que origina os fenilpropanóides nos cloroplastos e à direita a via do ácido mevalónico no citosol para original os terpenos. Adaptado de (7) e (4)

Como já referido os óleos essenciais podem conter vários compostos, terpenos ou não terpenos, os últimos dos quais fazem parte os fenilpropanóides. Na Figura 2. Verificamos que a fotossíntese está na origem das diferentes vias de síntese destes compostos.

Durante a fotossíntese além da energia necessária para a planta, é também produzido oxigénio, água e de maior importância para a produção de óleos essenciais: a glucose bem como outros açúcares simples, que vão sofrer reações diferentes e assim originar os vários compostos de interesse: terpenos e fenilpropanóides.<sup>(7)</sup>

## 2.4.1 Terpenos

A unidade básica dos terpenos é o isopreno ou 2-metilbutadieno com 5 carbonos no seu esqueleto (C<sub>5</sub>). Consoante o número de unidades de isopreno que se aglomeram a esta temos monoterpenos (C<sub>10</sub>), sesquiterpenos (C<sub>15</sub>), diterpenos (C<sub>20</sub>), triterpenos (C<sub>30</sub>) e tetraterpenos (C<sub>40</sub>).<sup>(20)</sup>

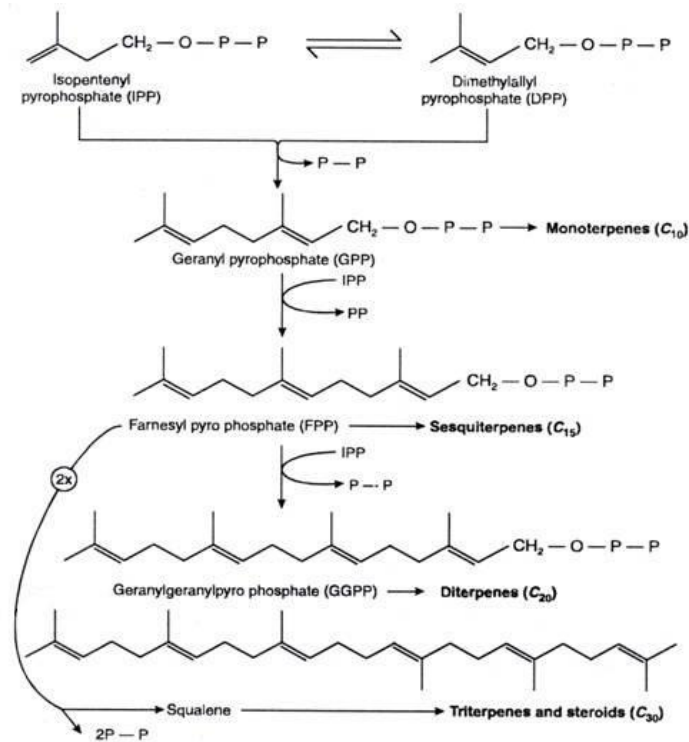


Figura 3. Produção dos diferentes tipos de terpenos, Monoterpenos, Sesquiterpenos, Diterpenos e Triterpenos originados por condensações das diferentes unidades básicas<sup>(7)</sup>

Contudo para gerar os diferentes terpenos, a condensação não se dá diretamente entre isoprenos, mas sim com os seus compostos intermédios fosforados.

Como vemos na Figura 2. para síntese destes compostos intermédios parte-se inicialmente de uma glicólise para originar o fosfoenolpiruvato, que ao sofrer uma descarboxilação se transforma em acetil-CoA, componente indispensável para a produção do ácido mevalónico.

O ácido mevalónico inicia a via metabólica com o seu nome.<sup>(21,35)</sup> Durante a qual ocorre fosforilação, descarboxilação e di-hidratação originando os compostos intermédios do isopreno, o pirofosfato de isopentano (PPI) ou o seu isómero pirofosfato de dimetilalilo (DPP), que irão mais tarde condensar entre si e originar os diferentes terpenos anteriormente referidos.<sup>(7)</sup>

Os monoterpenos (GPP) são assim originados da condensação de uma molécula PPI e DPP, enquanto que os sesquiterpenos (FPP) são originados da condensação de GPP com IPP ou DPP. Os diterpenos (GGPP) de um FPP com um IPP ou DPP e finalmente os triterpenos da condensação de dois FPP como podemos observar na Figura 3.

Apesar da Figura 3 apenas demonstrar as formas lineares dos terpenos, estes podem ainda se apresentar numa forma cíclica e com diferentes grupos funcionais tornando-os álcoois, aldeídos, cetonas entre outros. Todas estas reações ocorrem no citosol da estrutura secretora.<sup>(4)</sup> Na Figura 4 e 5 apresentamos alguns exemplos de monoterpenos e sesquiterpenos, os restantes exemplos encontram-se no Anexo 1.

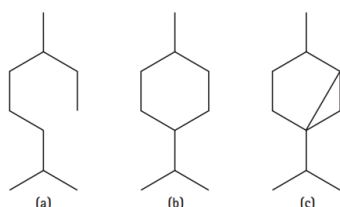


Figura 4. Exemplos de monoterpenos: (a) acíclico; (b) monocíclico; (c) dicíclico.<sup>(7)</sup>

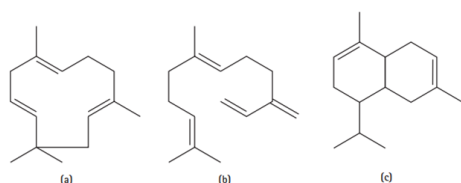


Figura 5. Exemplos de sesquiterpenos: (a) acíclico ( $\alpha$ -humuleno); (b) monocíclico (*trans*-p-farneseno); (c) bicíclico ( $\alpha$ -cadineno).<sup>(7)</sup>

#### 2.4.2 Fenilpropanóides

Tal como as restantes vias é necessário o fosfoenolpiruvato, mas para que esta via possa ocorrer é também necessário outro componente, a eritrose 4-fosfato. Para se gerar este composto alguns açúcares têm de se formar pela via das pentoses, que em conjunto com o fosfoenolpiruvato originam o ácido chiquímico. Este vai originar lignanas, cumarinas e flavonóides, nos quais estão inseridos os fenilpropanóides. Este grupo de óleos essenciais é pouco diversificados na sua estrutura, constituindo um anel aromático com 6 carbonos e uma cadeia lateral de 3 carbonos e ainda com ou sem outros grupos funcionais como cadeia lateral. Porém ao contrário das outras vias esta realiza-se nos plastídios (cloroplastos).<sup>(4)</sup> Alguns produtos resultantes desta reação podem voltar para o citosol e seguir a via do ácido mevalónico. A Figura 6 representa alguns exemplos destas estruturas.

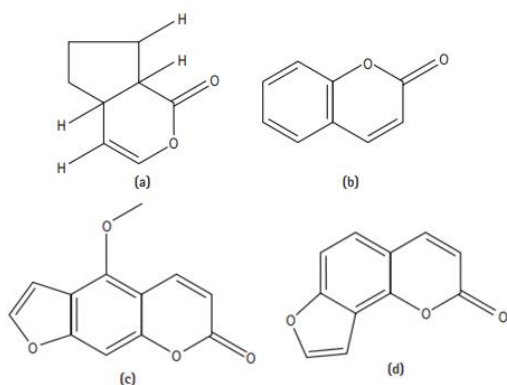


Figura 6. Exemplos de Lactonas e Cumarinas: (a) Nepetalactona; (b) cumarina; (c) Bergapteno; (d) angelicina.<sup>(7)</sup>

## 2.5 Fatores que influenciam a síntese de óleos essenciais

A identificação taxonômica das plantas é crucial para o conhecimento dos óleos essenciais que obtemos na extração. Há vários fatores que influenciam a síntese destes compostos e são estes fatores que condicionam o tipo de óleo essencial, mesmo dentro da mesma espécie.<sup>(5,19,23)</sup> São também estes fatores que nos indicam qual a melhor altura para colher a planta. Em alguns casos existem inclusive requisitos necessários a cumprir para que determinadas plantas possam ser colhidas e assim usadas para extração. Demonstrando que a produção não é homóloga e contínua nas plantas, vamos desenvolver os fatores determinantes para uma correta colheita. Estes podem ser agrupados como fatores morfológicos, ambientais, geográficos e genéticos ou evolutivos.<sup>(19)</sup>

### 2.5.1 Fatores morfológicos

Estes fatores podem englobar características como as variações a nível do desenvolvimento do órgão, órgão vegetal, tipo de estruturas secretoras, ciclo de polinização, variação sazonal e mecanismo de resposta química ou mecânica das plantas.<sup>(19,23)</sup> Quanto a estes últimos, normalmente pode ocorrer um aumento de produção dos óleos o que corresponde a medidas de proteção que a planta adota quando ocorrem lacerações quer causadas pelo crescimento natural da planta, quer causadas por herbívoros. Este mecanismo de defesa pode ser inclusivamente ativado como uma forma de resposta a certos componentes dos herbicidas, ou quando sob infeções por microrganismos. Geralmente neste tipo de situações a planta tem uma preferência a preservar e proteger as partes mais jovens de forma a assegurar a sua sobrevivência. Contudo este processo depende também de outros fatores como o estado de desenvolvimento da planta e tipo de moléculas disponíveis para as vias de produção dos óleos essenciais.

