

## Aqui tem Química: Parte V. Ceras Naturais

### There is Chemistry Here: Part V: Natural waxes

Luana da S. M. Forezi,<sup>a</sup> Cristina M. Hüther,<sup>b</sup> Patricia G. Ferreira,<sup>b</sup> Danielle P. Portella,<sup>b</sup> Daniel Tadeu G. Gonzaga,<sup>c</sup> Fernando de C. da Silva,<sup>a</sup> Vitor F. Ferreira<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Departamento de Tecnologia Farmacêutica, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil

<sup>b</sup>Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, CEP 24241-000 Niterói-RJ, Brasil.

<sup>c</sup>Universidade Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, Campo Grande, 23070-200, RJ, Brasil.

<sup>d</sup>Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, PPG-CAPS, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil

\*E-mail: [vitorferreira@id.uff.br](mailto:vitorferreira@id.uff.br)

Recebido em: 25 de Agosto de 2021

Aceito em: 8 de Dezembro de 2021

Publicado online: 23 de Março de 2022

Natural and synthetic waxes are complex mixtures of chemical compounds that represent an important class of organic compounds responsible for a large international market. The demand for new applications of waxes has been increasing and all projections indicate that there will be an increase on average of 6% until 2027, where it is already speculated that the substitutes for synthetic and petroleum waxes are natural waxes. The ability of new and growing applications to adapt to non-petroleum types of wax will set the stage for the future and the supply and demand of natural waxes as they grow under the influence of social norms, culture, beliefs and styles of life. The 2019 global wax emulsion market is estimated at US\$ 1.6 billion and is expected to grow to US\$ 2.0 billion in 2024, with a compound annual growth rate (CAGR) of 4.9% from 2019 to 2024. Thus, this article intends to describe the main natural waxes and some of their applications.

**Keywords:** Natural wax; composition; biosynthesis; applications.

“Ele coloca cera nos ouvidos dos seus marinheiros para que não ouçam o canto das sereias e pede para ser amarrado ao mastro do navio e deixado com os ouvidos abertos para poder ouvir o tal canto. A ordem era para que em nenhuma circunstância os marinheiros o desamarrassem.”

Ulisses, canto XI da Odisseia (Homero)

## 1. Introdução

As ceras ou cerídeos são lipídios de armazenamento encontradas em organismos vivos, assim como os óleos e as gorduras. São substâncias que quando hidrolisadas fornecem ácidos graxos e álcoois graxos superiores (álcoois de cadeia longa) (Figura 1). As ceras podem ser de origem natural ou sintética, representando uma importante classe de compostos orgânicos responsável por grande parte do mercado internacional. Elas estão inseridas numa classe muito maior, onde também são encontrados os óleos, gorduras e fosfolipídios, que têm uma ampla aplicação na indústria de cosméticos, produtos farmacêuticos, diagnósticos, alimentícias, dentre muitos outros que podem ser encontrados em supermercados, drogarias e farmácias. Os óleos e gorduras foram revistos na parte I dessa série “Aqui tem Química”.

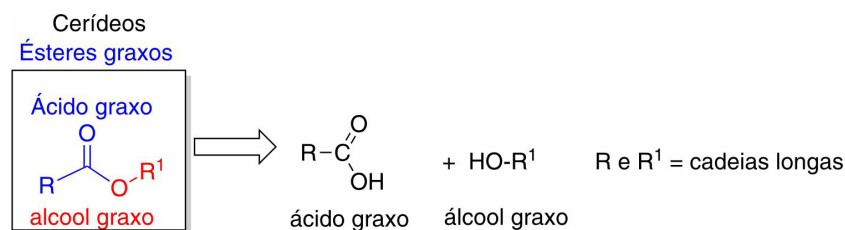


Figura 1. Estrutura geral de um cerídeo

A denominação cera vem da palavra “weax” (termo anglo-saxônico) que significa cera de abelha que hoje tem um significado semelhante aplicado a todos os sólidos e líquidos semelhantes a cera encontrados na natureza. A importância desses produtos cerosos sólidos amorfos advém das suas propriedade físico-químicas, como untuosos ao tato, inércia química ao ar, insolubilidade em água, baixa solubilidade em solventes orgânicos não polares, boa viscosidade quando aquecido, ponto de fusão entre 35-100 °C, maleabilidade próximos à

temperatura ambiente e capacidade de ser polida por leve pressão. Além disso, são estáveis e não rancificam, pois são de difícil hidrólise por microrganismos. Apresentam baixos índices de iodo, indicando também um baixo índice de insaturação na cadeia. As composições das ceras naturais dependem de suas origens (plantas, algas, insetos, animais e micro-organismos) que os produzem. Elas pertencem a família dos cerídeos e ocorrem, normalmente em vegetais, animais e minerais, sob a forma de misturas de produtos com massas moleculares médias formada de ésteres não glicéricos, alcanos superiores e lipídios. O termo éster se refere aos ésteres simples e hidroxiésteres que são os mais importantes constituintes de quase todas as ceras naturais. É importante ressaltar que em uma cera natural as cadeias dos ácidos são significativamente maiores do que as cadeias dos álcoois encontrados no estado combinado como ésteres. As ceras vegetais são misturas muito mais simples do que suas contrapartes no sistema animal, microbiano e nas algas. Os compostos sintéticos têm as características físicas similares as ceras naturais e também estão incluídas na classificação de ceras.<sup>1,2</sup>

A maior aplicabilidade das ceras naturais e sintéticas é como emulsão para diversos fins, como formulações alimentícias, farmacêuticas, e cosméticas, tintas, revestimentos, construção, polimento, adesivos e selantes. Outra aplicação importante é como ceras de depilação que devem apresentar uma boa aderência ao pelo e flexibilidade suficiente para permitir uma remoção do mesmo sem ruptura. O mercado mundial em 2019 para emulsão de ceras é estimado em US\$ 1,6 bilhões e deve crescer e atingir US\$ 2,0 bilhões em 2024, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 4,9% de 2019 a 2024.<sup>3</sup>

A família das ceras naturais é composta de substâncias orgânicas hidrofóbicas que estão presentes tanto na fauna como na flora, apresentando alto valor comercial e vasta aplicabilidade em produtos disponíveis nos supermercados, farmácias, computadores, como lubrificantes, emulsificantes em geral, cosméticos, revestimentos de móveis e aditivos para biocombustíveis. A ANVISA inclui diversas ceras em seu Regulamento Técnico (RDC Nº 326, de 3 de dezembro de 2019)<sup>4</sup> de aditivos que podem ser usados para elaboração de materiais plásticos e revestimentos poliméricos destinados a entrar em contato com alimentos. Mais recentemente as ceras têm sido utilizadas como materiais de encapsulamento de substratos e compostos condutores para eletrônicos biodegradáveis que podem operar de forma estável durante períodos de tempo em ambientes aquosos.<sup>5</sup>

As ceras ocorrem nas superfícies das partes aéreas das plantas em pequenas proporções em seus tecidos, sendo mais abundantes em suas folhas, popas ou frutos. Também ocorrem secreções de insetos (abelha), corpo do inseto, peles e pelos de animais, cavidades cefálicas de cetáceos (espermacete) e secreção uropigiana das aves.<sup>6</sup> As ceras também podem ser produzidas por micro-organismos.<sup>7</sup> As ceras são materiais tão antigos quanto o homem que as tem usada para diversos fins desde as mais antigas

civilizações. No Egito antigo a cera de abelha já era utilizada na fabricação de máscaras, pequenas estátuas para os ritos fúnebres e religiosos onde era aplicada para preservar múmias e selar o caixão. A cera de abelha é mais antiga cera e conhecida do homem e foi extensamente utilizada desde então para muitas aplicações, como por exemplo uso como selo em cartas durante vários séculos. Já as plantas e animais produzem ceras nas superfícies de suas folhas, caules, frutos pelos para evitar a perda de água (transpiração no mínimo) e fornecer um revestimento à prova d'água para pássaros e animais de clima frio (ursos polares, ovelhas, castores).

