

Coleção Química no Cotidiano
Volume 1

Ivana Correa Ramos Leal
José Celestino Barros
Leandro Soter de Mariz Miranda

A Química do Amor

Coleção Química no Cotidiano

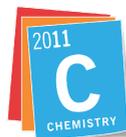
Volume 1

A Química do Amor

Ivana Correa Ramos Leal

José Celestino Barros

Leandro Soter de Mariz Miranda



International Year of
CHEMISTRY
2011

QUÍMICA PARA UM MUNDO MELHOR

São Paulo | Sociedade Brasileira de Química | 2010

Projeto Comemorativo da Sociedade Brasileira de Química Ano Internacional da Química-2011 (AIQ-2011)

Coordenadores do projeto

Claudia Moraes de Rezende e Rodrigo Octavio Mendonça Alves de Souza

Editora-chefe

Claudia Moraes de Rezende

Revisores

Joana Moraes de Rezende, Ana Carolina Lourenço Amorim e Claudia Moraes de Rezende

Arte gráfica e editoração

Cabeça de Papel Projetos e Design LTDA (www.cabecadepapel.com)

Ilustrações

Henrique Persechini (henriquepersechini@gmail.com)

Ficha Catalográfica

Wanda Coelho e Silva (CRB/7 46) e Sandra Beatriz Goulart da Silveira (CRB/7 4168)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

M672q Miranda, Leandro Soter de Mariz.

A Química do Amor. / Leandro Soter de Mariz Miranda, Ivana Correa Ramos Leal, José Celestino Barros. – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

66 p. il.- (Coleção Química no Cotidiano, v.1)

ISBN 978-85-64099-01-2

1. Química – Amor. 2. Hormônios sexuais. 3. Feromônios. 4. Perfumes. I. Leal, Ivana Correa Ramos. II. Barros, José Celestino. III. Título. IV. Série.

CDD: 547.7343

CDU: 577.175.6

Todos os direitos reservados – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por outro meio.

A violação dos direitos de autor (Lei nº 5.988/73) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Apresentação

O livro “A Química do Amor” vem celebrar o Ano Internacional da Química, em 2011, nos apresentando um tema bastante interessante relacionado ao papel das moléculas de hormônios, feromônios e perfumes na natureza e no nosso cotidiano.

Podemos entender essas moléculas como as responsáveis pela comunicação da natureza: é como se fossem a *internet*, o *facebook* e o *twitter* da Química. A todo instante são fornecidas informações ao ambiente sem que precisemos pensar a respeito, o que faz animais, plantas e seres humanos viverem em harmonia.

Sendo assim, espero que vocês, leitores, gostem do conteúdo que terão o prazer de desfrutar e ver que a Química está mais ligada ao seu dia a dia do que vocês jamais imaginariam.

Rodrigo Octavio Mendonça Alves de Souza

Professor Adjunto

Instituto de Química

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sobre os autores



Ivana Correa Ramos Leal

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ (2003) e Doutorado em Ciências (Química de Produtos Naturais) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007)- Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais (NPPN)- Bolsista PDEE - Doutorado sanduíche em Halle - Alemanha (Institut Für Pflanzenbiochemie- Instituto de Bioquímica de Plantas) (2006). Pesquisadora Associada pelo convênio UFRJ / FINEP (2007-2009) no Instituto de Química da UFRJ. Atual professora adjunta da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé e pesquisadora colaboradora do Laboratório de Catálise do Instituto de Química da UFRJ. Atua principalmente nos seguintes temas: atividade antimicrobiana de produtos naturais, plantas medicinais brasileiras, bactérias hospitalares multirresistentes, biotransformação de triterpenos, enzimas em síntese orgânica, atividade lipásica em nanopartículas.

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé
Rua Aloísio da Silva Gomes 50, Granja dos Cavaleiros
27930-560 - Macae, RJ – Brasil. Telefone: (22) 2796-2563*



José Celestino Barros

Possui graduação em Engenharia Química pelo Instituto Militar de Engenharia (2003), incluindo período de graduação sanduíche na École Nationale Supérieure de Chimie de Clermont-Ferrand (França) e mestrado em Química Orgânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Atualmente é doutorando em Química Orgânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área

síntese orgânica e química medicinal com ênfase em: inibidores de protease (HIV e HCV), antiestrogênicos do tipo SERM, reações de acoplamento carbono-carbono mediadas por paládio (Sonogashira e hidroarilação).

*Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Avenida Athos da Silveira Ramos 149, CT Bloco A, Cidade Universitária
21941-909 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil. Telefone: (21) 2562-7248*



Leandro Soter de Mariz e Miranda

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001), mestrado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003) e doutorado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007). Em 2007 trabalhou como pesquisador na área de síntese orgânica na indústria farmacêutica. Desde o 2008 atua como professor de Química Orgânica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.
Rua Senador Furtado, 121, Maracanã
20270-021 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil. Telefone: (21) 3978-5902
leandro.miranda@ifrj.edu.br*

Prefácio

O amor já foi descrito como “fogo que arde sem se ver”, “ferida que dói e não se sente”, como companheiro da paz, como prosa, como algo cuja ação é verbo intransitivo. Neste volume de “A Química do Cotidiano”, será apresentado como a Química enxerga e tenta racionalizar o amor e a relação entre indivíduos: identificando, analisando ou até mesmo sintetizando moléculas que contribuem para essas relações.

O texto aqui apresentado é dividido em três tópicos: os hormônios como moléculas endógenas (produzidas pelo organismo) responsáveis por comportamentos do indivíduo, os feromônios responsáveis pela comunicação química entre indivíduos e os perfumes, considerados ferramentas fundamentais para a arte da conquista e sedução, deixando o seu “cheiro de amor no ar”.

Esperamos que, nessa relação de amor e ódio com a Química, todos amem este volume e possam entender como a Química participa neste (extremamente) complexo mundo das relações entre os indivíduos e possam, por que não, encontrar nele a fórmula do amor...

Os autores

Índice

1. Introdução	13
2. Hormônios	15
2.1. Liberação, transporte e tipos de hormônios	15
2.2. Esteroides	20
2.2.a. <i>Química de esteroides</i>	20
2.2.b. <i>Classes de hormônios esteroidais.</i>	21
2.2.c. <i>Hormônios sexuais masculinos e femininos: uma abordagem comparativa.</i>	23
3. Produtos naturais como fontes de hormônios: aplicações	29
3.1. Saponinas esteroidais	29
4. Feromônios	33
4.1. Classificação	34
4.2. Estrutura de feromônios	35
4.3. Emprego de feromônios	37
4.4. Feromônios de vertebrados	40

5. Perfumes	41
5.1. Classificação	42
5.2. Obtenção das fragrâncias	46
5.2.a. Destilação	46
5.2.b. Extração por solvente	48
5.3. Óleos essenciais (OE)	50
6. Considerações finais	63
7. Referências	64

1

Introdução

A formação de pares é relevante em muitas espécies animais e, particularmente, nos seres humanos, pois assegura a geração de descendentes. Isso também pode oferecer ambientes seguros, que permitam ao ser amadurecer e tornar-se capaz de sobreviver sozinho.

O processo de união entre os seres humanos inicia-se com a experiência subjetiva de estar apaixonado (Figura 1). O amor maternal e romântico está relacionado à sobrevivência das espécies e, portanto, possui funções biológicas próximas e de crucial importância para a evolução. Por essa razão, não seria surpreendente afirmar que esse processo seria regulado por precisos e complexos mecanismos biológicos e químicos. Recentemente, este assunto tem sido foco de muitas investigações neurocientíficas e as moléculas denominadas *hormônios* são aquelas intimamente relacionadas com esses estudos. Mas que substâncias seriam essas?



Figura 1- Do filme “A Época da Inocência”, um casal apaixonado que choca a sociedade nova-iorquina do século XIX.

2

Hormônios

Os hormônios atuam como mensageiros químicos, coordenando as atividades de diferentes células em organismos multicelulares. O termo *hormônio* (do grego, “incitar”) foi primeiramente usado em 1904, por William Bayliss e Ernest Starling, para descrever a ação da secretina, uma molécula liberada pelo duodeno (uma parte do intestino delgado), que estimula o fluxo do suco pancreático. Os seguintes conceitos surgiram a partir desse trabalho: (1) os hormônios são moléculas sintetizadas (ou produzidas) por tecidos específicos (*glândulas*); (2) são secretados diretamente para o sangue, que os transporta aos seus locais de ação; e (3) alteram especificamente os tecidos que a eles respondem (órgãos-alvo ou células-alvo).

2.1. Liberação, transporte e tipos de hormônios

Os hormônios são liberados através das glândulas, que contêm células cuja principal função é a secreção. Aquelas que mantêm contato com a superfície por um sistema de dutos são chamadas de glândulas *exócrinas* ou com dutos, como as sudoríparas e as salivares. Outras, as glândulas

endócrinas, ou sem dutos, estão isoladas no tecido conjuntivo, como as glândulas tireóides e as adrenais. As glândulas endócrinas (Figura 2) têm bom fluxo sanguíneo e suas secreções, os hormônios, difundem-se para os capilares e são distribuídas pelo sangue para as células-alvo.