Os restantes fatores anteriormente referidos estão interligados. Iniciando pelas estruturas secretoras, vimos anteriormente que existem vários tipos com diferentes localizações, e que estas são dependentes da família ou da espécie que pretendemos colher. Como os compostos dos óleos essenciais se podem armazenar em diversas estruturas, distribuídas heterogeneamente pela planta, é bastante importante ter um conhecimento prévio do tipo de estruturas a esperar numa espécie, visto que o órgão afeta o tipo de secreção da planta. Por exemplo na camomila (*Matricaria recutita*) a parte mais utilizada é a flor, enquanto na canela (*Cinnamomum verum*), a parte mais utilizada é a casca da árvore, isto porque são os locais onde maior número de estruturas secretoras se encontra e conseqüentemente maior quantidade de óleo essencial. Estudos foram feitos para investigar em termos de quantidade e qualidade os tipos de óleos essenciais produzidos nas flores e outras partes da mesma planta. Foi verificado que não só a quantidade de óleo essencial era maior na parte florida, como a sua composição era totalmente diferente dos óleos produzidos nas restantes partes da planta.<sup>(5,23)</sup>

Mas não são só estes fatores que influenciam a produção dos óleos, pois o desenvolvimento dos órgãos utilizados (ontogénese) é também muito relevante. No geral na fase de floração e frutificação há um aumento da atividade metabólica, o que se traduz num aumento de óleos essenciais, cuja composição pode ser bastante variável. Estudos realizados para demonstrar quanto maior o estado de maturação da planta, maior a sua produção de óleos essenciais. Na

família Lamiaceae verificou-se que desde a formação do botão da flor até à sua maturação existe um aumento da produção dos óleos essenciais, que só diminui com a queda da flor. Porém, na família Asteraceae, nomeadamente camomila (*Matricaria recutita*), erva-dos-carpinteiros (*Achillea millefolium*), perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum*) e absinto (*Artemisia* sp.), estes resultados podem não ser comprováveis, devido à colheita das flores ser feita logo no início da floração.<sup>(5,23)</sup>

Este estado de desenvolvimento dos órgãos vai estar dependente da variação sazonal. Durante o ano a produção dos óleos pode sofrer variações significativas, a maior parte devido a influência das estações.<sup>(5,23)</sup> Cada planta tem uma estação preferencial, encontrando-se ao longo do ano em diferentes estados de maturação ou desenvolvimento, o que como já vimos se traduz numa composição muito variável dos óleos.

Durante o ciclo de polinização há um aumento de produção dos óleos pois algumas plantas tentam reproduzir um odor semelhante aos das fêmeas da espécie polinizadora. Isto permite atrair os machos e assim permitir o transporte dos grãos de pólen das estruturas masculinas, anteras, para as partes femininas de outra flor da mesma espécie. Após a polinização ser realizada, a planta muda de odor, diminuindo a produção dos óleos voláteis atractores, passando a produzir antes farnesil hexanoato, um volátil repelente com o intuito de impedir a copulação. Isto permite uma diminuição no consumo de energia que é necessário para a produção de óleos essenciais e desvia a atração dos polinizadores para as flores não polinizadas. A altura em que estes voláteis são libertados pode também variar conforme o tipo de polinizadores, diurnos ou noturnos, que são necessários.<sup>(23)</sup>

Uma alteração de qualquer destas variáveis pode causar uma alteração no tempo ideal de colheita de forma drástica por 1 a 5 dias. Deste modo é importante definir um tempo de colheita correto para cada espécie.<sup>(19,23,36)</sup>

### 2.5.2 Fatores ambientais

Os fatores ambientais que podem influenciar a síntese de óleos essenciais são abióticos, como o clima, a poluição, o tipo de solo e bióticos como as doenças provocadas por outros seres vivos.<sup>(5,19,23)</sup>

O clima dependendo da estação e da zona em que se está a executar a colheita, pressupõe uma determinada quantidade de exposição solar, temperatura, precipitação entre outros fatores característicos. As alterações climáticas podem criar sérios problemas neste sector, devido á grande influência sobre a síntese dos óleos essenciais sendo uma grande preocupação. Cada vez mais vemos uma alteração significativa na composição dos óleos essenciais de uma planta com conseqüente alteração do seu efeito farmacológico.

A poluição pode influenciar também a produção destes óleos. Já que em determinados ambientes podem haver diferentes tipos de agentes poluentes, dependendo dos mesmos e as suas percentagens estes podem provocar efeitos diferentes nas plantas. Mais estudos têm de ser realizados para se perceber o grau de importância deste ponto na produção dos metabolitos secundários inferindo óleos essenciais.<sup>(23)</sup>

O mesmo ocorre com as doenças e pragas, tanto podem ser benéficas com o aumento da produção de óleos essenciais que desempenham funções antimicrobianas, repelentes, entre outras; como podem provocar a morte de várias plantas o que corresponde a uma perda total de uma colheita. <sup>(23)</sup>

Já os fatores edáficos correspondem aos fatores relacionados com o solo e a sua constituição. É de esperar que para o desenvolvimento de diferentes plantas, sejam necessárias determinadas características do solo, desde os nutrientes como azoto, fosforo e potássio e de quantidade de água resultando em diferentes colheitas e diferentes óleos essenciais produzidos. Apesar disso, alguns autores demonstraram que a concentração de azoto pode não afetar a produção dos óleos essenciais, mas é bastante necessário para o crescimento da planta em si, o que em parte contribui para diferentes fases de desenvolvimento das plantas e óleos essenciais. <sup>(5,23)</sup>

### 2.5.3 Distribuição geográfica

Além dos fatores apresentados, também a localização geográfica influencia a composição química para diferentes óleos essenciais produzidos por uma mesma espécie. <sup>(23)</sup>

Um exemplo da influência destes fatores é a nível genético como uma tentativa das plantas se adaptarem e com a polinização cruzada, leva a um aumento da variabilidade genética. Casos como os da *Mentha* sp., *Thymus* sp., *Salvia* sp., *Pinus* sp., entre outros, apresentam pequenas diferenças genéticas que se traduzem em diferentes compostos nos seus óleos essenciais. São estes dois fatores, condições ambientais e alterações genéticas, que nos permite definir um termo muito importante neste sector: quimiotipos. <sup>(19,23)</sup> Este termo é aplicado a plantas do mesmo género e espécie (fenotipicamente iguais), mas que contêm diferente composição química, podendo ser bastante significativa.

Estudos para avaliar a composição quantitativa e qualitativa dos óleos essenciais de uma determinada espécie numa dada localização são essenciais, para que a quando da colheita estes satisfaçam os padrões necessários para a função a desempenhar na medicina. Já que uma pequena alteração quantitativa ou qualitativa do óleo essencial pode alterar a função que desempenha e pode ser nocivo devido à presença de compostos tóxicos. Este é de resto um problema para todos os compostos naturais. A falta de homogeneidade na composição química afeta a qualidade, a eficácia e a segurança do produto natural.

### 2.6 Métodos de extração dos óleos essenciais

As únicas técnicas possíveis de serem utilizadas na extração de óleos essenciais são a expressão e a hidrodestilação, hidrodestilação por arrastamento de vapor ou destilação por arrastamento vapor como definido na norma da Organização Internacional de Padronização acerca de Óleos Essenciais (ISO/TC54), ISO 9235:1997 e a Norma Portuguesa NP90 (1987) do IPQ-CT5. <sup>(5,19)</sup>

A expressão é um método simples que ocorre por prensagem ou picotagem do fruto e arrastamento por água. Este método é apenas usado na família Rutaceae, no género *Citrus*, a que pertencem os citrinos, onde a maior parte dos óleos essenciais de interesse estão no fruto,

como a laranja, limão, entre outros. Após a sua remoção com água estes são separados por processo que não alterem a composição, ou seja que não envolvam por exemplo calor, sendo a centrifugação um bom exemplo a utilizar devido à imiscibilidade dos dois líquidos.<sup>(5,19,37)</sup>

Já a destilação pode ocorrer por contacto direto ou não com a água. No caso da hidrodestilação a planta está em contacto com água no destilado baseando-se na imiscibilidade dos dois líquidos. Esta técnica é bastante útil nos casos de alguns óleos essenciais se decomporem nas proximidades do seu ponto de ebulição, visto uma mistura entre a água e os óleos essenciais gera uma mistura cujo o ponto de ebulição é inferior à temperatura do ponto de ebulição dos dois compostos separados. Isto permite extrair o óleo essencial a uma temperatura muito abaixo do seu ponto de ebulição evitando assim a sua destruição durante o processo. Porém não se exclui totalmente a possibilidade de haver degradação ou oxidação dos mesmos durante o processo. Após a volatilização dos compostos, estes seguem pelo sistema de destilação, até se voltarem a condensar após arrefecimento num tubo em espiral com enrolamentos concêntricos, cheio de água, que estará colocado na horizontal ou inclinados para que o destilado possa sair para o local de recolha. Quando o processo é finalizado podemos realizar a mesma técnica de separação da água e óleo como referida no método da expressão.<sup>(5,19,37)</sup>

A mesma técnica pode ser aplicada, mas envolvendo o vapor de água, passando a denominar-se hidrodestilação por arrastamento de vapor. Neste caso a planta está inserida no destilador, apesar de não diretamente em contacto com a água, esta está imediatamente num patamar abaixo já em ebulição. Assim as plantas são contactadas pelo vapor ascendente e assim arrastados para o sistema de destilação, sendo o seu percurso o mesmo que o referido anteriormente.