Todas as plantas terrestres biossintetizam camadas de ceras hidrofóbicas externa nas superfícies folhosas como revestimentos e são as primeiras linhas de defesa com seu ambiente e, portanto, vital no sucesso adaptativo dos vegetais na conquista do ambiente terrestre. Algumas plantas produzem cera em abundância com suficiente importância econômica. São denominadas de cera epicuticular e são úteis para a proteção das plantas contra as tensões ambientais, evitar a transpiração excessiva, proteção contra chuvas, umedecimento da superfície, reflexão de luz ultravioleta, barreira contra-ataques de fungos e bactérias.<sup>8</sup> Quimicamente essa cera de revestimento consiste em mistura de compostos orgânicos hidrofóbicos, como hidrocarbonetos alifáticos de cadeia linear longa, cetonas, dicetonas, poliésteres, álcoois, aldeídos e ácidos graxos livres. Essa diversidade de compostos difere entre as plantas e podem ser consideradas quase que como uma impressão digital. Esses filmes contínuos nas folhas podem se acumular em até mais de um milímetro de espessura e várias plantas estruturas cristalinas de cera epicuticular cobrem essa camada, o que dá à superfície da planta uma aparência acinzentada. A presença de cera mostra a importância e função de impermeabilizar a planta e a sua diversidade demonstra a capacidade das plantas se adaptarem ao ambiente aéreo contra estresses bióticos e abióticos.<sup>9,10</sup>

Já as aves impermeabilizam suas penas com as secreções cerosas da glândula sebácea uropigiana de onde retiram com os bicos um material ceroso.<sup>11</sup> Esse material também suprime crescimento de micro-organismos e tem intermediário que formam vitamina D3 quando expostas com irradiação UV. A glândula secreta uma mistura complexa e variável de substâncias químicas compostas por ceras de monoéster alifáticas formadas principalmente por ácidos graxos saturado, monoinsaturado, poli-insaturado (total de insaturados 58%) e álcoois mono-hidroxilados.<sup>12</sup> Essa distribuição de ácidos graxos se diferencia entre as aves, mas as suas funções continuam as mesmas.<sup>13</sup>

As ceras são materiais compostos de misturas complexas que têm aparências tenras cuja a cor varia entre do amarelo ao marrom, mas que podem ter suas cores modificadas com a presença de outros corantes. Os ésteres graxos apresentam similaridades estruturais com os materiais graxos, embora constituam grupos diferenciados, mas também podem ser misturas de lipídios livres em uma série homóloga ou um comprimento de cadeia particular pode predominar

(Figura 2). Quando a principal classe de lipídios tem um homólogo predominante, cristais de cera característicos se formam nas superfícies aéreas da planta. A distinção básica entre as duas ordens de substâncias está no fato de que as graxas são assimiladas pelo organismo humano, enquanto as ceras não são. As ceras vegetais praticamente não sofrem um catabolismo pelas plantas, mas os animais e micro-organismos podem degradá-las em uma extensão limitada.<sup>14</sup>

As ceras de origem animal sobressaem por sua aplicação no cotidiano, como por exemplo a cera de abelha e o espermacete (substância obtida do esperma de baleias). As ceras naturais são usadas comercialmente para produzir inúmeros produtos, principalmente em formulações cosméticas e alimentares, que estão à venda nas lojas e também embutidos em produtos de alta tecnologias, como cera de carro, velas e cosméticos. De modo similar, mas limitado a usos não alimentares, há um número quase ilimitado de ceras sintéticas e materiais semelhantes produzidos em larga escala que foram produzidos e tem uma fatia considerável do mercado de ceras. As ceras também podem ser produzidas por sistemas microbianos e enzimáticos e usando lipases para esterificar álcoois graxos com ácidos graxos de cadeia longa. Esta deve ser realizada em condições que favoreçam a síntese e inibam a hidrólise. A síntese microbiológica de ceras é uma alternativa para se preparar aquelas ceras que são mais raras, como a cera de jojoba.<sup>15</sup>

O nome cera foi originado da própria cera de abelhas, e depois passou a denominar produtos que se lhe assemelham quimicamente ou as mesmas propriedades macroscópicas. Modernamente, consideram-se ceras quaisquer materiais cerosos que, apesar de suas diferentes composições químicas, apresentem características físicas semelhantes. O seu valor comercial decorre de sua resistência à água e ao vapor de água, ductilidade, dureza, faixa de ponto de fusão adequada, lustro, propriedades emulsificantes, lubrificantes,

adesivas, fabricação de velas, cosméticos, adesivos, colas e produtos farmacêuticos. As principais ceras que serão discutidas nesse artigo são as ceras naturais, começando com o protótipo de cera de abelha, e outras sem importância comercial, mas de interesse acadêmico e relacionadas ao assunto.

As ceras vegetais, animais e minerais são composições feitas principalmente de ésteres não glicérflicos, como a cera de carnaúba, cera de lã e cera de montanha. Algumas ceras são de origem mineral de ocorrência natural, sendo a mais conhecida a cera de Montan<sup>16,17</sup> que são semelhantes às ceras de éster vegetal em termos de sua estrutura complexa, característica física e diversidade de aplicações. Elas são extraídas de vegetais parcialmente fossilizados em hidrocarboneto chamados de turfa, linhito, hulha e antracito. A Cera mineral quando obtida extração direta contém ésteres de cera, ácidos graxos livres, álcoois e cetonas. Se obtidas por destilação destrutiva na refinaria as ceras contêm apenas hidrocarbonetos. Outra fonte de cera mineral de origem natural são as ceras de petróleo bruto ou cera de parafina, obtidas durante o processo de refino, projetado para produzir óleo lubrificante. Três categorias gerais de ceras de petróleo são obtidas durante o refino. A qualidade e a quantidade da cera separada do petróleo bruto dependem da origem do petróleo bruto e do grau de refino ao qual foi submetido antes da separação da cera. A parafina ou cera de petróleo consiste principalmente em alcanos de cadeia lineares e cicloalcanos com um comprimento médio das cadeias carbônicas variando entre 20 e 30 átomos de carbono.<sup>18</sup>

## 2. Ceras na Preparação de Organogéis

As ceras são misturas complexas hidrofóbicas contendo grande proporção de éteres de cadeia longa e, portanto, são solúveis em óleos vegetais e podem funcionar como

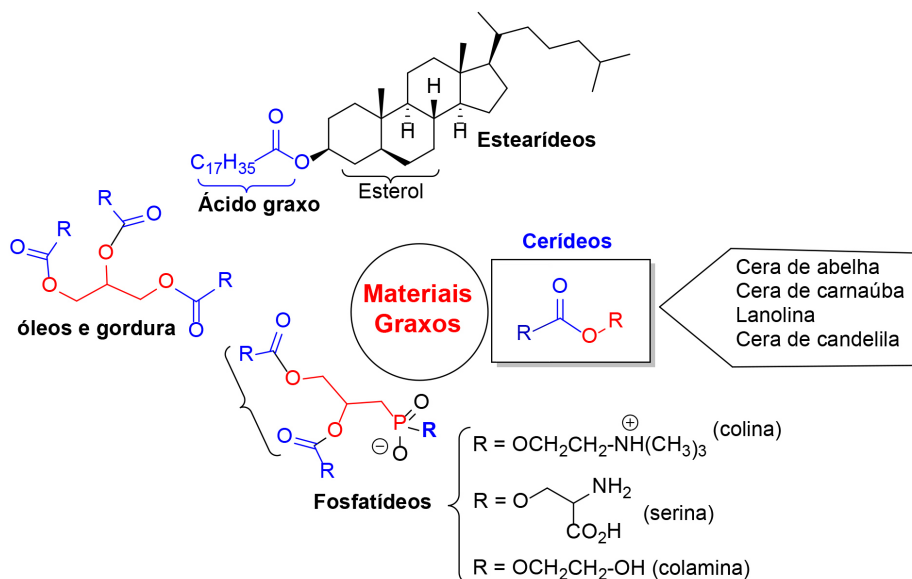


Figura 2. Materiais graxos

emulsificantes. Considerando esses aspectos das ceras elas foram inseridas em óleos vegetais e água criando um novo tipo de emulsão chamados de organogéis. Essas microemulsões de água em óleo (A/O) têm propriedades interessantes para aplicações farmacêuticas e alimentícias. Para essas aplicações é necessário que os compostos sejam biocompatíveis, como as microemulsões com lecitinas (surfactantes). No caso da indústria de alimentos o desafio é encontrar agentes estruturantes seguros e compatíveis para formar os organogéis e substituir a gordura trans e saturada em alimentos processados atendendo aos requisitos sensoriais. As ceras são promissoras como agentes estruturantes sólidas e seguros para interagirem com óleos vegetais comestíveis.

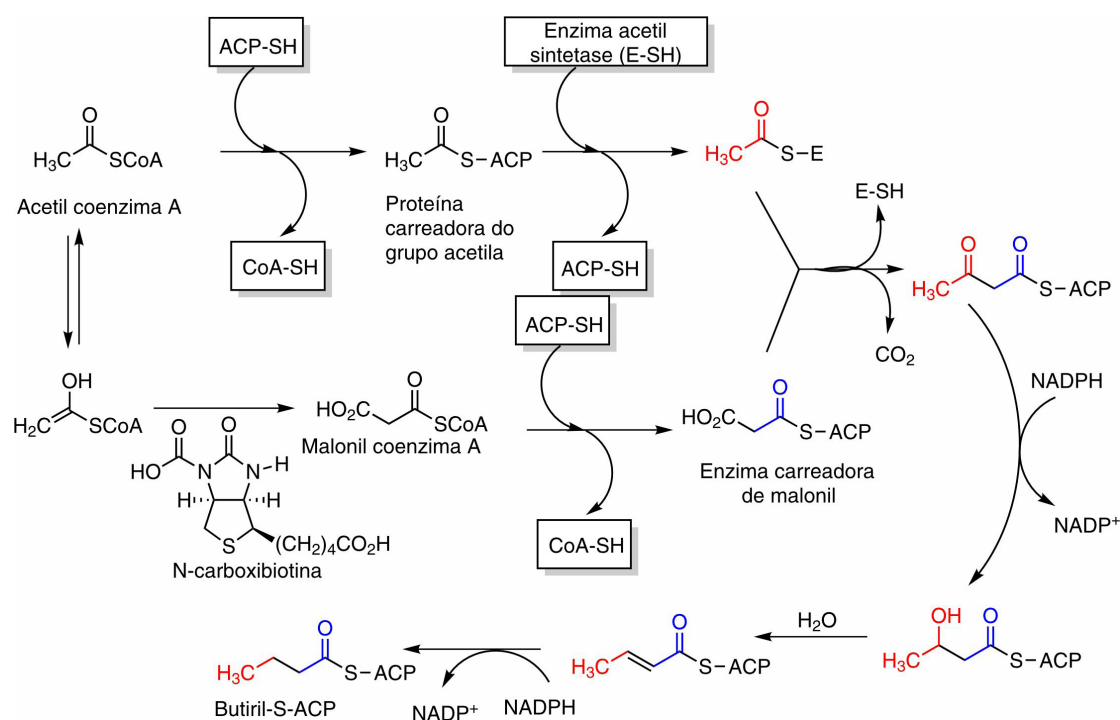
A eficiência das ceras como agentes estruturantes para organogéis alimentares depende da sua composição química.<sup>19</sup> As ceras de abelha, candelila e carnaúba formam organogéis estáveis e consistentes e, podem ser aplicadas nas preparações de margarinas, sorventes, requeijões, manteigas, recheios de confeitaria e biscoitos.