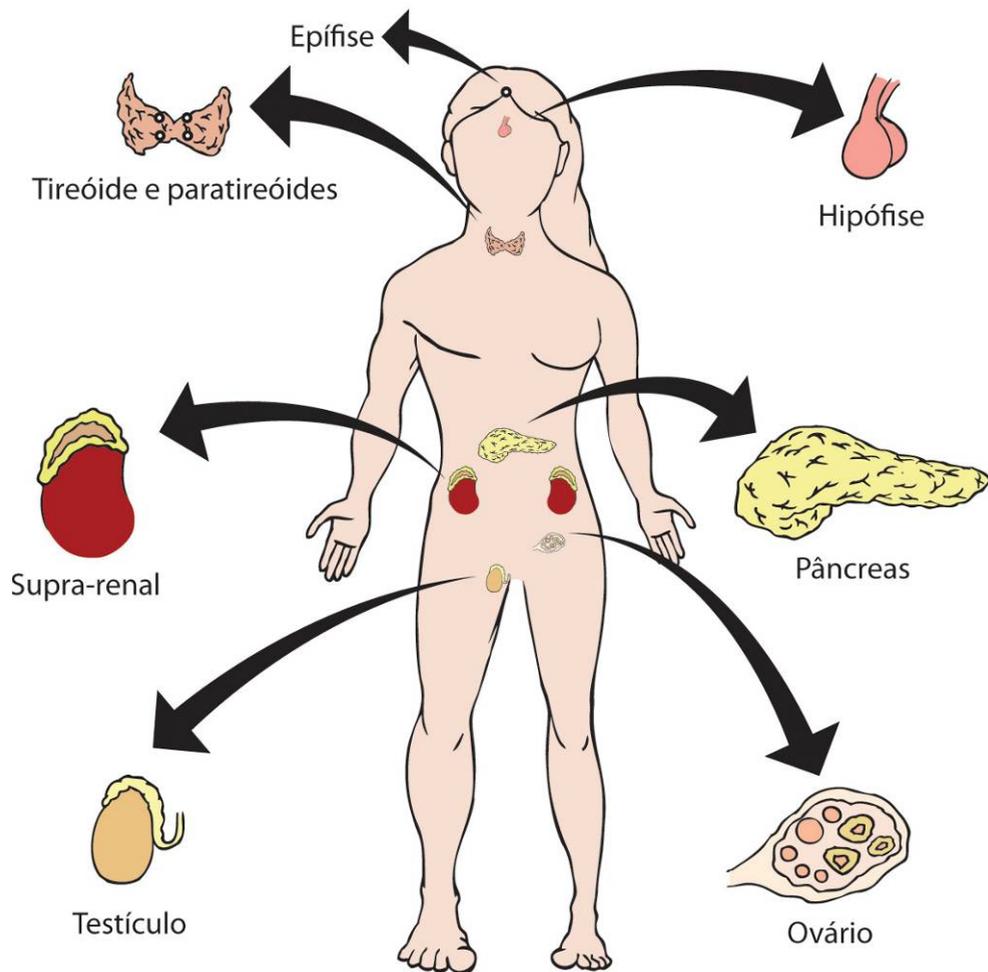


Figura 2- Representação de diferentes tipos de glândulas endócrina masculina e feminina.

Os hormônios podem ser divididos em quatro grupos estruturais:

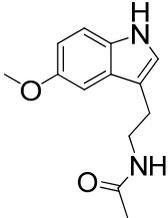
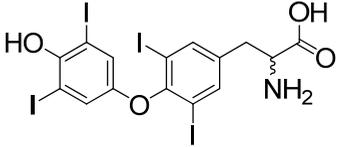
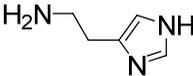
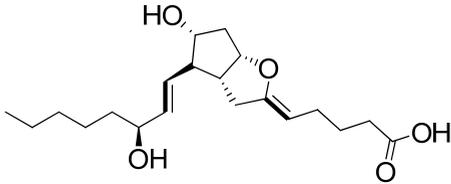
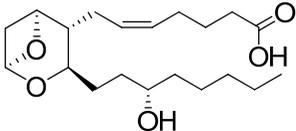
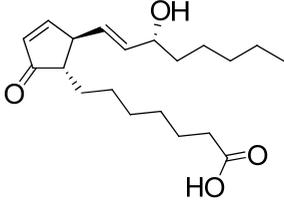
- **Esteroides (Tabela 1):** são substâncias derivadas do colesterol. Exemplos: os hormônios sexuais, como a testosterona, e os hormônios adrenais, como o cortisol.

- **Derivados modificados de aminoácidos (Tabela 1):** compreendem as catecolaminas, a histamina, a serotonina e a melatonina. As catecolaminas (dopamina, norepinefrina e epinefrina) são derivadas do aminoácido tirosina; a serotonina e a melatonina são sintetizadas a partir do aminoácido triptofano, e a histamina, derivada do ácido glutâmico.

- **Peptídeos e Proteínas:** variam desde peptídeos pequenos, contendo três aminoácidos, até peptídeos grandes (mais de três aminoácidos). São exemplos os neuropeptídeos (vasopressina, ocitocina), os hormônios pituitários (corticotrofina, gonadotrofinas) e os hormônios gastrintestinais (insulina).

- **Eicosanóides:** grande grupo de moléculas derivadas de gordura, com muitas ligações duplas na cadeia carbônica. Os principais tipos são: prostaglandinas, prostaciclina, leucotrienos e tromboxanos.

Tabela 1- Relação de alguns hormônios, estruturas químicas e seus precursores.

HORMÔNIOS	ESTRUTURA QUÍMICA DOS HORMÔNIOS	PRECURSOR
Melatonina		Aminoácido triptofano
Tiroxina		Aminoácido tirosina
Histamina		Aminoácido ácido glutâmico
Prostaciclina		Ácido araquidônico
Tromboxano		Ácido araquidônico
Prostaglandina A1		Ácido araquidônico

Os hormônios (p.ex., os esteroides) são insolúveis em água e podem atravessar as membranas celulares (Figura 3), transmitindo o seu sinal para o interior das células, como fazem os hormônios sexuais. Assim, seus receptores estão geralmente localizados no interior das células, podendo ser no citoplasma ou no núcleo.

Os hormônios esteroidais desempenham um papel fundamental nos aspectos evolutivos do ser humano, seja por suas ações sobre o ciclo reprodutivo da mulher, seja pelas importantes contribuições no desenvolvimento dos caracteres secundários femininos e masculinos. Assim, no contexto da *Química do Amor*, a que se propõe o presente capítulo, daremos foco aos aspectos químicos relacionados a essa classe de hormônio.

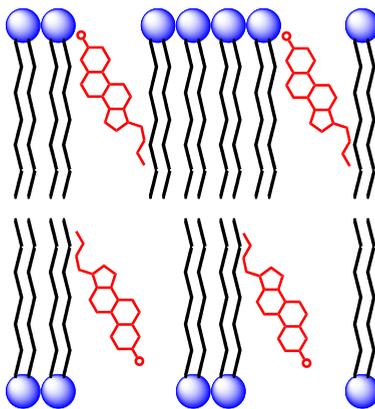


Figura 3- Esteroides atravessando uma membrana celular- bicamada lipídica.

2.2. Esteroides

Em meados do século XX, deu-se o marco do primeiro meio químico verdadeiramente seguro e eficaz de contracepção, os anticoncepcionais orais (que são, na verdade, esteroides).

Em muitas moléculas, alterações mínimas de estrutura podem acarretar grandes mudanças nos efeitos biológicos. De forma bastante pronunciada, isso acontece com as estruturas dos hormônios sexuais masculinos (androgênios), femininos (estrogênios) e os hormônios da gravidez (progesterona). Os referidos hormônios esteroidais possuem o mesmo padrão molecular básico: uma série de quatro anéis ligados onde três deles (anéis A, B e C) possuem seis carbonos cada um, e o quarto (anel D) possui cinco carbonos (Figura 4).

2.2.a. Química dos esteroides

As estruturas dos esteroides não são normalmente escritas com todos os átomos de carbono e hidrogênio, como ilustrado na Figura 4a. Normalmente é empregada a forma representada na Figura 4b. O sistema de numeração padrão para todos os átomos de carbono dos quatro anéis de esteroides é feito conforme ilustrado na Figura 4b.

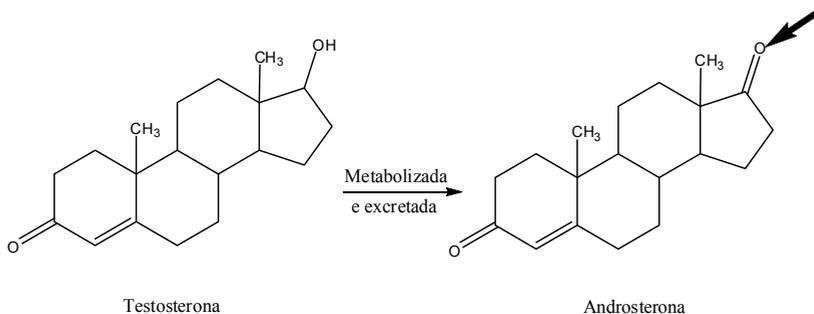
Tabela 2- Relação das classes de esteroides, principais estruturas e precursores.

Classe de esteróide	Principal esteróide em humanos	Número de átomos de carbono	Estrutura precursora
Estrogênios	Estradiol	18	Estrano
Androgênios	Testosterona	19	Androstano
Progestanos	Progesterona	21	Pregnano
Glicocorticóides	Cortisol	21	Pregnano
Mineralocorticóides	Aldosterona	21	Pregnano
Vitamina D	1,25-Diidroxivitamina D ₃	27	Colestano
Ácidos biliares		24	Colano

2.2.c. Hormônios sexuais masculinos e femininos: uma abordagem comparativa.