Por fim a destilação por arrastamento de vapor, ocorre quando a água não está no destilador. Porém o seu vapor é injetado a pressão controlada no destilador para ao entrar em contacto com o material vegetal este permitir o arrastamento dos óleos essenciais. Esta é a técnica mais utilizada na atualidade por ser a mais rentável a nível da indústria como podemos ver na Figura 7.<sup>(37)</sup>

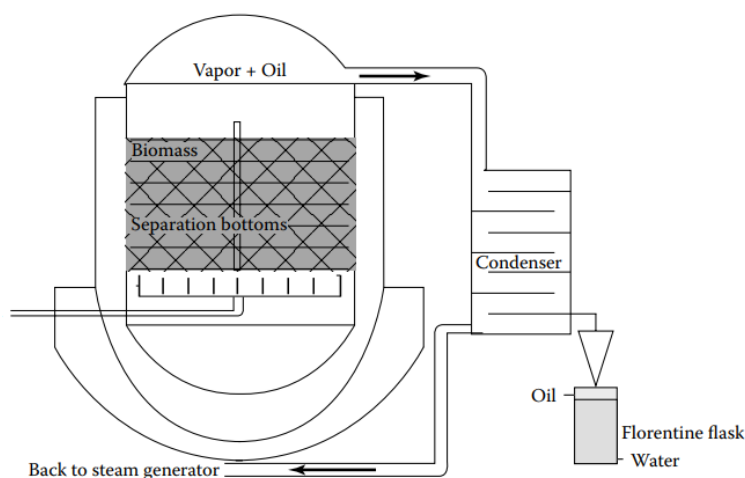


Figura 7. Esquema industrial da destilação a vapor. (5)

Durante as destilações a relação óleo/água é mantida continuamente, pelo que a água conforme se vai evaporando, a concentração dos óleos vai também diminuir, sendo arrastados pelo vapor ao longo do sistema de destilação. No tubo em espiral um fornecimento constante de água é um requisito necessário para que a condensação dos óleos essenciais. As libertações dos componentes das glândulas secretoras ocorrem quando estas se rompem em contacto com o vapor no caso das superficiais, ou quando se localizarem mais internamente, obriga-os a difundirem-se até à superfície exposta, devendo ser utilizado material fresco da planta.<sup>(19,37)</sup>

Quando aplicada em indústria, a capacidade da destilação vai variar conforme a espécie pois deve ter em conta a sazonalidade das espécies a utilizar, volume de produção e tempo de processamento, entre outros fatores que possam influenciar a destilação ou constituição do produto final.<sup>(37)</sup>

A condensação dá-se depois num tubo em espiral com enrolamentos concêntricos, num tubo cheio de água para a segurar a condensação, que estará colocado na horizontal ou inclinados de forma a que o destilado possa sair para o local de recolha.<sup>(37)</sup>

Quando o processo é finalizado podemos realizar a mesma técnica de separação da água e óleo como referida no método da expressão.<sup>(19)</sup>

Atualmente tem-se desenvolvido mais técnicas de extração, como extração por gases supercríticos,<sup>(23)</sup> porém não seria correto afirmar que o produto final obtido seria um óleo essencial, mas sim a essência da planta como referido anteriormente no ponto 2.1.<sup>(5)</sup>

## 2.7 Atividades biológicas

Devido à estrutura variada dos diferentes compostos dos óleos essenciais, estes podem apresentar diferentes propriedades farmacológicas de interesse medicinal.<sup>(14,26)</sup>

- Atividade antimicrobiana – Antibacteriano e Antifúngico

A sua capacidade antibacteriana foi estudada contra bactérias Gram negativas e Gram positivas, em conjunto com a sua atividade antifúngica.<sup>(1,20,21,24,38-44)</sup> Este tipo de atividade deve-se ao carácter lipofílico dos óleos essenciais, o que permite a sua incorporação ou passagem na parede e na membrana celular das bactérias e na capacidade de gradação de proteínas. Os mecanismos pelos quais atuam vão desde a destabilização da arquitetura celular nomeadamente, da membrana celular afetando a sua estabilidade, hidrofobia, fluidez e composição em ácidos gordos.<sup>(4,45)</sup> Esta membrana ao ser afetada traz diversas consequências para a célula a nível da sua atividade celular, transporte membranar e outras funções metabólicas. Mas sobretudo afeta a sua permeabilidade, que vai ser aumentada devido á instabilidade da membrana.<sup>(21,45-47)</sup> Tudo isto leva a uma diminuição do potencial da membrana, inibição da bomba de prótons e depleção de ATP, bem como o transporte de elementos dependentes de iões H<sup>+</sup>, que ao se acumularem na célula alteram o seu pH. Foi reportado também que alguns dos compostos podiam inibir a secreção de toxinas produzidas e inibir a síntese dos flagelos e a sua consequente movimentação.<sup>(21,24,45,48-54)</sup> Os óleos essenciais demonstram atividade antibacteriana em infeções por *Salmonella* e

*Staphylococcus*<sup>(20,21,35,55,56)</sup> Isto é muito importante dado o aumento de resistência de algumas estirpes de bactérias aos antibióticos.

Quanto à atividade como antifúngico ainda está nos estados iniciais. <sup>(1)</sup> Os seus mecanismos de atuação são semelhantes aos antibacterianos, afetando a permeabilidade da parede e membranas citoplasmáticas dos fungos. Provocam alteração dos organitos celulares, alteração do fluxo de elétrons e fluidez das membranas que por sua vez pode conduzir à necrose ou apoptose das células. Ao afetar as membranas, sobretudo das mitocôndrias, inibe a permeabilidade das membranas por afetar os canais de cálcio e bombas de prótons.<sup>(16,21)</sup>

- Atividade Anti-inflamatória e Antioxidante

Estas duas atividades estão intimamente ligadas, pois durante uma reação anti-inflamatória há a formação de espécies reativas de oxigênio. A atividade antioxidante tem sobretudo interesse na indústria por desacelerarem a peroxidação dos lípidos insaturados. Esta propriedade fica devida aos fenóis dos óleos essenciais que vão quebrar a reação em cadeia causada pelos radicais de oxigênio. O grupo hidroxilo disponibiliza o átomo de hidrogênio ao radical peróxido para parar a reação em cadeia e o fenômeno de oxidação. Esta atividade antioxidante, está comprovada em estudos *in vitro*. Porém mais estudos terão de ser realizados *in vivo*.<sup>(4,20)</sup>

- Atividade Anti tumoral e Anti-angiogénico

Alguns óleos essenciais foram reportados como anti-angiogénicos não tóxicos. Durante a formação de tumores é recorrente a formação de novos vasos sanguíneos, ou angiogénese, para a sobrevivência das células cancerígenas. Pelo que ao atuarem neste efeito os óleos podem contribuir para uma diminuição ou mesmo inibição da proliferação celular anormal.<sup>(4,20)</sup>

- Atividade Antiviral

Alguns óleos essenciais foram também reportados como antivirais em alguns estudos realizados, como são exemplos os fenilpropanóides e sesquiterpenos. Mais detalhes são necessários para entender os mecanismos por de trás desta atividade, mas as hipóteses correspondem à capacidade dos óleos essenciais suprimirem a atividade de proteínas virais, bem como das partículas virais e criam alterações a nível da replicação por afetarem a DNA polimerase.

Mas estas propriedades não são comuns a todos os tipos de óleos essenciais, que constituem uma mistura complexa de diferentes compostos voláteis, geralmente terpenos, que dependendo dos diferentes grupos funcionais que apresentam, bem como das suas diferentes percentagens vão ter diferentes efeitos farmacológicos.<sup>(21,57-59)</sup>

### 2.7.1 Tipos de óleos essenciais e as suas propriedades farmacológicas

Como dito anteriormente durante a extração de óleos essenciais, usualmente o produto resultante, destilado, contém diferentes tipos de compostos presentes, pelo que diferentes

composições, podem levar a diferentes propriedades farmacológicas.<sup>(19,23)</sup> É assim de interesse científico estudar as diferentes propriedades dos vários óleos essenciais conforme a sua composição. Sabe-se, porém, que geralmente o composto maioritário é o responsável pela atividade farmacológica do óleo essencial, apesar de não se poder ignorar o efeito que os outros compostos possam também exercer simultaneamente, o chamado efeito sinérgico. É possível pois saber quais as propriedades destes compostos quando isoladas, o que poderá ajudar a prever as propriedades dos óleos essenciais. A Figura 8 representa alguns dos compostos mais comuns em óleos essenciais com importantes atividades farmacológicas.

É conhecido que os principais componentes dos óleos essenciais são os monoterpenos e sesquiterpenos, que são de facto os principais agentes que conferem este tipo de propriedades tal como observamos na Figura 8. Usualmente existe uma relação estrutura química, com foco nos grupos químicos na cadeia lateral, e a sua atividade farmacológica.

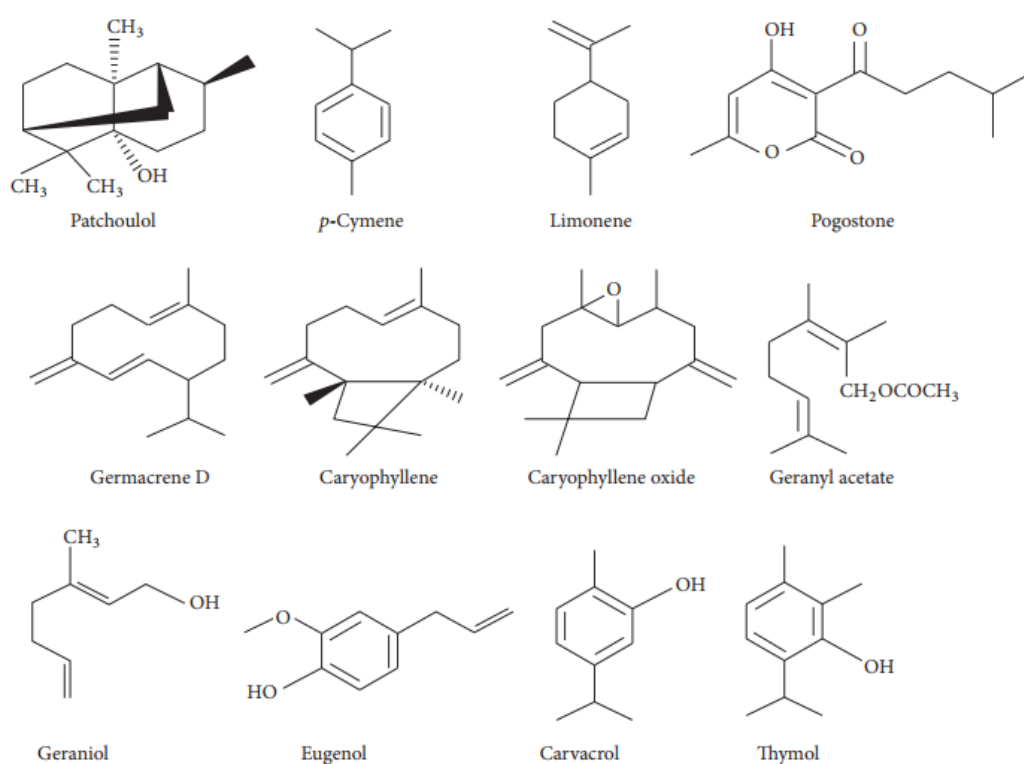


Figura 8. Alguns exemplos de compostos maioritários dos óleos essenciais com atividade farmacológica significativa. Um sesquiterpenol (patchoulol), monoterpene (*p*-cimeno, limoneno), sesquiterpenona (pogostona), sesquiterpene (germacreno D, cariofileno), sesquiterpenos oxigenados (óxido de cariofileno), monoterpene (acetato de geraniol), monoterpeneol (geraniol), monoterpene fenólico (eugenol, carvacrol e timol).<sup>(21)</sup>