As ceras de girassol (*Helianthus annuus*), candelila e de farelo de arroz são as mais promissoras como estruturantes para preparação de margarinas.<sup>20</sup> Já em preparações culinárias e produtos de panificação como bolos, biscoitos<sup>21</sup> e bolachas os organogéis são usadas como shortenings, que são sistemas de gordura sob medida para ter propriedades nutricionais e funcionais e, desta forma, atender às necessidades específicas do consumidor, como: maciez e textura, sensação na boca, integridade estrutural, lubrificação, incorporação de ar, transferência de calor e extensão do tempo de prateleira.<sup>22</sup> Os sorvetes têm cerca de 10-14% de gordura do leite que podem ser substituídos

por organogéis de óleo de girassol estruturados com cera de farelo de arroz (*Oryza sativa*).<sup>23</sup>

### 3. Biossíntese das Ceras

A biossíntese e a degradação dos ácidos graxos das plantas envolvem diversas reações complexas, altamente reguladas e multicompartmentadas.<sup>24</sup> A via biossintética de ácidos graxos envolve a incorporação repetida de unidades de dois átomos de carbonos derivadas da Acetil coenzima A (Acetil-CoA) que o produto acetilado produzida da Coenzima A (CoA-SH) que repetidamente estende um grupo acila para aumentar o comprimento da cadeia carbônica sempre em números pares. A Acetil-CoA é uma coenzima muito conhecida, formada na célula por degradação do ácido pirúvico via glicólise ou degradação de certos aminoácidos. A partir dessa CoA se obtém o intermediário reativo Malonil-CoA numa reação de transferência de grupo carboxila mediada por N-carboxibiotina. Em seguida, o intermediário Malonil-CoA é transferido para a proteína carreadora (ACP-SH).<sup>25</sup> A condensação entre Acetil-S-E com Malonil-S-ACP produz o acetoacetil-S-ACP que após redução com NADPH, desidratação e nova redução com NADPH leva ao Butiril-S-ACP. Esse ciclo é repetido várias vezes até a formação da cadeia do ácido graxo (Esquema 1). Embora os comprimentos de cadeia de 16 e 18 átomos de carbonos sejam os preferências na natureza, há exceções de cadeias mais curtas e mais longas, como triacilgliceróis do óleo de coco ricos em ácido láurico (12:0). A partir dos ácidos graxos biossintetizados são então utilizados para a síntese de triglicerídeos e ceras.



Há ampla evidência sobre a biossíntese dos todos os constituintes das ceras via múltiplos sistemas complexos de alongamento,<sup>26</sup> ou seja, ésteres, lipídios de cadeias longas, ácidos graxos dicarboxílicos, aldeídos, hidrocarbonetos, álcoois secundários e cetonas seguem a mesma rota biossintética dos óleos e gorduras com alongamento da cadeia pelo mesmo processo.<sup>27</sup> A biossíntese da cera cuticular ocorre quase exclusivamente nos tecidos epidérmicos. Esses complexos realizam as etapas de alongamento necessárias para sintetizar as cadeias muito longas características das ceras epidérmicas. Para ilustrar, em samambaia *Cyathea dealbata* álcoois primários C<sub>22</sub>-C<sub>34</sub> são combinados aleatoriamente com ácidos graxos C<sub>16</sub>-C<sub>24</sub> para dar ésteres C<sub>40</sub>-C<sub>52</sub>.<sup>28,29</sup>

#### 4. Cera de Abelhas

A partir desse ponto passaremos a discutir aspectos geral da ceras que tem maior importância comercial, haja vista que a quantidade ceras naturais é muito extensa.

As abelhas produzem quatro produtos comercialmente importantes: mel, própolis, geléia real e cera. Esses produtos têm composição química diversificada e dependem da composição botânica, origem geográfica, época de coleta e condições ambientais que lhes conferem propriedades específicas. Esse produtos derivados da criação de abelhas podem ser considerados alimentos funcionais devido as diversas propriedades que eles apresentam.<sup>30,31</sup> através da Instrução Normativa N° 11 de 20 de outubro de 2000, define o mel produzido pelas abelhas melíferas como do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas que recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas.<sup>32</sup> O mel é o principal produto da abelha que tem um grande mercado devido ao sabor agradável e doce que lhe permite uso em natura, mas

também um muitas formulações alimentícias. É uma solução supersaturada de carboidratos contendo principalmente glicose e frutose, mas também tem muitos outros compostos químicos (cerca de 181) que proporcionam diversas funções como antibacteriana, antioxidante, antitumoral, antiinflamatória, anti-endurecimento e antiviral.<sup>30</sup>

O aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais são dependentes da fonte em que a abelha coletou o néctar das flores disponíveis e também da espécie de abelha que produziu o mel.<sup>33</sup> Própolis é o termo utilizado para denominar um material resinoso coletado pelas abelhas de várias fontes para a defesa da colméia contra insetos e microorganismos.<sup>34</sup> A composição da própolis é muito diversifica em classes e quantidade de compostos. Como o própolis tem muitas atividades antimicrobianas,<sup>35</sup> ele é empregado em produtos farmacêuticos aprovados pela ANVISA, medicina popular e cosméticos.<sup>36</sup> A composição da própolis tem predominância de ésteres, seguidos de hidrocarbonetos que foram identificados por cromatografia a gasosa e espectrometria de massas.<sup>37</sup> A geléia real é uma secreção de abelhas que é usada exclusivamente na nutrição de larvas e rainhas adultas, sendo composta de água (50% a 60%), proteínas (18%), monossacarídeos (15%), lipídios (3% a 6%), sais minerais (1,5%) e vitaminas (6,7%), ácidos graxos (6%), proteína (2,5%), dentre vários outros (Figura 3).<sup>38</sup>

A cera de abelha (INS 901) é uma mistura de produtos químicos (mais de 300 componentes) produzidos por insetos que tem acompanhado o homem desde início de sua evolução como caçadores-coletores. Na antiguidade era um produto tão valioso que chegou a ser usado como pagamento de tributos, taxas e multas.<sup>39</sup> Esse material é secretado pelas glândulas de cera na parte inferior do abdômen da abelha operária do genero *Apis* que inclui uma grande variedade desses insetos (*Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis florea*, *Apis indica*, *Apis dorsala*, *Apis adansonii*, *Apis caffra*). As

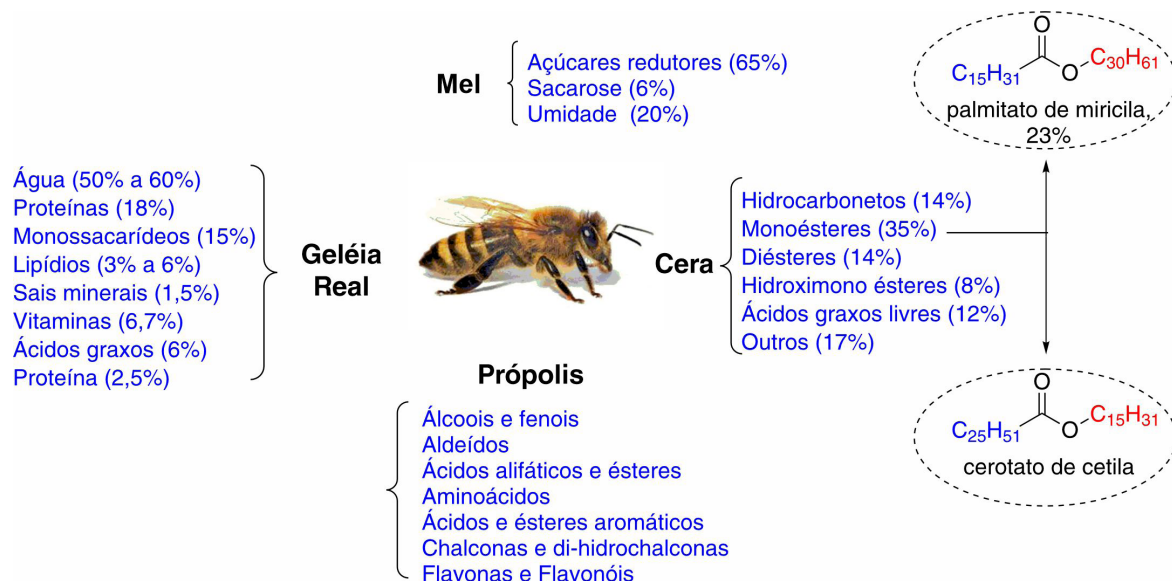


Figura 3. Detalhes sobre a composição dos produtos da abelha

abelhas precisam de cera como material de construção para que seus favos adquiram consistência quando misturada com sua saliva. A abelha *Apis mellifera* produz a cera mais pura sendo considerada a genuína cera de abelha. A cor da cera está relacionada ao tipo de abelha, impurezas, resíduos e plantas que fornecem material para a colmeia. Há muitos métodos que foram desenvolvidos para refinar clarear a cera de abelha, sendo um deles o preferido; água sob pressão numa temperatura suficientemente alta para derreter a cera, mas o aquecimento não pode chegar em temperaturas muito altas e por muito tempo para não danificar a cera e causar escurecimento.