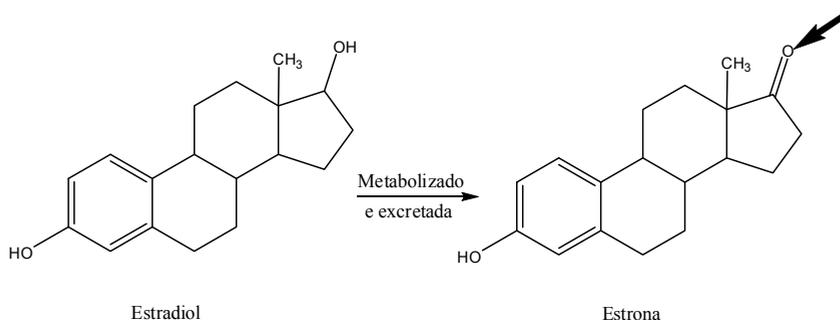
O primeiro hormônio sexual masculino isolado, ou seja, obtido puro a partir de seu meio de origem, foi a androsterona, em 1931. Essa substância é resultante do metabolismo e é menos potente que a testosterona, que é excretada na urina. Desse hormônio, foram obtidos 15 mg a partir de 15 mil litros de urina, coletados de policiais belgas! A testosterona é o principal hormônio sexual masculino e foi isolada pela primeira vez em 1935, de testículos de touros adultos.

A partir de uma análise comparativa entre essas duas estruturas Químicas, nota-se que existe uma diferença mínima entre elas, sendo a androsterona mais oxidada, já que um átomo de oxigênio duplamente ligado ao átomo de carbono substitui o grupo hidroxila (OH) da testosterona (Esquema 1).



Esquema 1- Conversão da molécula de testosterona em androsterona.

Como a androsterona e a testosterona, a estrona é um produto de metabolização do principal e mais potente hormônio sexual feminino, o estradiol. Um processo de oxidação semelhante transforma um grupo -OH do estradiol num oxigênio duplamente ligado (=O) (Esquema 2).



Esquema 2- Conversão da molécula de estradiol em estrona.

Essas moléculas estão presentes em quantidades muito pequenas em nosso corpo. Num estudo desses constituintes, foram necessárias quatro toneladas de ovários de porcas para isolar 12 mg do estradiol! O mais interessante a se considerar é a similaridade estrutural que existe entre os hormônios masculinos e femininos, além da considerável diferença existente entre as ações biológicas dos mesmos. A química dessas estruturas é fundamental para que, na puberdade, sejam exibidas diferentes características sexuais secundárias para os meninos e para as meninas (Figura 5). Um grupo $-CH_3$ a mais, um oxigênio duplamente ligado ao

carbono ao invés de $-OH$ e algumas ligações $C=C$ a menos, como pode ser observado no anel A da testosterona em comparação com o estradiol, faz com que os meninos desenvolvam pelos na face e no corpo, voz grossa e músculos mais fortes ao invés de seios, quadris mais largos e menstruação.

Evolução da Mulher

Evolução do Homem

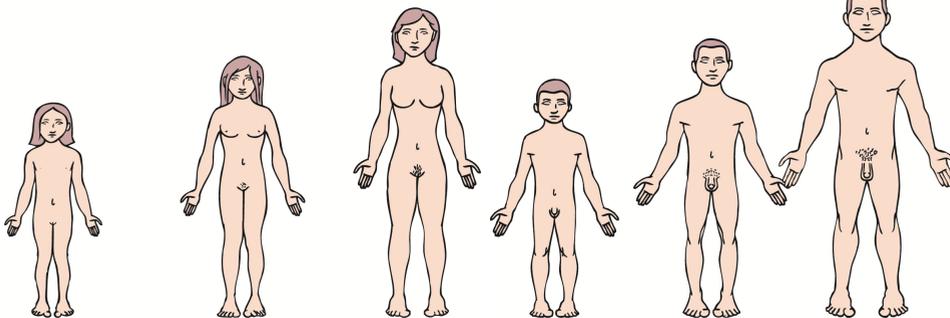


Figura 5- Representação das características sexuais secundárias femininas e masculinas.

Importância biológica e farmacêutica dos hormônios sexuais

A testosterona é um esteroide anabólico, ou seja, promove o crescimento muscular. Testosteronas artificiais (sintéticas) possuem estruturas químicas próximas à da natural. O objetivo do desenvolvimento desses produtos farmacêuticos é o emprego em casos de lesões ou até mesmo patologias que causem debilidade muscular. Isso porque, em doses terapêuticas, esses hormônios auxiliam na recuperação muscular, tendo um efeito masculinizante discreto. Em doses muito elevadas, muitas vezes

utilizadas por atletas com o intuito de aumentar a massa muscular, essas moléculas podem provocar efeitos adversos e grande risco à saúde. Dentre eles, podemos citar: maior risco de câncer no fígado e de doença cardíaca, maior grau de agressividade, esterilidade, acne, e até mesmo testículos atrofiados.

A progesterona, o estradiol e a estrona são os hormônios sexuais femininos mais importantes. Dentre eles, podemos destacar os dois primeiros hormônios ovarianos como fundamentais para o ciclo sexual mensal da mulher.

As alterações ovarianas durante o ciclo sexual dependem totalmente dos hormônios *FSH* (folículo-estimulante) e *LH* (luteinizante), secretados pela glândula adeno-hipófise. Durante cada mês do ciclo sexual feminino, ocorre aumento e redução cíclicos do *FSH* e do *LH*, conforme ilustrado na Figura 6.

Ciclo Reprodutivo Feminino

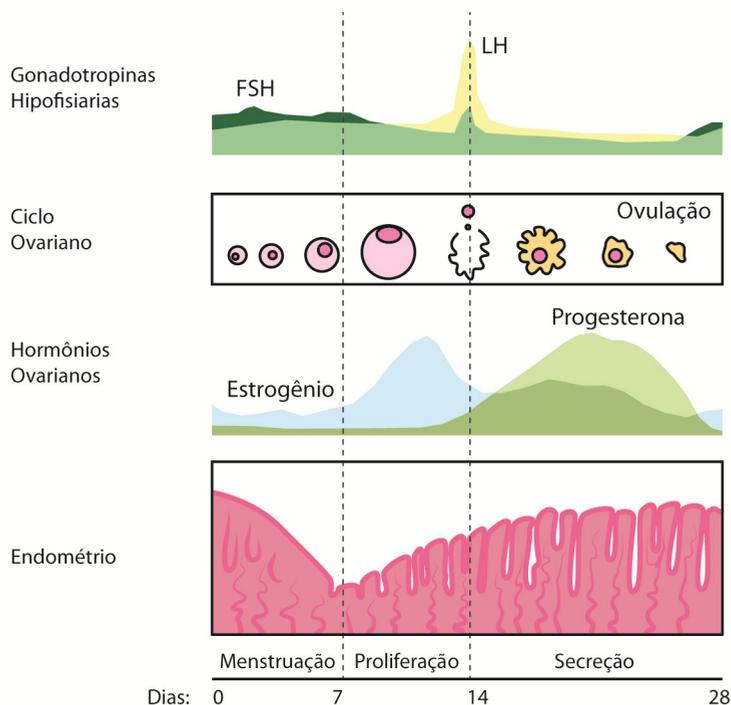


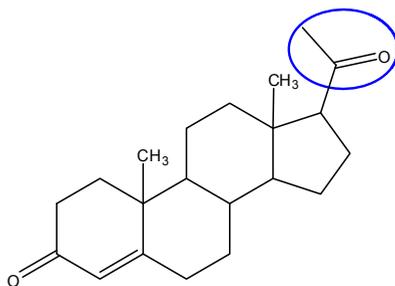
Figura 6- Ciclo reprodutivo feminino e as diferentes taxas hormonais.

Em uma mulher com o ciclo sexual normal de 28 dias, a ovulação ocorre 14 dias após o início da menstruação. Nesse momento, o *FSH* estimula o folículo desde seu crescimento inicial até o estágio final. O crescimento acelerado ocorre porque o estrogênio, que é liberado pelo folículo, leva à formação de números cada vez maiores de receptores para *FSH*, constituindo um mecanismo de *feedback positivo* (que é quando um órgão A estimula um órgão B, e os produtos de B estimulam o órgão A, intensificando sua ação). Após seu crescimento e consequente expulsão do

óvulo do folículo, as células restantes dão origem ao corpo lúteo. Ele libera grandes quantidades de progesterona e estrogênio, sendo em seguida degenerado. A menstruação ocorre porque o estrogênio, em particular, e a progesterona, em menor grau, exercem efeito sobre a glândula adeno-hipófise, diminuindo a secreção de *FSH* e *LH*. Segue-se então um novo ciclo. Ou seja, as substâncias químicas é que regulam todo o processo.

Contraceção

A progesterona é o principal hormônio da gravidez, e tem uma estrutura química muito próxima à testosterona, onde um grupo CH_3CO (assinalado no Esquema 3) substitui o OH da testosterona no anel D. Essa única variação estrutural faz toda a diferença na sua atividade biológica.



Progesterona

Esquema 3- Molécula da progesterona.

A progesterona envia sinais à mucosa que reveste o útero, para que ela se prepare para a implantação de um ovo fertilizado. Uma mulher grávida

não concebe novamente durante a gravidez porque um fornecimento contínuo de progesterona inibe novas ovulações. Ela deve ser entendida, portanto, como a base para o conceito de que a administração de hormônios sexuais femininos, semelhantes à progesterona, é capaz de reprimir a ovulação. Dessa forma, a contracepção envolve o uso dessas moléculas, que são derivados sintéticos desenvolvidos a partir da progesterona.