Os monoterpenos são os mais encontrados na planta, apesar disto, ainda não é entendido como a estrutura destes compostos afeta as suas propriedades farmacológicas, sobretudo com um aumento da complexidade quando está presente uma ligação dupla na estrutura. Porém a sua remoção torna a óleo inadequado para uso em aromaterapia.

Mas as suas propriedades correspondem a de ligeiros antissépticos, antibacterianos e por vezes analgésicos, expetorantes e estimulantes. Mais recentemente pensa-se que sejam também agentes anti tumorais, em alguns casos, estimulantes da circulação ou similares de efeitos hormonais; mas sobretudo efeito analgésico, anti-inflamatório e imunomodulador.<sup>(7)</sup>

O carvacrol, o timol, o eugenol e o p-cimeno, representados na Figura 7, são exemplo de monoterpenos que exibem uma boa atividade antibacteriana e antifúngica, sobretudo contra microorganismos como: *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Vibrio vulnificus*. Destes compostos o eugenol demonstrou ter também uma boa atividade antiviral.<sup>(51-53,60)</sup>

Os sesquiterpenos, além das propriedades antissépticas e bactericidas correspondentes aos grupos dos monoterpenos, possuem também propriedades anti-inflamatórias, calmantes e hipotensoras. Alguns poderão ser analgésicos e/ou espasmolíticos.<sup>(7)</sup>

Os diterpenos não são usualmente encontrados no destilado, devido ao seu elevado peso molecular. Apenas uma pequena parte dalguns destes compostos aparecem de facto no destilado, e quando se verifica a sua presença, a sua percentagem é bastante baixa e praticamente insignificante. Contudo apresentam uma atividade expetorante e purgante, e alguns têm ainda propriedades antifúngicas e antivirais.<sup>(7)</sup>

Esta classe de compostos, terpenos, pode levar a irritação na pele, pelo que o uso continuado, sem pausa é desaconselhado, sobretudo se tiver alto teor de diterpenos e como tal não são usados em aromaterapia.

Os álcoois, quer na forma de monoterpenos ou sesquiterpenos, correspondem a um grupo de composto com propriedades fortemente antibacterianas, anti-infeccioso, e estimulante do sistema imunitário. Ao contrário dos terpenos são geralmente não tóxicos e não causam irritações na pele. Já os fenóis apesar de terem propriedades semelhantes aos álcoois, nomeadamente, antisséptica e antibacteriana, são tóxicos para o fígado e pele pelo que a sua utilização deve ser de curto prazo e em pequenas quantidades/concentrações. Contudo os fenóis apresentam ainda como estimuladores do sistema nervoso e sistema imunitário de forma a promover uma recuperação do corpo, propriedades benéficas quando usados com grandes cuidados e vigilância do aromaterapeuta.<sup>(7)</sup>

Éteres, mais propriamente os éteres metílicos, apesar de pouco frequentes nos óleos essenciais têm grande importância devido ao seu forte efeito no corpo. Mas não de modo positivo, antes pelo contrário, devido ao elevado risco de neurotoxicidade se a sua percentagem for demasiado elevada. Constitui assim um elemento que quando presente num óleo essencial requer cuidado, podendo apenas ser utilizado em baixas concentrações e com curto tempo de uso e baixa frequência de uso. Contudo tem propriedades benéficas quando usado em baixa concentração, nomeadamente forte atividade anti-espasmódica, sedativa e anestésica. Mesmo quando em estado fenólico, estes continuam com propriedades antidepressivas, anti-espasmódicas e sedativas deste grupo, continuando a requerer especial cuidado no seu uso.<sup>(7)</sup>

Passando aos aldeídos, de todos os óleos essenciais são os que desempenham mais funções, das quais antivirais, anti-inflamatórias, calmantes do sistema nervoso, hipotensores, vasodilatadores, antissépticos e antipiréticos. A sua única desvantagem corresponderia, tal como a outros grupos já anteriormente referidos, a possível sensibilidade da pele a estes compostos que podem causar irritação. Devem requerer cuidado no uso em aromaterapia devido a esta sua elevada reatividade.<sup>(7)</sup>

Já os grupos cetonas que são pouco comuns nos óleos essenciais, são geralmente cicatrizantes, lipolíticas, mucolíticas e sedativas. Algumas podem ainda ser analgésicas, anticoagulantes, anti-inflamatórias, digestivas, expetorante ou estimulante. Devem ser usadas com cuidado em mulheres grávidas.<sup>(7)</sup>

No grupo dos ésteres acredita-se que tenham propriedades antifúngicas, anti-inflamatórias, anti-espasmódicas, cicatrizantes e calmante do sistema nervoso. Geralmente não tóxicos, podendo ser usados sem quaisquer problemas.<sup>(7)</sup>

Os óxidos devem ser usados com cautela, sobretudo por causarem irritação na pele em crianças. O único composto deste grupo usado em aromaterapia é o 1,8-cinelol, também conhecido como eucaliptol por ser estimulante das glândulas mucosas, agindo como expetorante e mucolítico.<sup>(7)</sup>

As lactonas ocorrem apenas em óleos que sofrem um processo de expressão e não de destilação, contêm geralmente ésteres circulares na sua estrutura. Tal como outros compostos podem causar irritação, além da sua foto toxicidade na pele e serem neurotóxicos quando ingeridos. Apesar disto o risco do seu uso é pouco significativo visto que se encontram geralmente em baixas concentrações nos óleos essenciais.<sup>(7)</sup>

Finalmente as cumarinas, também presentes em baixas concentrações nos óleos, apresentam um efeito como anticoagulantes e hipotensores, em conjunto com a atividade sedativa que podem simultaneamente apresentar. Aparecem apenas em destilações mais longas, pelo que a destilação deve ser prolongada quando se requer a presença destes compostos.<sup>(7)</sup>

Como tal na Tabela 1, no Anexo 2, estão apresentadas as principais famílias de plantas usadas em aromaterapia. Nesta tabela constam alguns dos principais compostos presentes no óleo essencial e as suas propriedades farmacológicas, bem como algumas advertências.

## 2.8 Cuidados a ter com os óleos essenciais em aromaterapia

Ao longo da monografia foram apresentados diferentes cuidados a ter com os óleos essenciais, sobretudo a nível da sua utilização, o facto de alguns serem tóxicos quando usados com maior frequência, outros que não devem ser utilizados devido á sua toxicidade imediata devido a um ou mais componentes. Na Tabela 1 nos anexos estão também algumas advertências, sobretudo sobre alguns óleos essenciais que são geralmente adulterados.<sup>(7,19)</sup>

Outros avisos feitos foram nos fatores pré-colheita que podem influenciar o produto final, quer em termos quantitativos quer qualitativos aquando dos fatores que influenciam a produção de óleos essenciais, ou mesmo as partes das plantas em si utilizadas.<sup>(5)</sup> Até os métodos de extração são importantes ao ponto de influenciar a composição e a qualidade do óleo essencial obtido.

Tudo o que foi referido anteriormente é de absoluta importância quando estamos a lidar com a aromaterapia, mas não são os únicos fatores que de facto influenciam o controlo de qualidade dos óleos essenciais. Fatores pós colheita, como o transporte, os cuidados com a planta desde lavagem e nalguns casos secagem a armazenamento, são também relevantes, pois durante

estes processos não só pode ocorrer perda de material (mais propriamente perda dos óleos essenciais) como a sua destruição ou degradação. Foi assim criado o BPA, ou boas práticas agrícolas que devem de ser seguidas para estas plantas aromáticas a usar na aromaterapia.<sup>(5,19)</sup>

Existem inclusive Guidelines quanto a uso de óleos essenciais quando praticamos aromaterapia, tais como<sup>(12,13)</sup>:

- Manter a garrafa do óleo sempre bem fechada após cada uso sempre fora do alcance de crianças ou animais;
- Óleos essenciais com altas concentrações de mentol não devem ser aplicadas na garganta ou pescoço de crianças com menos de 30 meses;
- Não ingerir nenhum óleo essencial sem a devida instrução de um aromaterapeuta profissional;
- Devido à fototoxicidade de alguns óleos essenciais (por exemplo de laranja) após a sua aplicação deve ser evitada a exposição a luz solar ou luz ultravioleta;
- Manter os óleos essenciais longes de chamas ou fontes de calor devido a serem inflamáveis;
- Maioria dos óleos essenciais não devem ser diluídos em água, nos poucos casos em que esta diluição é necessária devemos usar um óleo transportado, como por exemplo o óleo de amêndoa doce ou azeite;
- Não adicionar diretamente o óleo essencial à água do banho, visto que este não é solúvel em água podendo ficar a flutuar à superfície e potencialmente causa queimaduras ou irritações na pele. Usar um emulsificante como gel ou sal de banho como veículo;
- Não deixar o óleo essencial entrar em contacto com pele ou mucosa sensível pois podem causar irritações, devendo ser diluídos num óleo transportador. Ou se este causar irritação deve suspender o uso do óleo e aplicar algum creme ou óleo na área afetada que ajude na recuperação;
- Ter em atenção possíveis alergias, realizando testes de adesivo na pele antes da utilização preferencialmente numa sala bem arejada e ventilada;
- Tentar evitar o contacto do óleo essencial com os olhos quando aplicado em áreas próximas, caso o contacto ocorra aplicar bola de algodão ou gaze embebida no óleo gordo como por exemplo azeite cuidadosamente sobre a pálpebra fechada.