A cera de abelha tem o mesmo cheiro doce do mel e confere excelentes propriedades a muito produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentares. Dependendo da espécie da abelha e o habitat seu mel e cera têm composições diferentes,<sup>40,41</sup> mas em todas as ceras têm em comum monoésteres de álcoois de cadeias longas derivados do ácido palmítico (C16:0) ou ácido cerótico (C26:0) (Figura 3).

São muitas as aplicações da cera de abelha em produtos de uso diário. As áreas de cosméticos (25-30%), farmacêuticos (25-30%), velas (20%) e diversos outros (10-20%), são as que mais utilizam a cera de abelha em seus produtos comercializados. Há previsões de que o mercado de cera de abelha crescerá até 2027 devido à demanda por produtos novos produtos cosméticos e o baixo custo de produção dessa cera em comparação com as ceras sintéticas. A China o foi o país que liderou o mercado global exportando 11.000 toneladas em 2014.<sup>42</sup> A economia de cera das abelhas parece funcionar de acordo com o princípio da oferta e demanda e não há produção de cera desnecessária.<sup>43</sup>

A área de cosméticos é a que mais utiliza a cera de abelha, pois traz benefícios para a pele devido ao teor de vitamina A e sua capacidade de hidratação. Destacam-se os sabonetes em barra, em cremes, loções, maquiagens, cremes clareadores, máscaras faciais, batons e brilho labial, protetores labiais, blush, aromatizantes para alimentos, materiais de polimento, montagem de equipamentos esportivos, sombra, protetor labial e hidratantes.<sup>44</sup> Outras aplicações são: produtos farmacêuticos, agentes de limpeza, moldagem de fundição de metal, modelagem, fabricação de velas, lustra-móveis, lustra-calçado, acabamentos de madeira e couro, lubrificantes industriais e têxteis impermeabilizados. A cera de abelha misturada com terebintina ou óleo de linhaça pode funcionar como graxa de móveis ou usada como adesivo.<sup>45</sup>

Em termos de uso da cera de abelha em produto farmacêutico, é usada para tratamento de enfermidades, como na cura de hematomas, inflamações, queimaduras e infecções antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Candida albicans* e *Aspergillus niger*. Fratini e colaboradores relatam que Hipócrates (pai da medicina) já recomendava o uso da cera de abelha em caso de tonsilite purulenta. Na Roma Antiga, muitos médicos da época aplicavam um creme conhecido como “creme frio”,

que continha azeite, cera de abelha e água de rosas para o tratamento de queimaduras, feridas, cortes, hematomas e fraturas.<sup>46</sup> Esta cera foi usada por Galeno em 150 a.C. como componentes na mistura com azeite de oliva e água na produção do primeiro creme cosmético.<sup>47</sup> Há evidências em pomadas descobertas em sítios arqueológicos romanos que a cera de abelha misturada com gordura, resina de coníferas e açúcares eram os ingredientes da cera púnica descrita pelo naturalista romano Gaius Plinius Secundus (Plínio, o velho).<sup>47</sup> A cera de abelha também tem sido usada como material para encapsulamento de fármacos de liberação controlada devido as suas boas estabilidade em níveis variados de pH e umidade, biocompatível em humanos e não solúvel em água.<sup>48,49</sup>

A ANVISA tem diversas legislações regulamentando o uso da cera de abelha branca e amarela. A Resolução N° 71, de 6 de outubro de 2008 aprovar o seu uso como aditivo alimentar para tratamento de superfície das frutas in natura mamão, melão, manga, abacate, abacaxi e frutas cítricas.<sup>50</sup>

## 5. Cera de Carnaúba

A cera de carnaúba (INS 903) é uma cera de origem vegetal obtida da palmeira *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore da família Arecaceae é vulgarmente conhecida como carnaubeira. Arecaceae é uma das famílias mais características dentre as angiospermas, sendo um importante formador de paisagens em desertos na África, mangues na Ásia, e veredas, babaçuais e carnaubais na América do Sul.<sup>51</sup> O nome do gênero *Copernicia* é em homenagem ao astrônomo italiano Nicolau Copérnico (1473-1543) que desenvolveu a teoria heliocêntrica e a forma da terra era redonda, assim como a copa da palmeira que também tem forma arredondada. Por estar sempre com tom verde, levemente azulado das folhas, em virtude da cobertura de cera, independente da época do ano é sinônimo de resistência.<sup>52</sup> A palmeira pode alcançar até 15 metros de altura e seu caule reto e cilíndrico e espinhento tem um diâmetro que varia de 10 a 20 centímetros. O nome carnaúba vem de caranáiba, que veio de caraná, do tupi karaná, madeira cheia de escamas, áspera e arranhento por conta da camada de espinhos que cobre a parte inferior do caule. Essa palmeira se destaca por todos os seus produtos que formam uma importante cadeia produtiva renovável é fonte geradora de emprego e renda para comunidades que residem no semiárido nordestino, região que pode ser explorada economicamente durante o período seco, que se estende de julho a dezembro. Este ecossistema possui fauna e flora formadas por vasta biodiversidade de vegetação composta por espécies lenhosas, herbáceas, cactos e bromélias envolvendo cerca 932 espécies de plantas, sendo que algumas espécies só ocorrem na Caatinga.<sup>53,54</sup>

Da carnaubeira tudo se aproveita, por exemplo, da parte externa das folhas, cortadas e secas, é extraída em abundância uma cera sob forma de pó em cerca de 100 g

por uma árvore em um ano. O pó é usado como matéria-prima básica e purificada por fusão, filtração simples ou centrifugação. Os frutos roxos da carnaubeira são bem aproveitados para alimentar animais de criação, mas os frutos verdes quando fervidos em água se tornam moles e pode ser misturado com leite quente servem de alimento.<sup>55</sup> A polpa serve para a produção de farinha e extração de um líquido leitoso. A semente também pode ser usada torrada e moída em substituição ao pó de café. As folhas servem para fazer telhados de casas e as fibras viram sacos, cestos, redes.<sup>56</sup> As raízes têm uso medicinal como diurético.

É uma palmeira nativa do Brasil adaptada ao clima seco da Caatinga, solos arenosos e alagadiços, várzeas e margens dos rios de regiões de clima quente.<sup>57</sup> Embora ela cresça em outros países de clima tropical é no Brasil que se mantém um cultivo para fins econômicos e, portanto, o único país produtor da cera de carnaúba em escala comercial. A produção da cera está concentrada na Região Nordeste, tendo o Estado do Piauí como principal produtor, seguido do Ceará, Maranhão e Rio Grande do Norte. A população nordestina considera carnaubeira como “Árvore da Vida” devido não só a cera produzida, mas também uma infinidade de usos econômicos.<sup>57,58</sup> A importância e a beleza dessa palmeira chamaram a atenção de poetas, naturalistas e viajantes que vieram ao Brasil.<sup>59</sup> Manuel Arruda da Câmara (1752-1810) foi um médico naturalista e o primeiro brasileiro a relatar a carnaubeira ao percorrer as capitânicas do Norte para registrar a natureza e as formas de produzir e utilizar os recursos naturais.<sup>60</sup> Relatou ao governador de Pernambuco: “*mas neste tempo não estava eu tão persuadido, como hoje, da grande utilidade, que este produto pode dar no uso civil e só o propus como objeto curioso de química*”.<sup>61</sup>

Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769-1859) vendo a palmeira murichi (muriti, miriti, biriti ou buriti) nas planícies Rio Orenoco, na Venezuela, chamou-a de “árvore da vida” pela multiplicidade do seu uso entre os indígenas e mestiços. Em 1837, Jean Ferdinand Denis disse que “*A carnabuba é uma daquelas arvores da vida, como diz o senhor Humboldt ao falar do murichi, uma daquelas palmeiras a que se pode anexar toda a existência de uma aldeia, principalmente em um país árido. Graças à solidez de sua madeira e ao arranjo de sua folhagem, pode-se construir uma cabana comum apenas com carnaúbas, sendo necessário o uso de outros materiais além de um pouco de terra para formar as paredes. Os folhetos, dispostos em leque, são usados para fazer uma série de pequenos itens, como esteiras, chapéus, cestos, cestos; e, além disso, grandes bovinos podem se alimentar deles. Durante os períodos de seca extrema, os animais também recebem o coração da árvore quando ela é jovem e podem se contentar com ele na ausência de outro alimento*”.<sup>62</sup> Foi dessa passagem do livro de Ferdinand Denis que se espalhou-se a fama de que Humboldt denominara a carnaúba como “árvore da vida”. Em realidade Humboldt nunca chegou a ver uma carnaúba em dias de sua vida.<sup>61</sup>