3

Produtos naturais como fontes de hormônios: aplicações

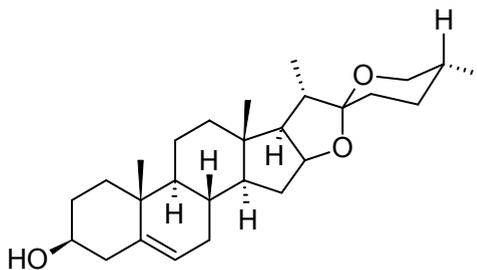
3.1. Saponinas esteroidais

O interesse dos químicos por esteroides e, particularmente, pela busca de métodos que possam produzi-los em quantidades grandes, é crescente. Desenvolver experimentos que alterem a estrutura química dos grupamentos laterais aos anéis, gerando novos compostos procurados, mas mantendo o arcabouço inicial, é de grande importância. Sabendo-se da

presença de esteroides em muitas plantas, como a dedaleira, a salsaparrilha e a espirradeira, o isolamento de esteroides de vegetais tornou-se uma área de pesquisa muito importante. A quantidade desses compostos encontrada em plantas é muito maior que em animais, estando nas saponinas a grande fonte de obtenção desses constituintes.

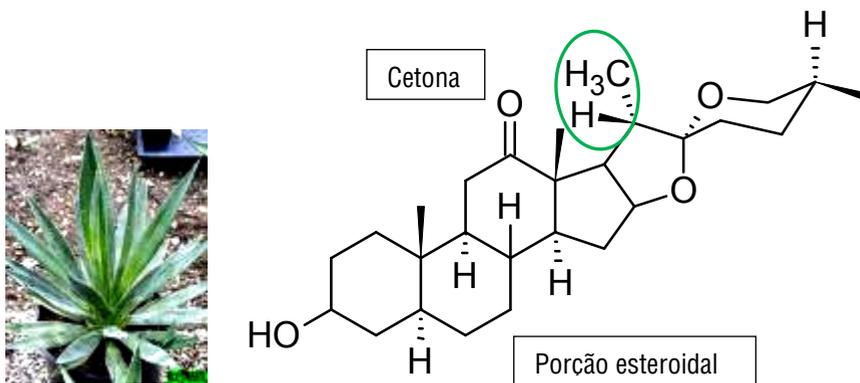
As saponinas esteroidais são substâncias formadas por uma cadeia esteroidal lipofílica (que não tem afinidade pela água) de 27 carbonos e outra parte hidrofílica (um açúcar, que tem afinidade pela água). Apresentam grande variedade estrutural e possuem importantes aplicações farmacêuticas, como é o caso da diosgenina e da hecogenina, que são utilizadas na produção de hormônios e contraceptivos.

A diosgenina pode ser obtida a partir dos tubérculos de *Dioscorea* spp. (Dioscoreaceae), como o inhame. Ela é importante na síntese de anticoncepcionais orais, corticosteroides e hormônios sexuais (Esquema 4).



Esquema 4- Estrutura química da diosgenina e os tubérculos de *Dioscorea* spp.

Outra substância importante é a hecogenina, obtida a partir do sumo das folhas de *Agave sisalana* Perrine e *A. fourcroydes* Lemaire (Agaveaceae). O sumo é um material descartado durante o processo de desfibramento das folhas. Devido à presença de uma cetona (C=O) no C-12, a hecogenina não é apropriada para a síntese de anticoncepcionais de uso oral, mas é ideal para a síntese de corticosteroides (Esquema 5).

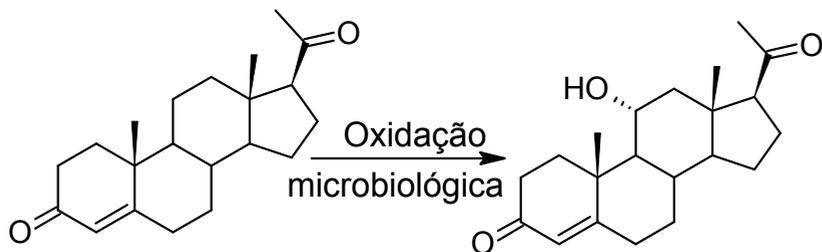


Esquema 5- Estrutura química da ecogenina e a espécie *Agave* sp.

A parte da estrutura das saponinas interessante nesse contexto é a porção esteroidal. Assim, é necessário a remoção do grupamento superior, e esse processo é largamente utilizado na indústria multibilionária dos hormônios sintéticos, conhecido como “degradação de Marker”.

Essa metodologia foi empregada de forma que até mesmo a cortisona, um poderoso hormônio com atividade anti-inflamatória (usado em doenças reumáticas) e produzida em quantidades mínimas nos tecidos animais, pudesse ser produzida a partir do produto natural diosgenina. Entretanto, reter a carbonila no carbono 11 do anel C da cortisona era um grande obstáculo, já que se faziam necessárias muitas etapas reacionais.

A partir desse contexto deu-se início a uma nova tecnologia, a biotransformação, ou seja, passou-se a usar microorganismos para realizar especificamente as transformações químicas desejadas. Várias reações dessa natureza tornaram-se industrialmente importantes devido à produção de hormônios esteroidais e seus análogos. De particular interesse foram as hidroxilações (entrada do grupo –OH) nas posições 11 e 16 dos esteroides, que conduzem aos hormônios adrenocorticoides e seus análogos. Os processos microbianos ocorrem com grande rendimento, em uma única etapa; dentre eles, podemos citar a transformação de progesterona em 11 α -hidroxiprogesterona, principal produto do fungo *Rhizopus arrhizus* (Esquema 6).



Esquema 6- Obtenção de 11 α -hidroxiprogesterona a partir da progesterona

4

Feromônios

Feromônios são substâncias naturais secretadas por um indivíduo para transmitir informações a outros da mesma espécie. A palavra “feromônio” originou-se dos termos gregos *pherein* (transferir) e *hormon* (excitar).

O primeiro feromônio foi identificado em 1959. Nessa época, 500 mil mariposas da seda (*Bombyx mori*) foram mortas para a extração de 1mg do composto bombicol, seu feromônio sexual (Figura 7). A grande quantidade de animais necessários deve-se à pequena quantidade do composto presente em cada inseto.

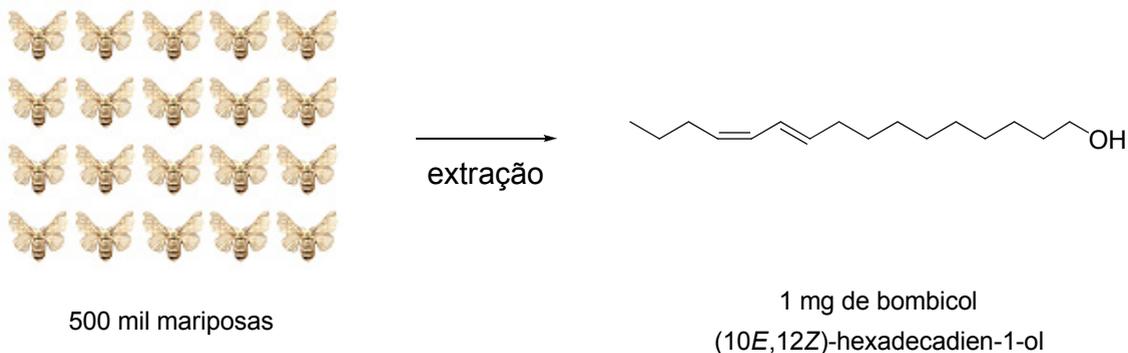


Figura 7- As mariposas da seda e a estrutura química do bombicol.

A sensibilidade dos insetos a determinados feromônios é grande, e mesmo minúsculas quantidades de feromônios, na ordem de picogramas ($1 \text{ pg} = 10^{-12} \text{ g}$), são suficientes para desencadear uma resposta biológica. Assista a um experimento com feromônios, através do endereço apresentado na Figura 8.

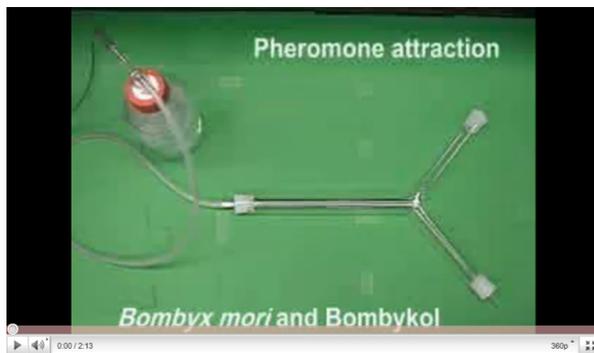


Figura 8- Experimento envolvendo feromônios

(<http://www.youtube.com/watch?v=6dwy7HcCuVJ>, acesso em 28/09/2010)

4.1. Classificação

Desde o primeiro feromônio isolado, milhares foram identificados. Alguns são de ação mais prolongada, como os que uma abelha-rainha produz para evitar que as operárias ovulem, outros provocam uma ação imediata. Os feromônios podem ser classificados em:

Feromônios sexuais e de agregação: em geral liberados pelas fêmeas, possibilitam a agregação de uma população e conseqüentemente aumentam as chances de haver cópula;

Feromônios de alarme: estimulam mecanismos de defesa ou de fuga;

Feromônios de marcação de território: impedem a invasão de outros animais de mesma espécie, porém de outra colônia;

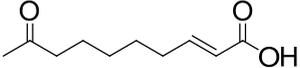
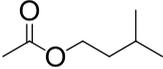
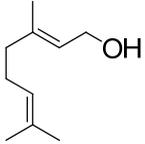
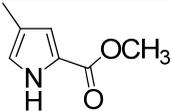
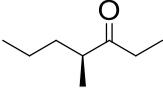
Feromônios de trilha: auxiliam na coleta de alimento;

Feromônios de oviposição: impedem que outras fêmeas coloquem ovos naquele lugar.