Muitas são as regras que devemos seguir quando estamos a lidar com os óleos essenciais, pelo que não é qualquer pessoa que deve executar esta prática, realçando a importância de uma formação apropriada para o uso de aromaterapia que engloba um conhecimento vasto de diferentes áreas científicas.

### 3. Efeito farmacológicos dos óleos essenciais

Agora que foi exposto o princípio ativo da aromaterapia, ou seja, os óleos essenciais, bem como os cuidados a ter com os mesmos, vamos tentar entender como estes exercem as suas propriedades no corpo.

Primeiro que tudo é necessário entender que os óleos essenciais podem atuar por três vias, a mais conhecida e, que antigamente se pensava ser a única via de atuação, a via inalatória, seguida da via tópica<sup>(1,9)</sup> e finalmente e menos utilizada, com exceção em França, a via oral.<sup>(7,13)</sup>

Os óleos essenciais sendo um componente volátil pensou-se durante muito tempo que apenas poderia causar efeitos no corpo humano através da inalação dos mesmos. Sabe-se hoje em dia que após a sua inalação estes podem ainda sofrer vários destinos diferentes. Podem ficar retidos na cavidade nasal, onde entram em contacto com o epitélio olfativo localizado numa pequena área no topo da narina, e assim com o nervo olfativo responsável pelo cheiro que transmite a informação pelo sistema nervoso central diretamente ao cérebro.<sup>(1,2,61)</sup> Isto permite uma ação rápida e eficaz a nível emocional, como stress ou depressão, devido à rápida propagação do impulso ao cérebro.

O seu mecanismo é bastante simples, as moléculas do óleo essencial contactam com os recetores olfativos na mucosa, o que permite ativar o sistema límbico e hipotálamo através de sinais elétricos propagados pelos neurónios.<sup>(1,2,5,61)</sup> Isto aumenta a produção de neurotransmissores como a acetilcolina, noradrenalina, endorfina e a serotonina (5-HT) que vai acalmar, relaxar ou estimular o corpo.<sup>(5)</sup> Na Figura 9 podemos ver o mecanismo de atuação dos óleos essenciais nos distúrbios como a ansiedade e stress via Serotonina (5-HT).<sup>(14)</sup>

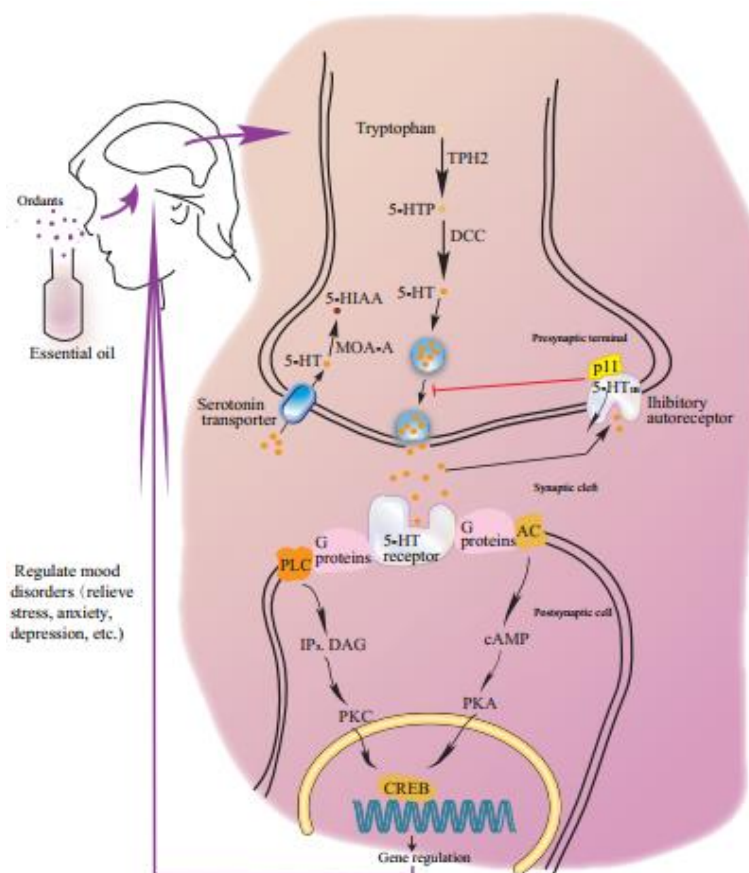


Figura 9. Mecanismo de atuação dos óleos essenciais na ansiedade e stress via Serotonina.<sup>(14)</sup>

A Serotonina é produzida através do triptofano no neurónio pré sinápticos pela triptofano hidrólase, e de seguida é armazenado em vesículas até á sua saída para a fenda sináptica. Uma vez na fenda sináptica, a 5-HT é captada pelos recetores de Serotonina o que ativa a proteínas G acopladas a este recetor. Isto permite a fosforilação das proteínas de ligação ao AMPc, que migrando até ao núcleo vão influenciar a expressão génica.<sup>(14)</sup>

Isto permite uma alteração a nível de neurotransmissores que modela atividades como a excitabilidade nervosa, neurogénese e neuroplasticidade.

Os óleos essenciais podem também influenciar a recaptação de serotonina via transportadores ou recetores autorregulados por 5-HT<sub>1B</sub> nos neurónios pré sinápticos, agora que poderá vir a ser útil por exemplo em patologias em que haja défice destes neurotransmissores.<sup>(14,62)</sup>

Esta via é a preferencial de todas as vias pois permite ter uma dupla ação se o óleo essencial usado assim a permitir, nomeadamente pelo facto de alguns destes óleos terem também uma ação no sistema respiratório local e imediato, melhorando problemas respiratórios. Pode ainda ao deslocar-se para os pulmões, reter algumas partículas que nas membranas mucosas podem ser absorvidos e entrar em circulação. Após a sua entrada no sistema circulatório pouco ou nada se sabe do que realmente acontece, uma das teorias é que sofrem algumas alterações ao longo do seu percurso até chegar aos diferentes órgãos alvo onde exercem as suas funções benéficas, ou nalguns casos, tóxicas, sendo relevante um bom conhecimento dos óleos a aplicar e a sua frequência a serem usados. Esta via deve ser também a mais utilizada em crianças, pois permite um melhor controlo da quantidade de óleos essenciais que é inalada ou absorvida, visto que a via tópica se torna muito imprevisível nas crianças devido á imprevisível absorção.<sup>(7)</sup>

Esta via pode se aplicada de diferentes formas, mas as mais usadas são recorrendo á utilização de um lenço, um cotonete, vaporizadores, em sprays e mãos.

No lenço podemos aplicar algumas gotas dos óleos essenciais e coloca-lo perto do nariz para que se possa inalar e assim facilitar o contacto dos óleos com os cílios, é a forma mais eficaz e imediata. Com igual eficácia temos por exemplo os cotonetes, onde a única diferença está na libertação mais lenta dos óleos essenciais por parte do cotonete, o que permite um efeito mais prolongado. As garrafas de spray são igualmente conhecidas como ambientadores, para refrescar ou purificar o ar, sobretudo com *Pinus sylvestris*, *Thymus vulgaris*, *Syzygium aromaticum* e *Eucalyptus smithii*. Já as mãos são apenas usadas em situações de emergência e não praticadas no caso de uma criança.

Vaporizadores são bastante utilizados, mas há que ter cuidado ao usa-los, pois recorre-se a água quente num contentor, geralmente uma bacia ou alguidar, pelo que se não formos cuidadosos a usar podemos entrar a água quente e queimarmo-nos. Mas é uma técnica útil, pois a água quente permite a volatilização dos óleos e assim a sua inalação.

Outra forma de utilização desta via é através de banhos, é muito semelhante aos vaporizadores, mas permite uma ação dupla pois permite o contacto dos óleos com a pele,

pelo que podem ser absorvidos através desta. Neste caso é necessária uma temperatura de 37°C que permite relaxar o corpo e aumentar o fluxo sanguíneo por dilatação dos vasos e permitir a entrada dos óleos essenciais, previamente diluídos em glicerol ou propilenoglicol.<sup>(7)</sup>

Nos meados do século XX foi descoberto que os óleos essenciais podiam sofrer absorção pela pele e assim chegar à corrente sanguínea, permitindo uma ação sistêmica. A sua absorção pode ser limitada conforme a propriedades físico-químicas da molécula em si, fatores intrínsecos relativos à pele, se esta está danificada, a área onde foi feita a aplicação, a grossura da pele entre outros fatores, fatores extrínsecos como hidratação da pele ou calor. Isto deve-se à propriedade lipídica destes compostos dos óleos essenciais, solúveis no filme hidrolipídico da pele e assim penetrando até à hipoderme onde é absorvida para a corrente sanguínea. O uso continuado do mesmo óleo essencial pode também aumentar a sua absorção daí alguns óleos essenciais precisem de ser usados de forma moderada e com pausa de semanas ou meses até voltarem a ser utilizados. Para esta via é necessário o uso de óleos carregadores, onde o óleo essencial deve ser diluído previamente à utilização.<sup>(7)</sup>

Já a ingestão dos óleos essenciais é sobretudo usada em França por doutores e aromaterapeutas, mas não nos restantes países, visto que requer bastante cuidados sobretudo a nível da constituição exata do óleo essencial, pois alguns dos constituintes podem ser potencialmente perigosos quando ingeridos e mesmo sofrendo efeito da primeira passagem no fígado pode alcançar concentrações preocupantes.