O farmacêutico e naturalista alemão Theodor Peckolt (1822-1912)<sup>63</sup> em sua obra que relata as plantas medicinais úteis do Brasil fez a observação sobre a carnaubeira: “*Este vegetal resiste tanto as grandes inundações como às mais rigorosas secas. Na Província do Ceará, que é quase sempre flagelada pela seca, desaparecendo os campos verdejantes e até as matas espessas, as florestas de carnaubeiras são as únicas que se conservam em seu belo estado*”.<sup>55</sup> A seguir na mesma obra comentou “*As folhas da palmeira, além de fornecerem cera, servem para cobrir casas, para o fabrico de cestos, leques, chapéus, esteiras, vassouras, papel, etc*”.<sup>55</sup>

O naturalista M. A. de Macedo foi o primeiro a escrever com mais detalhes sobre a carnaúba. Em seu livro logo no início faz uma observação que demonstra o quanto essa palmeira impressionava que com ela se encontrasse e percebesse a sua importância para a população local: “*Carnaúba é, de todas as plantas úteis, aquela que é chamada a prestar mais serviços ao homem. No entanto, essa árvore ainda é pouco conhecida fora das regiões onde se origina. Proponho-me, portanto, dar uma breve ideia de algumas das vantagens que já derivamos desta notável palmeira*”.<sup>64</sup>

O botânico português Manuel Pio Corrêa (1844-1934) e naturalista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro escreveu uma vasta obra em seis volumes chamada de “Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas”. Nessa obra ele traça muitos detalhes sobre plantas úteis do Brasil e, não poderia falta a carnaubeira, onde ressalta a importância da palmeira em diversas áreas, como tratamento de doenças, e destaca o valor econômico da cera de carnaúba para exportação. Em destaque o trecho: “*Entre as numerosíssimas espécies indígenas desta nobre família, a magestosa e elegante CANAHUBEIRA ocupa um dos primeiros lugares pela variedade dos produtos que fornece no homem, entre estes a <cera de carnahuba> que, antes do petróleo, alumiu o Brasil inteiro durante dezenas de anos e que depois passou a servir às artes e às ciencias, ao mesmo tempo que, anualmente, incorpora a economia nacional alguns milhares de contos de reis correspondentes ao valor da sua exportação*”.<sup>65</sup>

Como toda cera epicuticular a principal função é melhorar a adaptação da planta às condições climáticas e nesse caso para adaptação as regiões secas do Nordeste, pois esse material ceroso evita a perda excessiva de água, mantendo o balanço hídrico da planta. A cera de carnaúba é o exsudato cuticular de maior ocorrência e abundância de produção no reino vegetal nas partes aéreas da carnaubeira.<sup>66</sup> Os seus principais atrativos como cera natural e comercial são a dureza, estabilidade, ponto de fusão (78-85 °C) e atividade biológicas, devido a sua composição de ésteres alifáticos e diésteres de ácido cinâmico. Esta é a cera vegetal mais importante do ponto de vista econômico e com muitas possíveis aplicações e como possibilidade de novos desenvolvimentos. É o material ceroso natural mais duro e de maior ponto de fusão dentre as ceras naturais. Sua baixa

solubilidade é devido aos ésteres alifáticos e diésteres de ácido cinâmico, pois esses componentes são relativamente inertes e estáveis, ou seja, características físico-químicas importantes para diversas aplicações.

Devido a estabilidade e ser toxicologicamente inerte a cera de carnaúba tem sido amplamente utilizada em alimentos e produtos farmacêuticos, com autorização de órgãos de vigilância sanitárias, como a ANVISA, FDA (Food and Drug Administration), FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e pelas agências reguladoras da União Europeia (European Food Safety Authority). A ANVISA permite seu uso como agente de glaceamento de frutas (limão,<sup>67</sup> maçã,<sup>68</sup> ameixa,<sup>69</sup> maracujá,<sup>70</sup> manga<sup>71</sup>) e legumes e embalagens de alimentos. Em termos de formulações alimentícias agente de volume, regulador de acidez, transportador e anti-aglomerante no tratamento de superfície. A cera pode estar presente em outras formulações de uso geral, como de pasta de óleo, revestimento brilhante, revestimento de papel<sup>72</sup> e como componente de tintas de impressão térmica, discos de vinil, vernizes, lacres, ceras polidoras, ceras para assoalho, atuando ainda como agente impermeabilizante, em embalagens, isolante em materiais elétricos, microencapsulação de sabores (flavors), na preparação de filmes comestíveis e super hidrofóbicos e em embalagens biodegradáveis e como matéria-prima do fabrico de velas.<sup>73</sup> Em produtos para o cabelo, a cera de carnaúba confere estabilidade e em emulsões A/O, é usado como estabilizador e modificador de viscosidade. Em outras formulações a composição da cera de carnaúba entra parcialmente na emulsão, pois a cera pura é muito dura e impossível de utilização na forma pura (Figura 3). Para a indústria automobilística a cera de carnaúba é ideal para revestimento da superfície, pois repele a água, tem alta durabilidade (3-8 semanas), proteger a pintura e entrega alto poder de brilho.

Essa cera também é usada como desmoldante ou agente para moldagem<sup>74</sup> de pães em geral, biscoitos e com ou sem recheio, com ou sem revestimento, confeitaria, bolos, doces e massas, pronto para consumo ou pré-embalado, massas de bolos, pastéis e confeitaria. Atualmente, pesquisadores de toda parte do mundo buscam novas aplicações para esta cera e novos produtos com novas tecnologias para melhorar as existentes, e por isso, muitas das pesquisas se concentram no uso desta cera na conservação e processamento de alimentos.<sup>73</sup> Por exemplo, o encapsulamento de produtos com diversos produtos químicos, incluindo cera de carnaúba sob a forma de micropartículas, é um processo para construir uma barreira de proteção entre os produtos alimentícios, medicamentos e cosméticos.<sup>75</sup>

As características químicas da cera de carnaúba indicam que se trata de uma mistura complexa de produtos com proporções variadas.<sup>76</sup> Ela contém principalmente ésteres graxos com ácidos graxos de cadeia variando entre C18-C30 (80-85%), álcoois graxos livres com cadeias de 30-34 átomos de carbono (10-15%), ácidos graxos livres (3-6%) e hidrocarbonetos (1-3%). Uma característica interessante dessa cera é a presença dióis graxos esterificados (10-20%), ácidos graxos hidroxilados (6%), ácido cinâmico (10%) e outros minoritários (triterpenos, ester de triterpenos, esteroides) (Figura 4).<sup>77</sup> A cera amarela tipo 1 tem constituintes que variam, mas dentro por uma variedade de técnicas convencionais mostraram que a composição é: hidrocarboneto 0,3-1%, ésteres alifáticos 38-40%, álcoois mono-hídricos 10-12%, ésteres  $\omega$ -hidroxialifáticos 12-14%, *p*-metoxicinamia diésteres alifáticos 5-7%, diésteres *p*-hidroxicinâmicos alifáticos 20-23%, um tipo de triterpeno não combinado diol 0,4% e ácidos não combinados e outros constituintes desconhecidos 5-7%.<sup>78</sup> A capacidade antioxidante da cera é devido ao ácido fenólico na forma livre poder ser hidroxilado ou metoxilado. É importante

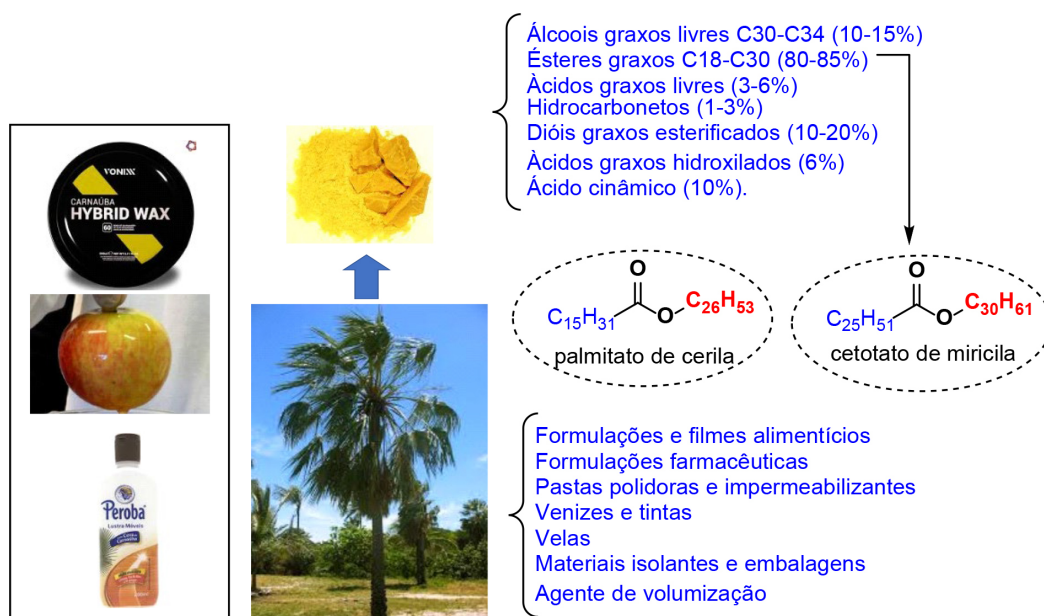


Figura 4. Produtos, usos e composição da cera de carnaúba



destacar que na mistura da cera de carnaúba o conteúdo de hidrocarbonetos é significativamente baixo quando comparado com outras ceras naturais.