4.2. Estrutura de feromônios

A Tabela 3 ilustra algumas estruturas de feromônios encontrados na abelha europeia e na formiga cortadeira. Embora os feromônios sejam considerados compostos químicos individuais, eles podem apresentar ainda mais de um componente ativo. Há uma base de dados chamada *Pherobase* (www.pherobase.com) disponível para consulta de todos os feromônios isolados segundo as espécies, as classes de compostos ou seus tipos.

Tabela 3- Estrutura química de alguns feromônios,
com sua origem e função.

Animal	Estrutura	Observação
 <p>Abelha européia (<i>Apis mellifera</i>)</p>	 <p>ácido (<i>E</i>)-9-oxo-2-decenóico</p>	Feromônio que atrofia o sexo das operárias
	 <p>acetato de isoamila</p>	Feromônio de alarme para ataque coletivo
	 <p>(<i>E</i>)-3,7-dimetilocta-2,6-dien-1-ol (geraniol)</p>	Feromônio de trilha para retorno à colméia
 <p>Formiga cortadeira (<i>Atta texana</i>)</p>	 <p>4-metil-1<i>H</i>-pirrola-2-carboxilato de metila (M4MPC)</p>	Feromônio de trilha
	 <p>(<i>S</i>)-4-metil-3-heptanona</p>	Feromônio de alarme

4.3. Emprego de feromônios

Os feromônios de insetos são largamente utilizados na produção agrícola, em diferentes etapas do chamado Manejo Integrado de Pragas (MIP), possuindo várias possibilidades de utilização, dentre elas:

Monitoramento: são empregados em armadilhas para capturar insetos e assim monitorar a quantidade do inseto-praga;

Coleta em massa: utiliza-se grande quantidade de feromônio em diversas armadilhas para capturar a maior quantidade possível de insetos, sendo considerado um método de controle;

Aniquilação de machos (“atrai e mata”): utilizam-se painéis impregnados com um feromônio que age como isca, além de um produto químico como um inseticida, um esterilizador, uma bactéria ou um vírus que afeta o inseto;

Confusão sexual: método baseado na liberação de feromônios em uma determinada área, para confundir os insetos e assim interferir ou impedir o acasalamento.

A Tabela 4 ilustra algumas pragas-alvo no Brasil, as culturas atingidas, os respectivos feromônios comerciais utilizados e sua finalidade.

Tabela 4- Feromônios comerciais ou em vias de comercialização no Brasil.

Praga-alvo	Nome Comercial	Classe	Finalidade	Cultura
Bicudo do algodoeiro (<i>Anthonomus grandis</i>)	(1) Bio Bicudo (2) Iscalure Bw/10	Feromônio sexual	Monitoramento populacional	Algodão
Mosca-das-frutas (<i>Ceratitis capitata</i>)	Bio Ceratitis			Cítricos, goiaba, manga e mamão
Lagarta-da-maçã (<i>Cydia pomonella</i>)	(1) Bio Cydia (2) Iscalure Cydia			Maçã, pêra, marmelo e nozes
Bicho-do-fumo (<i>Lasioderma serricorne</i>)	Bio Serrico			Fumo armazenado
Lagarta-do-cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Bio Spodoptera			Algodão, amendoim, arroz, batata, cana-de-açúcar, milho, pastagens, soja, sorgo, tomate e trigo

Praga-alvo	Nome Comercial	Classe	Finalidade	Cultura
Broca-da-cana (<i>Migdolus fryanus</i>)	Migdo		Monitoramento populacional e coleta em massa	Cana-de-açúcar
Broca-do-olho-do-coqueiro (<i>Rhynchophorus palmarum</i>)	(1)Bio Rhynchophorus (2) Rmd-1	Feromônio de agregação		Coco, dendê
Mariposa-oriental (<i>Grapholita molesta</i>)	Biolita	Feromônio sexual	Controle por confusão sexual	Maçã, nectarina e pêssego
Lagarta-rosada (<i>Pectinophora gossypiela</i>)	Bio Pectinophora			Algodão

Como os feromônios são largamente utilizados na agricultura e as quantidades obtidas a partir de insetos são ínfimas, sua produção em laboratório para fins de comercialização é um tema importante em Química. Novas sínteses de feromônios e seus análogos representam um desafio para a Química Orgânica.

Embora as pesquisas indiquem que grande parte dos animais se comunica através de mensagens químicas, a maioria dos feromônios isolados e caracterizados foi obtida a partir de insetos. Isso se deve à facilidade em se obtê-los em grande quantidade para extração dos compostos, e principalmente à

complexidade dos vertebrados, cujos sistemas olfativos tornam difícil a medição dos efeitos biológicos de seus feromônios. Atualmente, nos vertebrados, essas substâncias são consideradas moduladores sutis que mais sugerem comportamentos do que os direcionam.

4.4. Feromônios de vertebrados

A detecção de feromônios em vertebrados, como no rato, é realizada pelo órgão vomeronasal (VNO), que se localiza em uma cavidade fechada dentro do septo nasal, e pelo epitélio olfatório principal (MOE), na parte posterior da cavidade nasal (Figura 9A). Ainda para o rato, foram identificados alguns compostos candidatos a feromônios (Figura 9B).

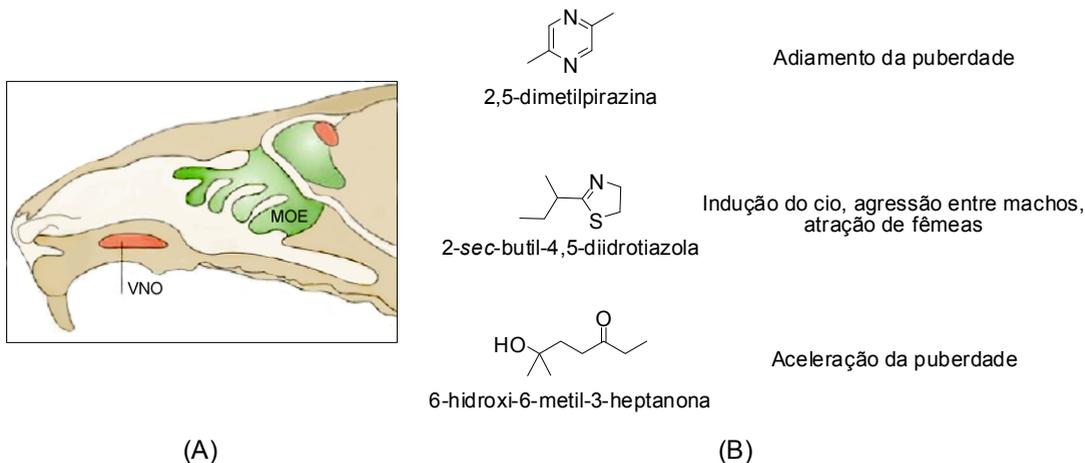


Figura 9- No focinho do rato, o órgão vomeronasal (VNO), o epitélio olfatório principal (MOE) e as substâncias candidatas a feromônios do rato.

Por fim, é preciso perguntar: “Feromônios influenciam o comportamento humano?”. Essa é uma das 125 grandes questões ainda não respondidas pela ciência, segundo levantamento da revista Science, em 2005. Alguns estudos controversos apontam que os seres humanos também usam feromônios. Então, identificá-los seria a chave para decifrar seu papel em nossa vida social.

5

Perfumes

Não é de hoje que as fragrâncias despertam interesse do homem. Os perfumes vêm fascinando a humanidade há milhares de anos. A data da origem da utilização de fragrâncias pelo ser humano é difícil de determinar, mas alguns pesquisadores dizem que pode estar associada à descoberta do fogo e possivelmente possuía cunho religioso. É possível que, a partir da descoberta do fogo, tenhamos começado a realizar oferendas aos deuses com a queima de folhas secas, as quais possivelmente exalavam odores agradáveis. Com o passar do tempo, essa prática passou a ser utilizada por sacerdotes em rituais religiosos. A própria origem da palavra perfume está associada a essa atividade, uma vez que deriva do latim *per* (de origem) *fumare* (fumaça).

O século XVI foi marcado por explorações e desbravamentos sem qualquer precedente na história do nosso planeta. Vasco da Gama, Cristovão Colombo, Pedro Álvares Cabral e Fernão de Magalhães são grandes exemplos desses desbravadores. Com suas expedições foram os responsáveis por trazer, das terras desbravadas para os grandes centros europeus, novos aromas e fragrâncias. Alavancaram o interesse da burguesia europeia e subsidiaram os alquimistas, com ingredientes para novas receitas. Nesse período surgiram os primeiros livros sobre perfumaria.

A industrialização dos aromas e perfumes parece datar do século XIX, capitaneada pela indústria britânica *Crown Fragrances* (em português, Fragrâncias da Coroa). Indústrias de toda a Europa expandiram seus negócios globalmente, levando à massa o que antes apenas a classe alta tinha acesso. Esse cenário conduziu às revoluções de comportamento e moda observadas no século XX.