Uma vez absorvidos e assim em circulação os óleos essenciais vão realizar os seus efeitos quer benéficos quer prejudiciais nos órgãos alvo. Sendo depois expelidos na urina, fezes e alguns deles ainda no ar expirado. Os céticos sobre a eficácia de aromaterapia contestam este aspeto, devido ao efeito que as emoções desempenham na saúde, ou psico-neuroimunologia. Este conceito foi usado desde 1970, onde os autores descobriram a forte correlação da influência da mente no estado de saúde de uma pessoa, ou seja, o seu estado psicológico e o estado físico, como ocorre, por exemplo, no efeito placebo. Tal como foi afirmado por Knasko, em 1997, “As crenças das pessoas de que os odores podem influenciar o seu estado de espírito ou saúde, podem levá-las a perceber as consequências quando expostas a um odor e podem até ajudar a desencadear efeitos reais. O potencial para efeitos placebo é alto numa área como a aromaterapia, onde vários óleos essenciais são promovidos como tendo efeitos benéficos específicos para o humor e a saúde e os indivíduos que usam os odores desejáveis para tais resultados.”<sup>(7)</sup>

Isto ocorre porque o sistema límbico (sistema complexo de nervos envolvendo as áreas de proximidade ao córtex lidando com o instinto e as emoções), o baço, glândulas adrenal e timo tem conexões nervosas entre si. Assim emoções negativas podem influenciar negativamente o corpo, como por exemplo situações de stress, contribuindo para uma diminuição da eficácia do sistema imunitário. É este elo de ligação que leva os céticos a acreditar que a aromaterapia se trata apenas de um resultado da mente a influenciar o corpo e não o efeito real dos óleos essenciais no corpo, visto que é uma variável que não se pode isolar, e mesmo que essas propriedades tenham sido demonstradas nos compostos isolados conjuntamente com o estudo da relações estrutura-função.

A confiança no doutor/aromaterapeuta e confiança na substância a ser administrada podem influenciar positivamente a pessoa, o que pode então resultar de forma benéfica na sua saúde. Não só pelo efeito mental, resultante da inalação dos óleos, efeito placebo, como também do efeito físico comprovado (antibacteriano, anti-inflamatório, antifúngico, entre outros).

#### 4. Conclusões

Desenvolvidos os diferentes pontos base do que é a aromaterapia conseguimos identificar a complexidade que esta apresenta como terapêutica. São várias as bases científicas que a fundamentam, mas é importante todo o vasto conhecimento e cuidado necessário a ter para garantir uma segurança na utilização dos óleos essenciais.

O conhecimento necessário para aplicar a aromaterapia é uma junção de diferentes áreas como botânica, agricultura, química, farmacologia e toxicologia.<sup>(7)</sup>

De maior relevância o vasto conhecimento sobre a planta, para a identificação taxonómica e localização geográfica fazem parte de um conhecimento botânico que como vimos se desenvolveu durante anos e culminou no desenvolvimento desta terapêutica.

O facto de ser necessário uma cooperação de diferentes áreas, demonstra que não deve ser praticada sem acompanhamento de profissionais aromaterapeutas.

Cerca de 80% da população mundial depende da medicina tradicional.<sup>(21)</sup> e usa a aromaterapia. Em parte, é seguro a sua utilização quando se trata de situações mais ligeiras de stress e ansiedade, mas em caso nenhum devem ser utilizados sem um acompanhamento médico apropriado.

A aromaterapia está inserida muitas vezes no nosso dia-a-dia, apesar de não a reconhecermos. Na cozinha mediterrânea, dependendo das plantas aromáticas que estamos a utilizar, podemos estar a recorrer a aromaterapia através da via oral sem o nosso conhecimento. Nestes casos a prática é ancestral não colocando problemas de maior.

Porém a sua inserção na medicina convencional ainda é uma meta longínqua, com a exceção de alarmantes problemas psicológicos como o stress, ansiedade ou outros estados alterados de humor. A popularidade de algumas práticas de medicina alternativa como a aromaterapia leva a que seja importante conhecer os seus fundamentos. Deste modo também se conseguem evitar práticas menos corretas e em simultâneo há uma contribuição para a melhoria de qualidade na sua aplicação.

Acredito que esta terapêutica ao ser mais desenvolvida e explorada poderá contribuir para solucionar alguns problemas de saúde da sociedade de hoje em dia. Se mais estudos forem feitos com resultados positivos, esta pode começar a ser vista mais como uma terapêutica de respeito, e menos como uma alternativa quando as restantes terapêuticas falham. Poderá não se tornar uma terapêutica de primeira linha, mas por exemplo uma complementar fundamental à terapêutica já aplicada ao doente. Com a nova atenção que esta terapêutica tem recebido no mundo da ciência nada nos garante que esta possa futuramente revolucionar a medicina ao se tornar uma primeira linha de terapia para algumas doenças em particular.

## Referências Bibliográficas

1. Ali B, Al-Wabel NA, Shams S, Ahamad A, Khan SA, Anwar F. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pac J Trop Biomed* [Internet]. 2015;5(8):601–11. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007>
2. Krishna A, Tiwari R, Kumar S. Aromatherapy - an alternative health care through essential oils. *J Med Aromat Plant Sci*. 2000;22(1B):798–804.
3. Teeter E, Manniche L. Sacred Luxuries: Fragrance, Aromatherapy and Cosmetics in Ancient Egypt. *J Am Res Cent Egypt*. 2003;
4. Sharifi-Rad J, Sureda A, Tenore GC, Daglia M, Sharifi-Rad M, Valussi M, et al. Biological activities of essential oils: From plant chemoecology to traditional healing systems [Internet]. Vol. 22, *Molecules*. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6155610/>
5. Baser KHC, Buchbauer G, editores. *Handbook of Essential Oils* [Internet]. 1.<sup>a</sup> ed. Boca Raton: CRC Press; 2009. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781420063165>
6. Sue Charles, Geoff Lyth. *Quinessence Aromatherapy* [Internet]. 1985 [citado 8 de Setembro de 2019]. Disponível em: <https://www.quinessence.com/>
7. Price S, Price L, editores. *Aromatherapy for Health Professionals*. 3.<sup>a</sup> ed. Elsevier; 2007.
8. Farooqi, A.H.A.; Sharma S. Aromatherapy: A promising holistic system. *J Med Aromat Plant Sci*. 2000;22(1B):704–6.
9. Lee MS, Choi J, Posadzki P, Ernst E. Aromatherapy for health care: An overview of systematic reviews. *Maturitas* [Internet]. 2012;71(3):257–60. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.12.018>
10. Buckle J. *Clinical Aromatherapy: Essential Oils in Practice*. 2.<sup>a</sup> ed. Clinical Aromatherapy: Essential Oils in Practice. Elsevier Ltd; 2003. 1–416 p.
11. Althea Press. *Essential Oils for Beginners: The Guide to Get Started with Essential Oils and Aromatherapy*. Callisto Media Inc.; 2013.
12. *Aromatherapy* [Internet]. National Association for Holistic Aromatherapy website. 2015. Disponível em: <http://www.naha.org>
13. Reis D, Jones T. Aromatherapy: Using essential oils as a supportive therapy. *Clin J Oncol Nurs*. 2017;21(1):16–9.
14. Lv X, Liu Z, Zhang H, Tzeng C. Aromatherapy and the Central Nerve System (CNS): Therapeutic Mechanism and its Associated Genes. *Curr Drug Targets* [Internet]. 2013;14(8):872–9. Disponível em: <http://www.eurekaselect.com/111487/article>
15. Herz RS. Aromatherapy facts and fictions: A scientific analysis of olfactory effects on mood, physiology and behavior. *Int J Neurosci*. 2009;119(2):263–90.
16. Dobetsberger C, Buchbauer G. Actions of essential oils on the central nervous system:

- An updated review. *Flavour Fragr J.* 2011;26(5):300–16.
17. Bedoux G, Mainguy C, Bedoux M-F, Marculescu A, Ionescu D. Biological activities of the essential oils from selected aromatic plants. *J EcoAgriTourism.* 2010;6:92–100.
  18. Evans WC. *Trease and Evans Pharmacognosy.* 4th edition. Edinburgh, Saunders. 2000;
  19. Figueiredo AC, Pedro LG, Barroso JG. Plantas aromáticas e medicinais Óleos essenciais e voláteis. *Rev da APH [Internet].* 2007;114:29–33. Disponível em: [http://cbv.fc.ul.pt/2014\\_Revista\\_da\\_APH\\_114\\_20\\_PAM.pdf](http://cbv.fc.ul.pt/2014_Revista_da_APH_114_20_PAM.pdf)
  20. Nieto G. Biological Activities of Three Essential Oils of the Lamiaceae Family. *Medicines [Internet].* 2017;4(4):63. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5622398/>
  21. Swamy MK, Akhtar MS, Sinniah UR. Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: An updated review. *Evidence-based Complement Altern Med [Internet].* 2016; Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2016/3012462/>
  22. Dunning T. Aromatherapy: Overview, safety and quality issues. *OA Altern Med.* 2013;1(1):1–6.
  23. Figueiredo AC, Barroso JG, Pedro LG, Scheffer JJC. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Fragr J [Internet].* Julho de 2008;23(4):213–26. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/ffj.1875>
  24. Aleksic V, Knezevic P. Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiol Res [Internet].* 2014;169(4):240–54. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.micres.2013.10.003>
  25. Degenhardt J, Köllner TG, Gershenzon J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. *Phytochemistry [Internet].* 2009;70(15–16):1621–37. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.07.030>
  26. Adorjan B, Buchbauer G. Biological properties of essential oils: An updated review. *Flavour Fragr J.* 2010;25(6):407–26.
  27. Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2009;8(3):157–80.
  28. Fürstenberg-Hägg J, Zagrobelny M, Bak S. Plant defense against insect herbivores. Vol. 14, *International Journal of Molecular Sciences.* 2013. 10242–10297 p.
  29. Iriti M, Faoro F. Chemical diversity and defence metabolism: How plants cope with pathogens and ozone pollution. *Int J Mol Sci.* 2009;10(8):3371–99.
  30. War AR, Paulraj MG, Ahmad T, Buhroo AA, Hussain B, Ignacimuthu S, et al. War et al. - 2012 - Mecanismos de plant defense against insect herbivores. 2012;7(10):1306–20.