Outro aspecto que deve ser ressaltado da cera de carnaúba são suas atividades biológicas. Ela tem uma composição química variada, mas nessa composição existem muitas substâncias aromáticas e triterpenos que são capazes de conferir atividades antioxidantes,<sup>79</sup> antiptotozoárias,<sup>80</sup> antifúngicas.<sup>81</sup> Então, a fabricação de alimentos, produtos farmacêuticos e cosméticos vão se beneficiar das propriedades biológicas dessas substâncias e, portanto, não é de se estranhar que os nordestinos já conheçam essas propriedades curativas. Que substâncias aromáticas são essas que apresentam essas atividades biológicas? São ésteres cinâmicos de três classes: 4-hidróxicinâmico, ácido 4-metoxicinâmico e diésteres do ácido cinâmico (Figura 5 onde  $x + y = 58$ ) com álcoois mono e poli-hídricos e ácidos  $\omega$ -hidroxicarboxílicos.<sup>82</sup> Os compostos fenólicos e polifenólicos tem capacidade antioxidante que diminui o dano celular indutor do estresse oxidativo que por sua vez está associado a patologias raves, como doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, cânceres, diabetes, hipertensão, pré-eclâmpsia, aterosclerose, insuficiência renal aguda, doenças de Alzheimer e Parkinson.<sup>83</sup> A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos estão associadas ao seu alto potencial redox. Os derivados do ácido cinâmico (ácidos trans-fenil-3-propenóico) são ácidos orgânico que ocorre naturalmente em muitas nas plantas que além das baixas toxicidades eles têm amplo espectro de atividades biológicas.<sup>84</sup> Os derivados de ácido cinâmico mais comuns em plantas são os ácidos cinâmico, *p*-cumárico, caféico e clorogênico.<sup>85</sup>

De acordo com a empresa Grand View Research especializada em pesquisa de mercado de produto em escala mundial, o tamanho do mercado global de cera de carnaúba foi de US \$ 246,0 milhões em 2015 e deve crescer significativamente nos próximos oito anos devido ao uso crescente em produtos de confeitaria. Espera-se que o aumento dessa demanda se deva para uso em produtos de confeitaria como geleias, gomas de mascar, agentes glaciantes para alimentos e produtos cosméticos, principalmente na Ásia-Pacífico.<sup>86</sup>

## 6. Cera do Licurizeiro

O licurizeiro (*Syagrus coronata* Becc) é uma outra

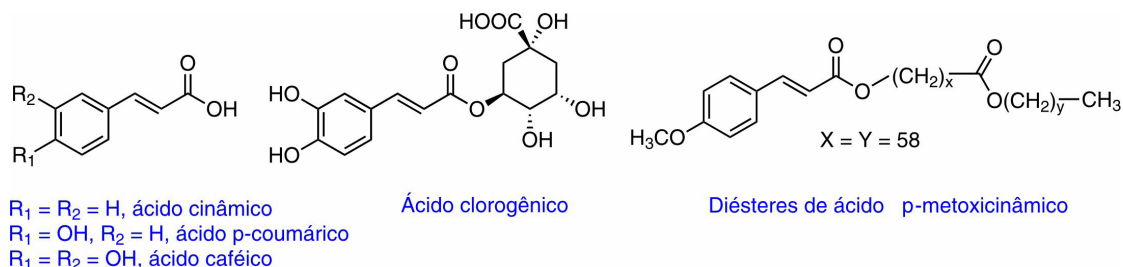


Figura 5. Substâncias fenólicas presentes na cera de carnaúba

palmeira que se pode aproveitar tudo, pois produz muitos produtos e materiais estruturais, além de uma cera em suas folhas que é muito interessante. Essa palmeira chamada de licuri ou Ouricuri é da mesma família botânica *Arecaceae*, ou seja, da mesma família da carnaubeira. É uma planta adaptada ao habitat seco e que pode sobreviver com quantidades de água reduzidas (xerófila). Sua altura é mediana e pode ser encontrada na bioma da Caatinga, que são regiões secas e áridas, predominante no norte de Minas Gerais, nas caatingas baianas e o sul de Pernambuco, Sergipe e Alagoas.<sup>87</sup> O licurizeiro continua sendo importante para a subsistência do população dessas áreas produzindo muitos produtos importantes, como por exemplo, seu fruto chamado de licuri é ótima fonte nutricional altamente calórico, mas que contém outros nutrientes importantes como cobre, ferro, manganês, zinco, cálcio e magnésio. Ele também serve para alimentação do gado, aves e outros animais; a polpa do fruto e as amêndoas são consumidas in natura e utilizadas para diversos produtos culinários; o óleo incolor da amêndoa é constituído em sua maioria de lipídeos saturados de cadeias curtas<sup>88</sup> entre C8-C12 (C8:0 caprílico 24,68%, C10:0 cáprico 13,94% e C12:0 láurico 36,43%) e, também, pode ser usado na culinária pois são gorduras saturadas de fácil digestão. Tem baixa acidez e alta estabilidade a oxidação e rancificação. Essa composição é similar à do óleo de coco, com diversas propriedades úteis em cosméticos.<sup>89,90</sup> Como o óleo de licuri é muito semelhante ao óleo de coco e significativamente mais barato, pode ser uma grande vantagem de mercado, pois o mercado do óleo de coco é estimado em mais de US \$ 1,4 bilhão anualmente.<sup>91</sup>

Do óleo de licuri pode ser produzido sabão em pó, detergente, lubrificantes, sabão em barra e sabonetes finos. Esse óleo também foi estudado como alternativa para produção de biodiesel e se mostrou uma alternativa viável do ponto de vista físico-químico, mas não econômico.<sup>92</sup> Das suas folhas, são confeccionados sacolas, chapéus, vassouras, espanadores e também pode ser extraída uma cera, que apesar de não representar muito na produção de ceras no Nordeste, tem boa qualidade, e pode ser utilizada na fabricação de graxa para sapatos, móveis e pintura de automóveis, semelhantes à cera de carnaúba.<sup>93</sup> Há relatos que a cera de licuri foi usada no acabamento de bombardeios e aviões de combate por causa das superfícies altamente polidas e que são resistentes ao atrito do ar e à umidade.<sup>1,94</sup>

A cera epicuticular da folha da palmeira licuri funde entre 81-84 °C, valor bem próximo do ponto de fusão da

cera de carnaúba. Essa cera é usada como substituta mais barata da cera de carnaúba, em aplicações que não requerem uma cera de cor clara, como em tintas de papel carbono, lubrificantes desmoldantes e polidores. A cera do licuri foi estudada por microscopia de luz, microscopia eletrônica de varredura e microscopia eletrônica de transmissão.<sup>95</sup> Esse estudo revelou que a cera adere na forma de uma camada fina amorfa, flexível, semelhante a um verniz protetor da folha. A produção de cera chega 9 toneladas por ano, valor muito inferior a produção de outras ceras. A cera contém alto teor de resina e, por isso, é considerada inferior. A cera refinada é composta de ácidos graxos entre C8-20 e ésteres de ácidos graxos na faixa 75-85%. A cera de licuri tem um odor perfumado, semelhante ao da carnaúba, mas não tão perfumado. Quando pulverizada, a cera produz uma cor amarelo-laranja com uma solução de 10 a 20% de NaOH, ou uma coloração vermelha com uma solução de 25% de KOH. Esse efeito de solução de base hidroxilada não é observada na cera de carnaúba. A cera contém cerotato miricila (Figura 6), ácido cerótico livre e seus homólogos superiores, resinas ácidas, resinóis, hidrocarbonetos álcool miricílico (ou miricilol) e uma quantidade muito pequena de matéria mineral.<sup>96</sup> Ela é usada em muitos produtos como cosméticos, papel carbono, cera para depilação, pastas de polimento, tintas e velas.

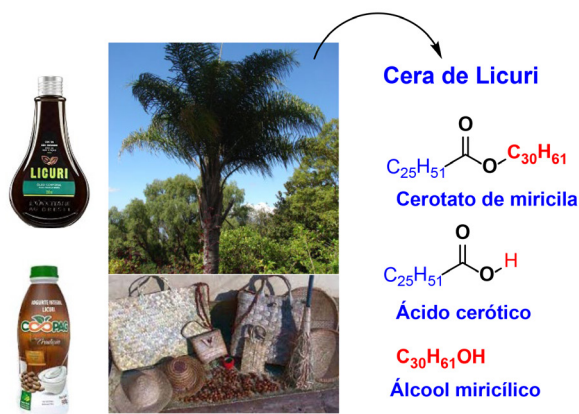


Figura 6. Produtos derivados do licuzeiro

## 7. A Cera de Candelila

Alguns arbustos e ervas selvagem são uma das fontes econômicas importantes para as ceras vegetais naturais. A planta suculenta conhecida como candelila produz a cera candelila (INS 902) como revestimento das folhas dos arbustos *Euphorbia antisiphilitica* Zuccarini e *E. cerifera* nativas do México e produzida nas áreas secas dos estados mexicanos de Coahuila e Nuevo Leon, dentre outros. Essa cera tem sido extraída das áreas naturais desde 1909 e isso quase levou a extinção da planta nativa da candelila. O Estado Norte Americano do Texas também cultiva os arbustos candelila e extrai sua cera. Ela é facilmente extraída da planta com água acidificada (0,2% ácido sulfúrico)

ferverdo todo arbusto. A cera insolúvel começa a flutuar que então é removida da superfície e descolorada com carvão ativo. Essa cera tem excelente qualidade e produzida em quantidade suficiente para torná-la comercialmente valiosa. É provavelmente a cera substituta comercial<sup>97</sup> mais próximo da cera de abelha para as formulações alimentícias e farmacêuticas devido as suas propriedades químicas, térmicas, reológicas, estruturais e biológicas.