5.1. Classificação

Decifrar a composição de um perfume não é uma tarefa fácil. Um perfume é constituído de uma mistura extremamente complexa de substâncias orgânicas, mistura essa que denominamos fragrância. As fragrâncias podem ser de origem vegetal, animal ou até mesmo de origem sintética. Aquelas obtidas de origem vegetal podem ser extraídas tanto das flores quanto de árvores e arbustos.

Atualmente, a classificação geral das fragrâncias engloba 14 diferentes tipos, basicamente segundo a sua volatilidade e características olfativas: Cítrica > Lavanda > Ervas > Aldeídica > Verde > Fruta > Floral > Especiarias > Madeira > Couro > Animal > Almíscar > Âmbar > Baunilha.

Um perfume não é composto apenas de uma fragrância, podendo conter várias delas. A fragrância final de um perfume é dividida em notas: superior (cabeça), do meio (coração) e de fundo (fixação).

A nota superior é composta por fragrâncias mais voláteis, presentes no perfume e que evaporam rapidamente, constituindo o odor que primeiro percebemos.

A nota do meio é composta por fragrâncias que constituem o verdadeiro cheiro (tema) do perfume, que perdura na pele por várias horas.

A nota de fundo é composta por fragrâncias menos voláteis, constituídas por moléculas mais pesadas, também conhecidas como fixadores e que dão corpo ao perfume.

A classificação das fragrâncias segundo sua volatilidade e nota encontra-se na Figura 10:

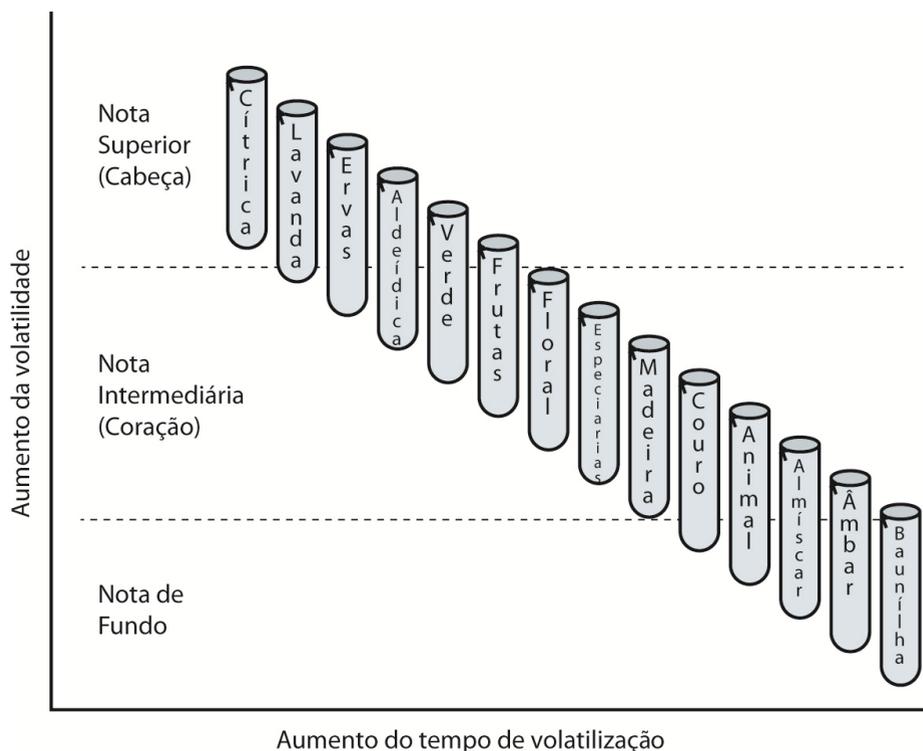


Figura 10- Classificação das fragrâncias segundo a sua volatilidade e nota aromática (adaptada da referência de Dias e cols, 1996)

A combinação entre o tipo de pele e o perfume é de extrema importância. Pessoas com peles mais oleosas são capazes de permanecer perfumadas por mais tempo, com uma única aplicação de perfume. Isso ocorre em função de sua maior capacidade em fixar as substâncias presentes no perfume.

No Brasil, o produto que conhecemos como perfume não é perfume propriamente dito, e sim água de toalete, a qual apresenta apenas 4% de essência em sua composição, enquanto o produto que é conhecido como perfume apresenta até 15% de essência (Tabela 5). Em função das altas temperaturas e taxas de transpiração em regiões tropicais como o Brasil, a utilização deles não é recomendada.

Na Tabela 5 estão classificados os produtos de perfumaria em função da sua quantidade de essência.

Tabela 5. Classificação dos produtos de perfumaria
(adaptada de Dias e cols, 1996).

Produto	% de essência (mL/100mL)
Água de perfume	15
Água de toalete	4
Água de colônia	3
Deocolônia	1

5.2. Obtenção das fragrâncias

Ao longo dos anos, diferentes tecnologias para a extração de fragrâncias de fontes naturais foram desenvolvidas. A técnica a ser empregada depende da matriz de onde se deve extrair a substância odorífera, e também de suas propriedades. Por exemplo, se uma substância odorífera é sensível ao calor (termolábil), não podem ser empregadas técnicas extrativas que fazem uso de altas temperaturas. Cabe destacar que, dependendo da região geográfica, época do ano e método com que uma mesma fragrância é obtida, produtos com características diferentes são obtidos.

As técnicas mais utilizadas para a obtenção (extração) das fragrâncias podem ser divididas em dois grandes grupos: destilação e extração.

5.2.a. Destilação

A destilação é um modo de separação baseado no fenômeno de equilíbrio líquido-vapor de misturas. Simplificadamente, quando diferentes substâncias formam uma mistura homogênea líquido-líquido, a destilação pode ser um método adequado para purificá-las: basta que tenham pontos de ebulição razoavelmente diferentes entre si.

De modo simplificado, uma aparelhagem básica de destilação encontra-se na Figura 11. Ela é constituída de um recipiente (balão de destilação), que contém a substância a ser destilada. Esse recipiente é

aquecido e as substâncias, que entram na fase vapor, são conduzidas até o condensador, onde são resfriadas, para então serem coletadas no balão de recolhimento.

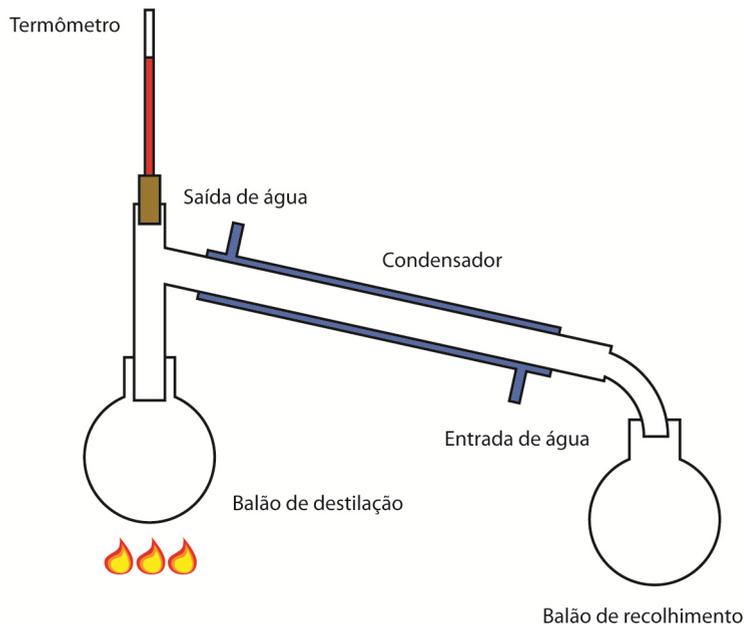


Figura 11- Aparelhagem básica de destilação.

As técnicas de destilação empregadas para a obtenção de fragrâncias são: destilação a seco (*dry distillation*) e destilação por arraste a vapor (*steam distillation*).

A destilação a seco envolve usualmente altas temperaturas e é por isso utilizada, principalmente, para as fragrâncias de baixa volatilidade e resistentes ao calor. Normalmente, cascas de árvores são os materiais utilizados como fonte de substância odorífica nesse tipo de destilação, uma

vez que as altas temperaturas são necessárias para a volatilização de seus componentes.

Na destilação por arraste a vapor, a água é adicionada ao sistema de destilação, sendo essa aquecida até o seu ponto de ebulição. O vapor d'água assim gerado entra em contato com o material a ser extraído, que é então arrastado pelo vapor. No final, o óleo arrastado pelo vapor d'água é separado, uma vez que esses não se misturam. Uma das principais fragrâncias obtidas através de arraste a vapor é o óleo essencial de lavanda.

5.2.b. Extração por solvente

O processo de extração por solvente é uma técnica que utilizamos diariamente. Dentre elas destacamos a decocção, a infusão, a percolação e a maceração.

Decocção

Essa técnica é parecida com o processo de cozimento de alimentos ou o de preparo de alguns tipos de chás, que consiste em aquecer o material vegetal em contato com o solvente (no caso do cozimento e do chá, o solvente é a água). Após a ebulição por certo período de tempo, o material é resfriado e separado do solvente que contém, agora, as substâncias odoríferas de interesse dissolvidas. É exatamente como o chá-mate feito em

casa, em que colocamos a erva para ferver com a água e que ao final é filtrado, estando pronto para ser bebido. Quando o fizer novamente, observe como o aroma da erva seca é transferido para a bebida.

Infusão

A técnica de infusão assemelha-se ao processo de preparo do popular cafezinho e chás em saquinhos, onde o solvente, já aquecido, é colocado em contato com o material a ser extraído. É o processo utilizado, por exemplo, para o preparo do chimarrão pela população da região sul do Brasil.