31. Gersbach P V. The essential oil secretory structures of *Prostanthera ovalifolia* (Lamiaceae). *Ann Bot* [Internet]. 2002;89(3):255–60. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/89/3/255/157594>
32. Gershenzon J, Maffei M, Croteau R. Biochemical and histochemical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spearmint (*Mentha spicata*). *Plant Physiol*. 1989;89(4):1351–7.
33. Moreira I, Teixeira G, Monteiro A. *Anatomia das plantas: Estruturas secretoras*. Lisboa: ISAPress; 2010.
34. Fahn A. Tansley Review No. 14 Secretory Tissues in Vascular Plants. *New Phytol* [Internet]. 1988;108(14):229–57. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2433290>
35. Nazzaro F, Fratianni F, De Martino L, Coppola R, De Feo V. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*. 2013;6(12):1451–74.
36. Nogueira MTD. Boas práticas agrícolas, de colheita e conservação de plantas medicinais. *Potencialidades e Apl das Plantas Aromáticas e Med Curso Teórico-Prático*. 2007;63–71.
37. Lourenço JAA. DESTILAÇÃO INDUSTRIAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS \* A destilação com vapor de água. *Curso Teórico-Prático* [Internet]. 2007;80–95. Disponível em: <http://cbv.fc.ul.pt/PAM/pdfsLivro/JoaoLourenco.pdf>
38. Awanish Pandey<sup>1</sup>, Rishabh Dev Pandey<sup>1</sup>, Poonam Tripathi<sup>1</sup>, P.P. Gupta<sup>2</sup>, Jamal Haider<sup>2</sup> SB and A. S. Moringa Oleifera Lam. (Sahijan) - A Plant with a Plethora of Diverse Therapeutic Benefits: An Updated Retrospection. *Med Aromat Plants*. 2012;1(1):1–8.
39. Hammer KA, Carson CF, Riley T V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol*. 1999;86(6):985–90.
40. Dorman HJD, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol*. 2000;88(2):308–16.
41. Duschatzky CB, Possetto ML, Talarico LB, García CC, Michis F, Almeida N V., et al. Evaluation of chemical and antiviral properties of essential oils from South American plants. *Antivir Chem Chemother*. 2005;16(4):247–51.
42. Al-Mariri A, Safi M. In vitro antibacterial activity of several plant extracts and oils against some gram-negative bacteria. *Iran J Med Sci*. 2014;39(1):36–43.
43. Akthar M, Degaga B, Azam T. Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: a review. *Issues Biol Sci Pharm Res*. 2014;2(1):1–7.
44. Lang G, Buchbauer G. A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragr J*. 2012;27(1):13–39.
45. Trombetta D, Castelli F, Sarpietro MG, Venuti V, Cristani M, Daniele C, et al. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob Agents Chemother* [Internet]. 2005;49(6):2474–8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1140516/>

46. Oussalah M, Caillet S, Lacroix M. Mechanism of action of Spanish oregano, Chinese cinnamon, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot.* 2006;69(5):1046–55.
47. Saad NY, Muller CD, Lobstein A. Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. *Flavour Fragr J.* 2013;28(5):269–79.
48. Turina A del V., Nolan M V., Zygadlo JA, Perillo MA. Natural terpenes: Self-assembly and membrane partitioning. *Biophys Chem.* 2006;122(2):101–13.
49. Carson CF, Mee BJ, Riley T V. Mechanism of Action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil on *Staphylococcus aureus* Determined by Time-Kill, Lysis, Leakage, and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy. *Antimicrob Agents Chemother* [Internet]. 2002;46(6):1914–20. Disponível em: <https://aac.asm.org/content/46/6/1914>
50. Longbottom CJ, Carson CF, Hammer KA, Mee BJ, Riley T V. Tolerance of *Pseudomonas aeruginosa* to *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil is associated with the outer membrane and energy-dependent cellular processes. *J Antimicrob Chemother.* 2004;54(2):386–92.
51. Burt S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. *Int J Food Microbiol.* 2004;94(3):223–53.
52. Ultee A, Kets E, Smid J. Mecanismos of action of carvacrol on the Food-Borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl Environ Microbiol.* 1999;65(10):4606–10.
53. Fitzgerald DJ, Stratford M, Gasson MJ, Ueckert J, Bos A, Nrabad A. Mode of antimicrobial of vanillin against *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum* and *Listeria innocua*. *J Appl Microbiol.* 2004;97(1):104–13.
54. Lopez-Romero JC, González-Ríos H, Borges A, Simões M. Antibacterial Effects and Mode of Action of Selected Essential Oils Components against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2015;2015.
55. Koroch AR, Rodolfo Juliani H, Zygadlo JA. Bioactivity of essential oils and their components. *Flavours Fragrances Chem Bioprocess Sustain.* 2007;87–115.
56. Karbach J, Ebenezer S, Warnke PH, Behrens E, Al-Nawas B. Antimicrobial effect of Australian antibacterial essential oils as alternative to common antiseptic solutions against clinically relevant oral pathogens. *Clin Lab* [Internet]. 2015;61(1–2):61–8. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25807639>
57. Villa TG, Veiga-Crespo P. Antimicrobial compounds: Current strategies and new alternatives. Vol. 9783642404, *Antimicrobial Compounds: Current Strategies and New Alternatives.* 2014. 1–316 p.
58. Raut JS, Karuppayil SM. A status review on the medicinal properties of essential oils. *Ind Crops Prod* [Internet]. 2014;62:250–64. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.055>
59. Reichling J, Schnitzler P, Suschke U, Saller R. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties - An overview. *Forsch Komplementarmed.* 2009;16(2):79–90.

60. Ultee A, Smid EJ. Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *Int J Food Microbiol*. 2001;64(3):373–8.
61. Buchbauer G, Jirovetz L. Aromatherapy—use of fragrances and essential oils as medicaments. *Flavour Fragr J* [Internet]. Setembro de 1994;9(5):217–22. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/ffj.2730090503>
62. Kovács T. Mechanisms of olfactory dysfunction in aging and neurodegenerative disorders. *Ageing Res Rev*. 2004;3(2):215–32.

## Anexo 1 – Exemplos de terpenos

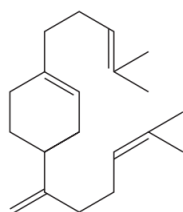


Figura 10. Exemplos de Diterpenos: monocíclico ( $\alpha$ -canforeno).(7)

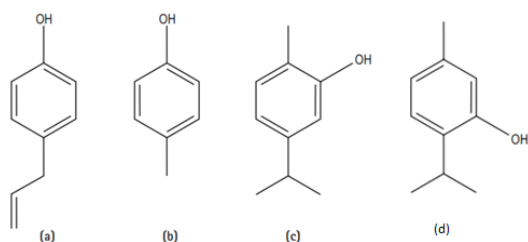


Figura 11. Exemplo de fenóis, neste caso em monoterpenos: a) Chavicol; (b) p-cresol; c) Carvacrol; (d) Timol.(7)

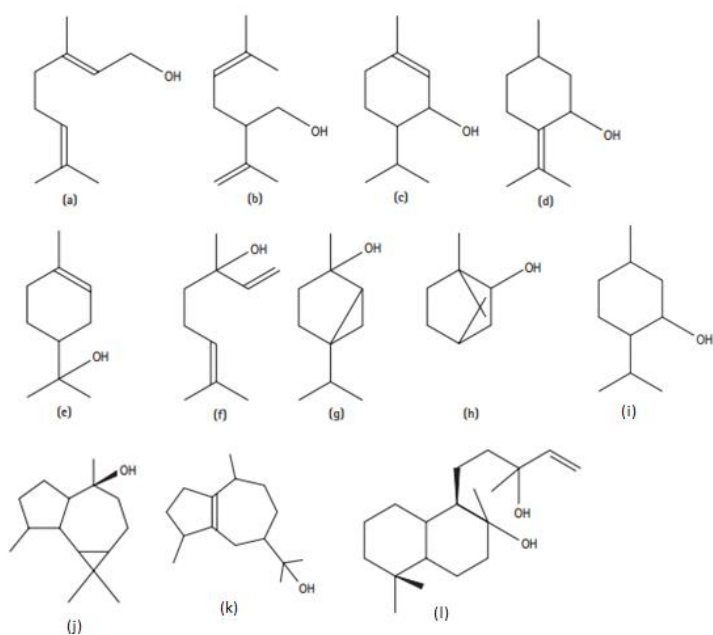


Figura 12. Exemplos de Álcoois, na forma de monoterpenos (monoterpenois), sesquiterpenos (sesquiterpenois) e diterpenos (diterpenois): (a) monoterpenol acíclico (geraniol); (b) monoterpenol acíclico (lavandulol); (c) monoterpenol monocíclico (piperitol); (d) monoterpenol monocíclico (pulegol); (e) monoterpenol monocíclico ( $\alpha$ -terpineol); (f) monoterpenol acíclico (linalol); (g) monoterpenol bicíclico (tujanol-4); (h) monoterpenol bicíclico (borneol); (i) Monoterpenol monocíclico(mentol); (j) sesquiterpenol bicíclico (viridiflorol); (k) sesquiterpenol bicíclico (guaiol); (l) Diterpenol ou diol bicíclico (esclareol).(7)