O mercado global de cera de candelila no ano de 2020 foi de US\$ 372 milhões. De acordo com as previsões da empresa Research and Markets para 2020-2027, o mercado da cera de candelila está estimado crescer US\$ 629,6 milhões, numa taxa anual de 7,8% no período de análise devido ao crescimento dos produtos de panificação e confeitaria.<sup>98</sup>

O sólido amorfo tem cor amarela intensa, cheiro muito agradável, insolúvel em água, solúvel em solventes orgânicos, dura e quebradiça e está disponível em flocos e grânulos. A cera de candelila confere brilho e dureza aos produtos cosméticos e alimentícios, além de possuir alta capacidade de aglutinação para ajustar a viscosidade das emulsões A/O sendo menos pegajosa do que a cera de abelha. O ponto de fusão da cera varia entre 68-73 °C, o índice de saponificação que mede a quantidade de base necessária para saponificar uma gordura está entre 43-65 e o baixo índice de acidez que mede o grau de insaturação (entre 12-22).

Os principais componentes da cera de candelila são hidrocarbonetos (até 42-45% cadeias entre C29 - C33), ésteres graxos de cadeia longa e apenas 28-39% ácidos resinosos (8%), lactonas (6%) e álcoois resinosos (7-9%) e ésteres triterpenóides (12-14%).<sup>99,100</sup> As aplicações da cera de candelila são bastante diversificadas. Os camponeses mexicanos empregavam a cera misturada com parafina para uso em velas e diziam que queimava como uma luz brilhante e odor agradável.<sup>101</sup> Essa cera pode formar organogéis estáveis quando adicionado ao óleo de soja<sup>102</sup> e ao óleo girassol.<sup>103</sup> A cera de candelila é usada no batom por causa de suas propriedades de brilho de óleo, na goma de mascar devido a sua capacidade de aglutinação e dureza, lustra-sapatos e móveis. Outra aplicação importante de ceras é em cremes capilares, que são emulsões A/O ou O/A que proporcionam manutenção da forma e alto brilho do cabelo. Tanto a cera de carnaúba quanto a cera de candelila são aplicadas no reparo da barreira e em tratamentos terapêuticos para reduzir a TEWL (*transepidermal water loss*) e promover a função de barreira da pele.<sup>104</sup> Também podem ser usadas como filmes comestíveis de frutas formulados com a cera de candelila com aditivos da babosa (*Aloe vera*, 4%), ácido elágico (0,01%) e ácido gálico (0,01%), sendo capaz de evitar mudança de cor e a qualidade de frutas processadas e armazenadas.<sup>105</sup>

## 8. A Cera de Girassol

A cera de girassol é obtida diretamente do óleo de girassol extraído do vegetal *Helianthus annuus* pelo

processo de cristalização fracionada (winterization). Ela está localizada principalmente na casca das sementes em concentrações de até 3% dependendo do híbrido e da origem da semente, que são extraídas com o óleo em quantidades que dependem da extensão do descascamento e do método de extração, seja por prensagem ou extração por solvente. O conteúdo da cera no óleo pode variar entre 600–3500 ppm, sendo a maior dentre as sementes oleaginosas avaliadas. Ela tem uma cor amarelo pálido e está disponível em contas, grânulos ou pedaços, com faixa de fusão variando de 74-80 °C. Essa cera de girassol tem diversas aplicações nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas, devido a sua alta capacidade de aglutinação em produtos à base de óleo estabilizando emulsões A/O em formulações cosméticas e, portanto, pode ser utilizada com agente de aglutinação em organogéis. Essa cera tem a capacidade de engrossar as formulações conferindo uma emulsão com estrutura rígida, mas com a capacidade de formação de filme e de lubrificação. Ela confere brilho e dureza em produto para os cabelos, batom, protetores labiais, máscaras, filme para estabilização de frutas e giz de cera.<sup>106-108</sup> A cera de girassol consiste basicamente de ésteres saturados de ácidos graxos de cadeia longa (cerca de 70% de C20-C22) e álcoois graxos de cadeia longa (C22-29) e hidrocarbonetos de cadeia longa (cerca 30%),<sup>109</sup> mas estes valores dependem do tipo de processo de extração da cera.<sup>110,111</sup> Há consenso de que os principais ácidos graxos nas ceras cristalinas são 20:0, 22:0 e 24:0 e que os álcoois principais são 22:0, 24:0 e 26:0.<sup>108</sup>

O cultivo do girassol é realizado em escala global e, portanto, o óleo de sua semente tem grande disponibilidade no mercado. Consequentemente, a cera é produzida em escala menor, mas ainda assim com grande disponibilidade. Espera-se que o mercado dessa cera cresça com o mercado do óleo, assim como as aplicações crescentes na produção de cosméticos orgânicos e veganos, indústria de alimentos, bebidas e na fabricação de velas.

## 9. Óleo Jojoba: a cera líquida

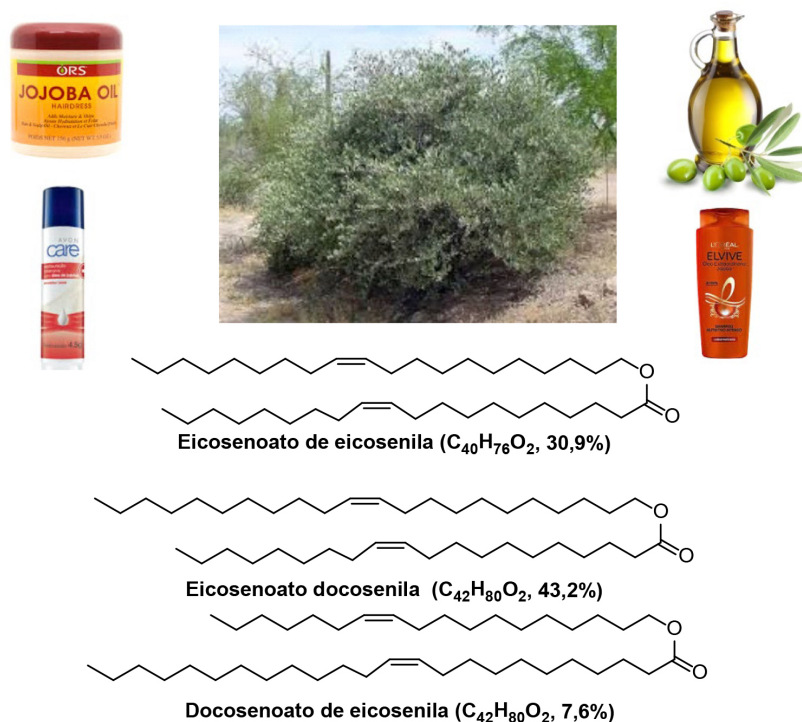
O óleo de jojoba difere de todos os outros óleos de sementes devido a ausência quase completa de triglicerídios. É um óleo bastante insaturado o que o torna mais uma cera líquida do que um óleo ou uma gordura vegetal. O óleo de jojoba é conhecido como cera líquida, não pela sua consistência ou elevado ponto de fusão, mas devido a sua composição e por ser líquida à temperatura ambiente; composição parecida com a cera. Esse óleo é obtido por prensagem das nozes verdes do arbusto *Simmondsia chinensis* que contém 50-60% de um óleo incolor e inodoro composto principalmente por monoésteres de cadeia linear dos álcoois e ácidos C20 e C22 com duas ligações duplas. Essa planta ocorre nos desertos Mojave e Sonora do México e EUA (Novo México, Arizona, Califórnia) e seu óleo há muito tempo era usado pelos índios para fins de restaurar cabelos, tratamentos medicinais (doenças inflamatórias),

culinários e rituais. Os grãos são colhidos manualmente, pois o arbusto é baixo (Figura 6), as cascas são retiradas e as sementes são prensadas a frio para a extração do óleo vegetal de baixa acidez (<2%) e índice iodo é 82 que indica que esse óleo é bastante insaturado. Porém, esse método de extração tem baixo rendimento produtivo, é relativamente difícil de se obter e apresenta baixa qualidade. O líquido tem alta estabilidade oxidativa, não rancifica facilmente mesmo após aquecimento a 285 °C por 4 dias,<sup>112</sup> melhora a absorção de fármacos e óleos essenciais, excelente emoliência e hidratação, sendo eficaz para o cabelo e pele, repondo o que é perdido e restaurando o equilíbrio natural. O óleo de jojoba reduz rugas, trata psoríase, acne e neurodermatite, traz a pele de volta à sua vitalidade normal e brilho saudável, além de ser usado como aditivo em lubrificantes. É muito utilizada em aplicações cosméticas como sabonetes, xampus, cremes para a pele e protetores solares.