Percolação

Nesse método, o solvente frio passa (percola) pelo material que contém as substâncias a serem extraídas. O produto final de um processo de percolação é conhecido como percolato.

Maceração

Outro processo importante é o de maceração. Esse processo consiste, simplesmente, em colocar em contato o material, que possui as substâncias a serem extraídas, e o líquido extrator. É o mesmo utilizado quando, em casa,

adicionamos azeite à pimenta e deixamos curtindo (macerando). Nesse processo, o azeite funciona como líquido extrator.

Em função das características físico-químicas das substâncias presentes nos óleos essenciais, a água não é o solvente adequado, uma vez que as substâncias a serem extraídas não são solúveis nela. Na maioria dos casos, para a extração de substâncias odoríferas, são utilizados solventes orgânicos de baixo ponto de ebulição (para facilitar a sua remoção no final do processo), como o éter de petróleo.

A técnica de extração conhecida como *enfleurage* será discutida mais à frente.

5.3. Óleos essenciais (OE)

OE de rosas

Existem evidências fósseis de que as rosas existem há mais de 40 milhões de anos. Análises de DNA de rosas atuais sugerem que elas existem há aproximadamente 200 milhões de anos (veja na citação de Barbieri e cols, 2005).

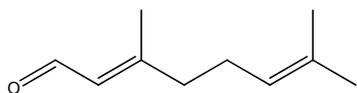
São conhecidas inúmeras espécies e variedades do gênero *Rosa* e há muitas controvérsias sobre suas classificações, já que híbridos complexos foram formando-se ao longo do tempo. Para fins de extração do óleo

essencial e de águas de rosas, predominam a *Rosa damascena* e a *R. gallica*. O óleo essencial é extraído das pétalas das flores e sua qualidade depende de muitos fatores, como condições de cultura, época da colheita e processo de extração do óleo.

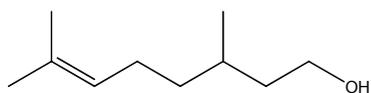
A principal técnica de extração para a obtenção da essência de rosas é a extração por solventes, apesar de a *enfleurage* (ver adiante) ter sido utilizada durante muito tempo em países europeus, principalmente na França. Na extração por solvente predomina o éter de petróleo na maioria das indústrias produtoras. A destilação por arraste a vapor também pode ser usada, dependendo do país produtor, mas há de se ter cuidados especiais devido à natureza delicada das pétalas, e o aquecimento empregado na técnica também pode prejudicar.

Essa essência apresenta custo extremamente elevado em função do baixo rendimento obtido na extração. Cerca de 6 Kg de pétalas são necessários para a obtenção de 1g de essência.

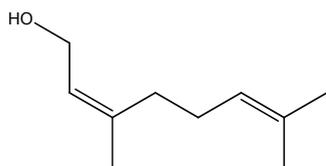
Alguns componentes importantes do óleo essencial de rosas estão na Figura 12, dentre os quais os três derivados da degradação de carotenoides (damascenonas e ionona), que se destacam do aroma.



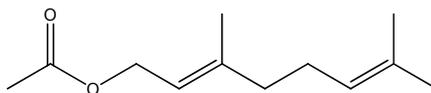
Citral



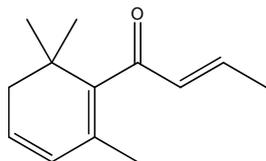
Citronelol



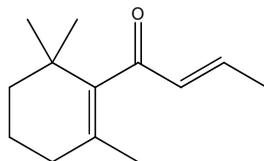
Nerol



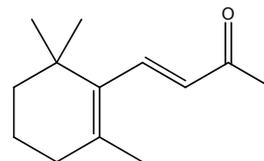
Acetato de geranila



α -Damascenona



β -Damascenona



β -Ionona

Figura 12- Substâncias encontradas no óleo essencial de rosas.

OE de jasmim

O óleo essencial de jasmim, junto com o de rosas, é considerado como um dos mais importantes em perfumaria. Esse óleo é comercialmente obtido das flores de diferentes espécies de jasmims, como *Jasminum officinale* e suas variedades.



Figura 13- Flor do jasmim

As principais técnicas utilizadas para a extração da fragrância de jasmim são a extração por solvente e a *enfleurage* (Figura 14). A *enfleurage* foi uma técnica bastante utilizada para a extração de fragrâncias até o século XIX, quando o início da industrialização deu origem às técnicas que viabilizaram a obtenção de maior quantidade de essência. Esse método consiste, tradicionalmente, em utilizar gordura de porco totalmente desodorizada para extrair os constituintes importantes do aroma. É mais

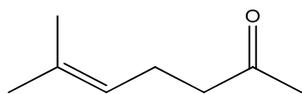
comum para a extração de aromas de flores, como o jasmim, exatamente pela fragilidade do material ao aquecimento. Nesse caso, as pétalas são colocadas em cima de um recipiente ou uma tela, como as utilizadas para recolher-se mel de colméias, com a gordura vegetal extratora. As substâncias que constituem as fragrâncias difundem para a gordura, resultando num produto viscoso ou sólido, algumas vezes chamado de *pommade*.



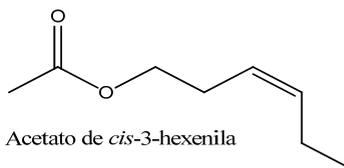
Figura 14- Visualização de um processo de *enfleurage*

O rendimento na obtenção do óleo essencial de jasmim é, assim como o de rosas, muito baixo, onde 1kg de flores fornecem apenas cerca de 1,5g de óleo essencial em média.

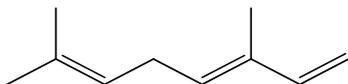
Do ponto de vista químico, diversas substâncias já foram identificadas no extrato de jasmim e na Figura 15 estão algumas delas.



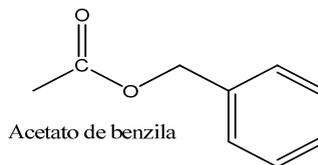
6-Metil 5-hepten-2-ona



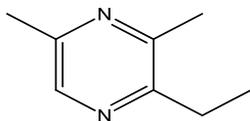
Acetato de *cis*-3-hexenila



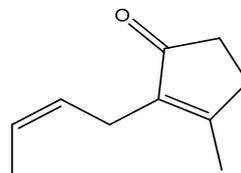
Ocimeno



Acetato de benzila



3, 5-Dimetil 2-etil pirazina



cis Jasmona

Figura 15- Substâncias encontradas no óleo essencial de jasmim.

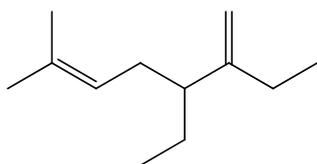
OE de lavanda

As lavandas, também conhecidas como alfazemas, são derivadas do gênero *Lavandula* e incluem espécies como *Lavandula angustifolia*, *L. dentata*, *L. lanata*, *L. multifida*, *L. latifolia*, *L. stoechas* e *L. viridis*.

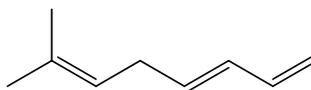


Figura 16- Plantação de lavanda para fins comerciais

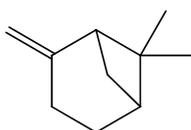
A indústria utiliza o processo de destilação a vapor das inflorescências recentes. Comparada à essência de jasmim, a essência de lavanda apresenta um custo muito menor em sua produção, cerca de US\$ 30/kg, associado a uma produção mundial muito maior, em torno de 200 toneladas por ano. Muitos dos constituintes da essência de alfazema já são descritos, como na Figura 17.



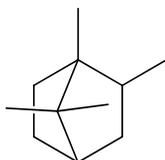
Lavandulol



Ocimeno



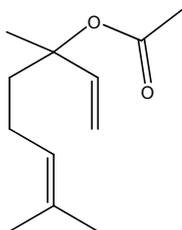
β -Pineno



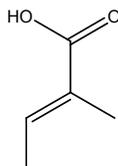
Borneol



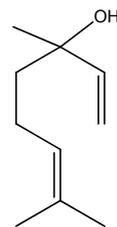
Cineol



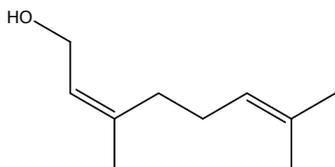
Acetato de linalila



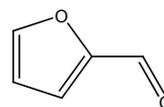
Ácido tíglico



Linalol



Nerol



Furfural

Figura 17- Substâncias encontradas no óleo essencial de lavanda.

OE de cítricos

As fragrâncias cítricas são compostas de óleos essenciais do gênero *Citrus*. Existem basicamente três tipos de OE:

- **Óleo de neroli:** é obtido por arraste a vapor de flores frescas, basicamente da espécie *Citrus aurantium* L. subsp. *aurantium* L. (também *C. aurantium* L. subsp. *amara* Engl.).

- **Óleos de *petitgrain*:** são materiais destilados por arraste a vapor de folhas, ramos finos e brotos de plantas cítricas. O óleo de *petitgrain* de laranja amarga (*C. aurantium* L.) é o mais importante comercialmente. Existem ainda os óleos de *petitgrain* de limão (siciliano) (*C. limon*), de mandarina (*C. deliciosa* Ten.), de tangerina (*C. tangerina* Hort. ex Tan.), de laranja doce (*C. sinensis* L. Osbeck), de bergamota (*C. bergamia*), de grapefruit (*C. paradisi* Macf.), de lima (*C. aurantifolia* (Christm.) Swing) e de lima da Pérsia (*C. latifolia* Tanaka).