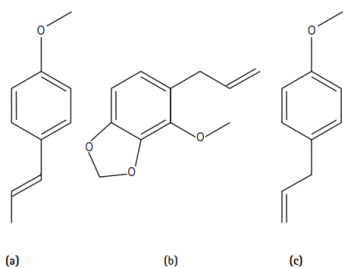


Figura 13. Exemplos de Éteres metílicos: (a) *trans*-anetol; (b) *apiole*; (c) éter metílico de *chavicol*.(7)

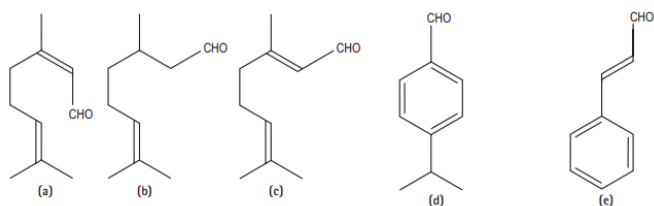


Figura 14. Exemplos de Aldeídos aromáticos e na forma de monoterpenos (monoterpenal): (a) monoterpenal acíclico (*neral*); (b) monoterpenal acíclico (*citronelal*); (c) monoterpenal acíclico (*geranial*); (d) aldeído aromático (*cuminal*); (e) aldeído aromático (*cinamal*). (7)

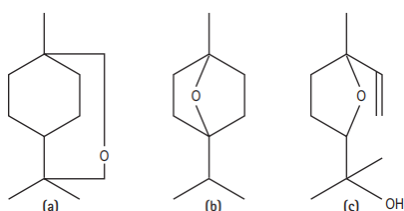


Figura 15. Exemplos de Óxidos: a) 1,8-cineol; (b) 1,4-cineol; (c) óxido de linalol. (7)

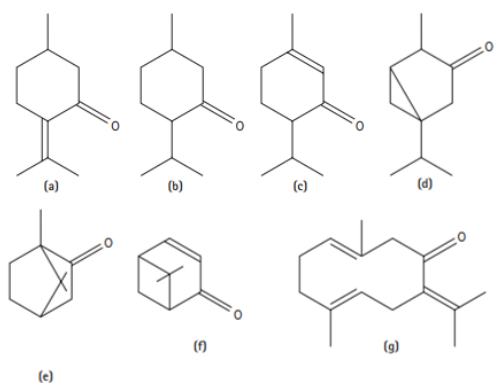


Figura 16. Exemplos de Cetonas, em forma de monoterpenos (monoterpenona) e sesquiterpenos (sesquiterpenona): (a) monoterpenona monocíclica (*pulegona*); (b) monoterpenona monocíclica (*mentona*); (c) monoterpenona monocíclica (*piperitona*); (d) monoterpenona bicíclica (*tujona*); (e) monoterpenona bicíclica (*cânfora*); (f) monoterpenona bicíclica (*verbenona*); (g) sesquiterpenona monocíclica (*germacrona*). (7)

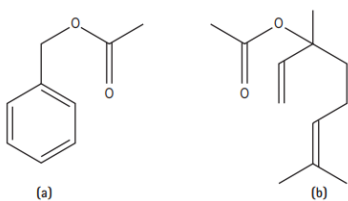


Figura 17. Exemplos de Ésteres: (a) acetato de benzilo; (b) acetato de linalilo. (7)

## Anexo 2 – Principais plantas usadas em Aromaterapia

*Tabela 1. Principais famílias de plantas usadas em Aromaterapia: estruturas secretoras características, alguns exemplos dos compostos maioritários no óleo essencial e respectivas propriedades farmacológicas e advertências. Adaptado de (5,7,11).*

Divisão	Família	Exemplos de espécies usados em aromaterapia	Exemplo de estruturas secretoras	Exemplos de óleos essenciais maioritários	Propriedades farmacológicas associadas à Família	Advertências/informação adicional
Angiospermas	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> (Coentro), <i>Foeniculum vulgare</i> (Erva-doce)	Ductos e Canais	Limoneno, pineno, linalol	Propriedades aromáticas, estimulante, ajuda na redução dos gases intestinais	Neurotóxico
	Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i> (Margarida), <i>Matricaria chamomilla</i> (Camomila)	Tricomas, Ductos e Canais (sobretudo nas flores)	2-metilbutil - 2-metilpropionato, angelato de isobutil, 1,8 - cineol	Propriedades anti-inflamatórias e antissépticas	_____
	Burseraceae	<i>Boswellia carteri</i> (franquincenso ou olíbano), <i>Commiphora myrrha</i> (Mirra)	Canais	Pineno, octanol, acetato de octilo	Propriedades cicatrizantes em feridas e úlceras, expetorante.  Na depressão, deficiência no sistema imunitário e possivelmente também em cancro (franquincenso)	_____
	Geraniaceae	<i>Pelargonium graveolens</i>	Tricomas	Citronelol, Geraniol	propriedades anti-inflamatórias, adstringente, cicatrizante, hemostáticas  antidiabéticas ( <i>Pelargonium graveolens</i> )	_____

	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> (Cipreste) <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)	Canais	Pineno	boa qualidade a nível de higiene sobretudo do ar, sendo comumente usado como aerossol, e da pele	_____
	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i>	Ductos e Canais	Acetato de bornil, pineno	boa qualidade a nível de higiene sobretudo do ar, sendo comumente usado como aerossol, e da pele	_____
	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> (Manjeriço) <i>Lavandula angustifolia</i> (Lavanda) <i>Melissa officinalis</i> (Erva-cidreira), <i>Origanum vulgare</i> (Orégãos) <i>Mentha spicata</i> (Hortelã) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Alecrim) <i>Thymus vulgaris</i> (Tomilho)	Tricomas (caules, folhas, flores)	Composição química variada	Condimento Conservantes Propriedades relaxantes e estimulantes, antisséptico e antiespasmódica, mas também sudorípara e emenagogo.	Seguro em pequenas doses na culinária, exceções: o hissopo ( <i>Hyssopus officinalis</i> ) e sálvia ( <i>Salvia officinalis</i> ) que contem cetonas neurotóxicas quando em sobredosagem.
Gimnospérmias	Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> (Canela) <i>Cinnamomum camphora</i> (Cânfora) <i>Laurus nobilis</i> (Loureiro)	Bolsas	1,8 – cineol, eugenol	Condimento	Tóxica
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Cavidades, Ductos e	Citronelol, isopulegol, eugenol, citronelal	Propriedades antissépticas em especial no sistema respiratório,	Usar com cuidado pois podem ser irritantes.

		(Eucalipto)	canais (folhas)		antivirais, adstringentes e estimulantes	
	Oleaceae	<i>Jasminum officinalis</i> (Jasmin)	Bolsas	Álcool benzílico, eugenol, indol, 2-feniletanol	Perfumaria e aromaterapia	É um dos óleos essenciais mais adulterado no mercado, devido á sua raridade e preço. Preocupações a nível de segurança no seu uso. Deve-se procurar apenas óleos com a melhor qualidade quando usado em aromaterapia.
	Piperaceae	<i>Piper nigrum</i> (Pimenta preta)	Bolsas	Pineno, limoneno, cariofileno	Propriedades analgésicas, expetorante e estimulante	_____
	Poaceae	<i>Cymbopogon nardus</i> (Citronela) <i>Cymbopogon citratus</i> (erva-príncipe) <i>Cymbopogon martinii</i> (Palmarosa)	Canais	Pineno, limoneno	Propriedades anti-inflamatórias e estimulante do sistema nervoso	_____
	Rosaceae	<i>Rosa damacena</i> (únicos usados)	Nectários	Estearopteno, geraniol, pineno, Cariofileno	Propriedades cicatrizantes, adstringentes, anti-hemorroidas, hormonal	Devem ser extraídos por aromaterapeutas profissionais
	Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (Limão) <i>Citrus sinensis</i> (Laranja) e outros citrinos	Bolsas	Limoneno, cariofileno	Por expressão: propriedades antissépticas e estimulantes sobretudo no sistema digestivo, antiespasmódicos e sedativos (laranja bergamota ( <i>Citrus bergamia</i> ) e Laranja amarga ( <i>Citrus aurantium</i> ))  Por destilação: Atuam no acne e varizes varicosas e hemorroidas, sistema nervoso como calmante (laranja amarga ( <i>Citrus aurantium</i> ))	Os únicos óleos essenciais extraídos via expressão quando no fruto e destilação quando nas folhas e flores
	Valerianaceae	<i>Valeriana officinalis</i>	Tricomas	Cariofileno, pineno	Calmante e sedativo, é por isso muito usada em comprimidos para	Os seus óleos essenciais são muito difíceis de obter

		(Valeriana)			promover o sono, reduzir veias varicosas e hemorroidas	
	Verbenaceae	<i>Aloysia triphylla</i>	Tricomas	Limoneno, pineno,	Sedativo e calmante do sistema nervoso e digestivo Propriedades anti-inflamatórias	Os óleos essenciais são raramente obtidos, pelo que no mercado é usual adulterado, sendo vendido no seu lugar óleos de <i>Thymus hiemalis</i> .