- **Óleo essencial de cítrico:** indica, em geral, que o OE foi obtido por prensagem a frio das cascas ou do fruto inteiro. O óleo é separado da fase aquosa (suco) por centrifugação.

As espécies mais comuns de cítricos estão descritas abaixo, com observações sobre a forma de produção de seus OE:

- laranja amarga: *Citrus aurantium* L. (subespécies *aurantium*, amara). Seu OE é obtido por prensagem a frio dos frutos e é produzido em escala bem menor que o OE da laranja comum.

- laranja doce ou laranja comum: *Citrus sinensis* L. Osbeck. Seu OE é obtido por prensagem a frio dos frutos, sendo o principal OE de cítricos produzido. É obtido como subproduto da indústria de suco de laranja.

- limão (no Brasil, chamado de limão siciliano): *Citrus limon*. Seu OE é obtido por prensagem a frio das cascas, do pericarpo ou de todo o fruto.

- lima (*key lime*, no Brasil chamado de limão ou limão Tahiti): *Citrus aurantifolia* (Chism.) Swing. Seu OE é obtido por prensagem a frio de cascas, do pericarpo ou de todo o fruto.

- lima da Pérsia (Persian lime): *Citrus latifolia* Tanaka. Seu OE é obtido por prensagem a frio das cascas.

- mandarina: *Citrus reticulata* Blanco. Seu OE é obtido por prensagem a frio de cascas.

- bergamota: *Citrus bergamia*. Seu OE é obtido por prensagem a frio de cascas.

- tangerina: *Citrus tangerina* Hort. ex Tan. Seu OE é obtido por prensagem a frio de cascas.

Essas fragrâncias são utilizadas como notas de cabeça e de meio, em função da sua volatilidade, sendo portando os primeiros odores que sentimos

quando experimentamos um perfume. Por exemplo, a essência de néroli é uma das fragrâncias utilizadas no famoso perfume Chanel N° 05.

As frutas cítricas são as mais cultivadas no mundo, sendo a laranja a principal delas. A produção de laranjas e a industrialização do suco estão concentradas em quatro países, sendo o Brasil, atualmente, o primeiro deles.

Alguns constituintes importantes presentes nessas essências estão mostrados na Figura 18. Deve-se ressaltar a grande contribuição de substâncias orgânicas da classe dos aldeídos para o aroma dessas frutas e de seus OE (especialmente os aldeídos com 8, 10 e 12 átomos de carbono, como representado pelo *n*-decanal na Figura 18).

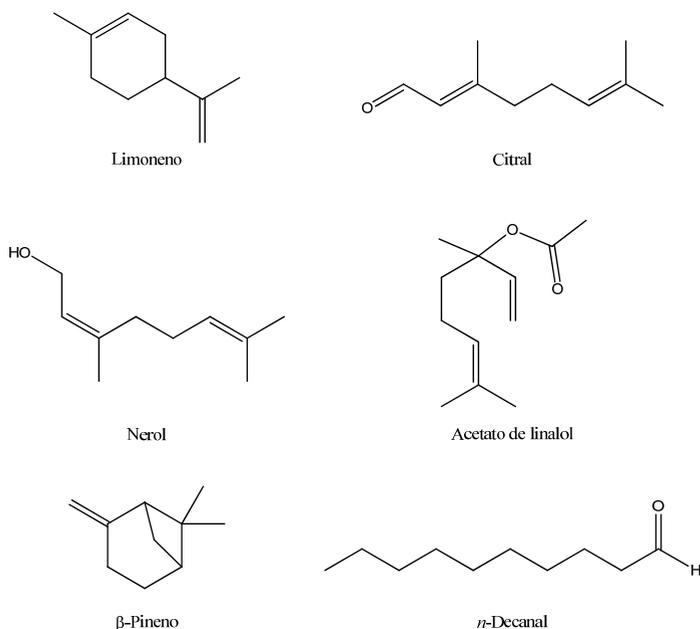


Figura 18- Substâncias encontradas nos óleo essenciais cítricos.

OE de menta

As plantas conhecidas como menta são da família botânica Lamiaceae, representadas comercialmente pelas espécies *Mentha arvensis* L., *Mentha x piperita* L. e *Mentha spicata* L..

A essência de menta é obtida através da destilação por arraste a vapor, em especial das folhas, que é onde o princípio ativo mentol (Figura 19) se concentra.

O OE se caracteriza pelo elevado conteúdo de mentol, o qual pode chegar até 90% de sua composição. Existem várias substâncias com a estrutura básica do mentol nessas plantas. Estruturas iguais, mas com arranjos espaciais diferentes, são chamados de isômeros espaciais. Observe na Figura 19 que alguns grupos estão sinalizados com traços cheios, o que significa que o grupo está para frente do plano do papel, enquanto o grupo tracejado está para trás. Há vários isômeros do mentol nessas plantas. O de maior abundância está representado da Figura 19. E, curiosamente, o organismo é capaz de perceber aromas distintos e intensidades diferentes para esses arranjos espaciais, que na verdade são moléculas diferentes.

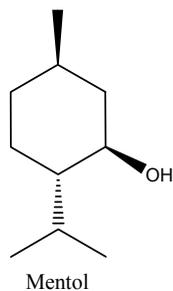


Figura 19. Constituinte do óleo essencial de menta

O óleo de menta pode ser comercializado bruto ou submetido a processos industriais, fornecendo principalmente o mentol cristalizado e o óleo desmentolado.

Outras espécies do gênero apresentam ainda substâncias como o linalol, a mentona e a carvona, algumas vezes em altos teores. Todo esse conjunto de variações justifica o grande uso industrial do OE de menta e de seus produtos na perfumaria, em medicamentos e em preparações orais (como cremes dentais e soluções antissépticas), além do uso como flavorizantes em chicletes, balas e bebidas.

6

Considerações finais

Neste livro, objetivamos trazer aos leitores uma abordagem geral e cheia de exemplos contextualizados na *Química do amor*, buscando o entendimento de fatos e acontecimentos pautados no nosso dia a dia.

A Química, como uma ciência exata e relevante para o entendimento do comportamento humano e ambiental, identifica, analisa e prepara moléculas. Essas estruturas poderiam variar desde compostos naturais até aqueles sintéticos, a fim de compreender os sentimentos complexos e universais que rodeiam o Homem.

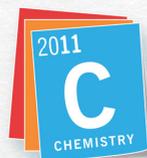
A Química do amor pode ser então compreendida como uma série de complexas interações moleculares, podendo essas serem individuais, como aquelas despertadas no próprio indivíduo pela passagem da fase infantil para a fase adulta, ou entre indivíduos, quando as interações moleculares se dão, especialmente, quando abordamos os aspectos da volatilidade das moléculas. Todas essas interações moleculares podem induzir a atividade de células do organismo, despertar a atração entre membros de comunidades para efeito de reprodução ou controle de pragas. Podem ainda, relacionar-se ao bem estar social, seja perfumando um ambiente ou um indivíduo.

7

Referências

- 1- ANDREI, C.C. *et al.* Da Química Medicinal à Química Combinatória e Modelagem Molecular- um curso prático. 1ª Ed. Capítulo 7: Biotransformação de Substâncias Bioativas. São Paulo:Editora Manole, 2003.
- 2- BARBIERI, R. L. STUMPF, E. R. T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, p. 267-271, 2005.
- 3- CORREA, A. G., ZARBIN, P. H. G., VILLAR, J. A. F. P. Insect Pheromone Synthesis in Brazil: An Overview. *Journal of the Brazilian Chemical Society* v.18, 1100-1124, 2007.
- 4- DIAS, S. M., SILVA, R. R. Perfumes: Uma Química Inesquecível. *Química Nova na Escola*, n. 4, p.3, 1996.
- 5- LE COUTEUR, P., BURRESON, J. Os Botões de Napoleão. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2006.
- 6- MARAZZITI, D., CANALE, D. Hormonal changes when falling in love. *Psychoneuroendocrinology*, v.29, p.931-936, 2004.
- 7- MOOKHERJEE, B. D., TRENKLE, R. The chemistry of flowers, fruits and spices: live vs. dead a new dimension in fragrance research. *Pure and Applied Chemistry*, v.62, p.1357-1364, 1990.

- 8- MORI, K. Synthetic and stereochemical aspects of pheromone chemistry. Pure and Applied Chemistry, v. 66, p. 1991-1998, 1994.
- 9- PANDIT, N. K. Introdução às Ciências Farmacêuticas. 1ª Ed. Capítulo 15. Porto Alegre: Editora Artmed, 2008.
- 10- PHEROMONE. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=6dwy7HcCuVI> Acesso em 28/09/2010.
- 11- PILLI, R. A. Controle Estereoquímico e Síntese de Produtos Naturais, Feromônios, Alcaloides e Macrolídeos. Química Nova, v.17, p.159-166, 1994.
- 12- SÁ, M. M.; FERNANDES, L. Feromônios e outros semioquímicos: a linguagem química dos insetos. QMCWEB - Revista Eletrônica de Química, 2001. Disponível em: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/ecoquim/index.html>. Acesso em 28/09/2010.
- 13- SIMÕES, C.M.O. Farmacognosia, da Planta ao Medicamento. 1ª Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- 14- STRAYER, L. Bioquímica. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1996.
- 15- ZARBIN, P. H. G., RODRIGUES, M. A. C. M., LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. Química Nova, v.32, p.722-731, 2009.



International Year of
CHEMISTRY
2011

QUÍMICA PARA UM MUNDO MELHOR

www.quimica2011.org.br