Trata-se de uma mistura bastante complexa de muitos ésteres graxos insaturados de ácidos graxos com uma ou duas insaturações de estereoquímica cis na cadeia com alto peso molecular (C40-C44) na proporção de 80 a 90% (Figura 7). Os ésteres principais são: eicosenoato de eicosenila (C<sub>40</sub>, 30,9%), eicosenoate de docosenila (C-42, 43,2%), docosenoato de eicosenila (C-42, 7,6%) e eicosenoate tetracosenila (C-44, 6,2%).<sup>113</sup> Apresenta baixíssima quantidade de triglicerídios. É rico em nutrientes como o cobre, zinco, silício, iodo e ceramidas (alfa-tocoferol). Além desses ésteres, o óleo de jojoba é composto por vitaminas A, B1, B2, E e ácido mirístico, que são bons excelentes para o tratamento de diversos problemas na pele.

O óleo de jojoba quando incorporado a formulações alimentícias é pouco digerido, pois é pouco hidrolisado pelas lipases pancreáticas (cerca de 40%) e, portanto, introduz um menor valor calórico em termos de nutrição. Devido à alta estabilidade química do óleo, ele pode ser usado em frituras e contribuir significativamente para melhorar a vida útil de produtos alimentícios fritos.<sup>114</sup> Em termos de atividade biológicas, o óleo diminui os efeitos da psoríase e possui propriedades anti-inflamatórias,<sup>115</sup> antimicrobianas<sup>116</sup> e antifúngicas.<sup>117</sup> Existem muitas evidências que relatam pesquisas sobre o uso de óleo de jojoba puro como um remédio para acne, pele seca e inúmeras outras doenças de pele,<sup>118</sup> além de acelerar o tratamento e a cicatrização de queimaduras. Muito útil para o tratamento de caspa e seborreia no couro cabeludo.<sup>119</sup> Estudos mostram também que o óleo de jojoba acelera a regeneração cutânea em ferimentos, marcas de cicatrizes e queimaduras e também em peles irritadas causadas por lâminas de barbear.<sup>120</sup>

Produzido em todos os continentes, o óleo de Jojoba é produzido principalmente por produtores de Desert Whale, La Ronna Jojoba, Purcell Jojoba, Eco Oil Argentina, Provital Group e Jojoba Israel. A empresa de pesquisa de mercado Grand View Research estimou que o tamanho do mercado global de óleo de jojoba era de US\$ 133,2 milhões em 2019 e deve crescer numa taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 8,4% entre 2020 a 2027. Essa demanda está



**Figura 7.** Aplicações e o principais ésteres graxos do óleo de jojoba

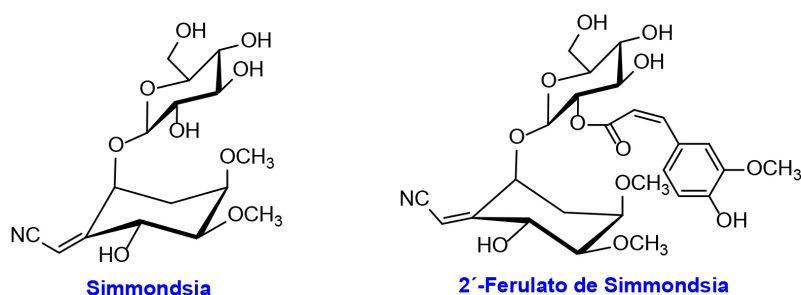
relacionada ao consumo de produtos de cuidados pessoais e cosméticos, como xampus, condicionadores, frutas secas e hidratantes utilizando óleos obtidos pelo método prensado a frio e refinado. É importante ressaltar que produção é ecológica, simples, utiliza apenas ingredientes de origem natural e retém as propriedades originais, incluindo seu sabor, fragrância e valor nutricional,<sup>121,122</sup> em oposição ao processo de produção mecanizada desde a extração para se obter óleo livre de contaminantes e de alta pureza. O bagaço resultante da extração do óleo ainda tem valor nutricional e outros produtos químicos, como os glicosídeos simmondsina e 2'-ferulato de simmondsina que foram isolados e apresentaram atividades inseticida e antifúngica (Figura 8).<sup>123-125</sup>

Outros produtos comerciais que apresentam composições químicas diferentes podem ser obtidos a partir do óleo de jojoba. As ligações duplas das cadeias dos ésteres do óleo de jojoba podem ser facilmente hidrogenadas produzindo uma cera branca com alto ponto de fusão e propriedades competitivas com as ceras de abelha, carnaúba e candelila.<sup>126</sup>

Essa cera sólida de jojoba hidrogenada pode usada em polidores, velas e revestimentos. O ponto de fusão aumenta, pois com a hidrogenação das cadeias elas ficam lineares e com maiores interações de van der Waals.

## 10. A Cera de Lanolina da Ovelha

A lanolina é outro material ceroso que foi usado pela humanidade desde quando os homens passaram pela revolução agrícola e domesticaram animais. Há evidências que os egípcios já utilizavam essa cera como um ingrediente para diversos produtos. Ela era extraída da lã da ovelha (*Ovis aries* Linne da família Bovidae), substância “gordurosa” exsudada pelas glândulas sebáceas desses animais. Embora pareça ser uma gordura ou graxa, pois se funde entre 36 a 42 °C, a sua composição química pertence a classe das ceras, pois consiste de ésteres graxos de alto peso molecular que não se rançificam durante o armazenamento. A lanolina tem alto índice de saponificação entre 100 a 110 e o



**Figura 8.** Estruturas dos glicosídeos simmondsina e 2'-ferulato de simmondsina

índice de iodo de 15 a 30, indicando que essa cera tem baixa insaturação. Deve-se ressaltar que ela não contém triglicerídeos.

A função dele para as ovelhas é ser um lubrificante natural para proteger a lã e as ovelhas dos efeitos das intempéries com sol, vento, frio e chuva. Esse material gorduroso que se acumula na lã corresponde de 10-25% do peso da lã tosada.<sup>127,128</sup> Existe quatro métodos para extrair a lanolina da lã bruta: a) remoção por extração, filtração e evaporação com solvente; b) limpeza da lã com sabão e álcali e a recuperação da gordura da lã por centrifugação, c) quebra com solução ácida e d) extração com centrífuga para separar o óleo ou extração com solvente. Após extraída se torna uma massa amarelo-âmbar, untuosa, com odor característico do animal, insolúvel em água que se mistura sem separação com o dobro do seu peso de água. É mais solúvel em álcool quente e livremente solúvel em éter e clorofórmio. Essa cera é muito utilizada como veículo hidrofóbico emoliente em produtos cosméticos e farmacêuticos tópicos de cremes e pomadas de água em óleo, pois confere suavidade e maciez à pele. Penetram facilmente na pele facilitando a absorção dos medicamentos. Produtos contendo lanolina é excelente para quem tem pele seca, e não muito boa para quem tem pele oleosa ou com erupções cutâneas. Como absorve o seu próprio peso em água, é extremamente útil para emulsões, como condicionador para pele, cremes hidratantes, batons, brilhos, sabonetes, xampus, amaciantes de roupas, protetores solares, lubrificantes, preventivo de ferrugem, condicionador de cabelo, tratamentos de fibras, lustra-móveis, couro, papel, tintas de impressão, graxa para calçados, acabamentos têxteis. Essa interação com água é uma propriedade muito útil como estabilizador de emulsão e agente doador de viscosidade. Como é uma cera natural de composição complexa, é importante destacar que mesmo assim há uma baixa incidência de reações alérgicas, mas alguns autores associam esse efeito ao conteúdo de pesticidas como

piretróides amplamente usados em ovelhas para o controle de ectoparasitas.<sup>129</sup> A alergia à lanolina é um mito criado, pois ninguém conseguiu sensibilizar animais ou humanos para álcoois de lanolina ou cera de lã.<sup>130</sup>

A lanolina contém ésteres graxos (14-24%), álcoois livres (6-20%), esteróis e ésteres de álcool triterpeno, como colesterol (45-65%), além de alguns ácidos graxos hidroxilados.<sup>131,132</sup> As cadeias de ácidos graxos têm de 14 a 35 átomos de carbono, muitos deles com cadeias ramificadas. Um dos componentes é o colesterol esterificado com o ácido esteárico e o 7-di-hidrocolesterol (Figura 9).

A cera de lanolina tem muitos componentes químicos que podem apresentar atividades biológicas e, portanto, não é surpresa que está presente em medicamentos para cicatrização de feridas, pomadas e curativos para queimaduras e infecções cutâneas, antimicrobiano, produtos transdérmicos para administrar outros medicamentos através da pele e fitas adesivas cirúrgicas.

A partir do óleo de lanolina é possível se obter diversos derivados de lanolina através de reações de acetilação, etoxilação, propoxilação, alcoxilação e isobutilação de grupos hidroxí, bem como hidroxilação e hidogenação das ligações dupla nos ésteres de esteróis.<sup>133</sup> A hidrólise da lanolina também pode produzir álcoois de lanolina e ácidos de lanolina, que podem ser etoxilados, acetilados e hidroxilados. A remoção dos ésteres de ácido graxos produz um produto chamado Lantrol, que retém todas as propriedades desejáveis da lanolina. Várias pomadas para anestésicos locais foram preparadas com Lantrol e mostram um bom desempenho.<sup>134</sup> A hidrogenação da lanolina melhora sua estabilidade e aumenta a absorção de água e a solubilidade do óleo mineral. A hidrogenação da lanolina não é apenas uma saturação de ligações duplas, mas a reação continua bem além desse ponto. Praticamente não há ésteres na lanolina hidrogenada, como é indicado pela diminuição do valor de saponificação de 95 para aproximadamente 3 a

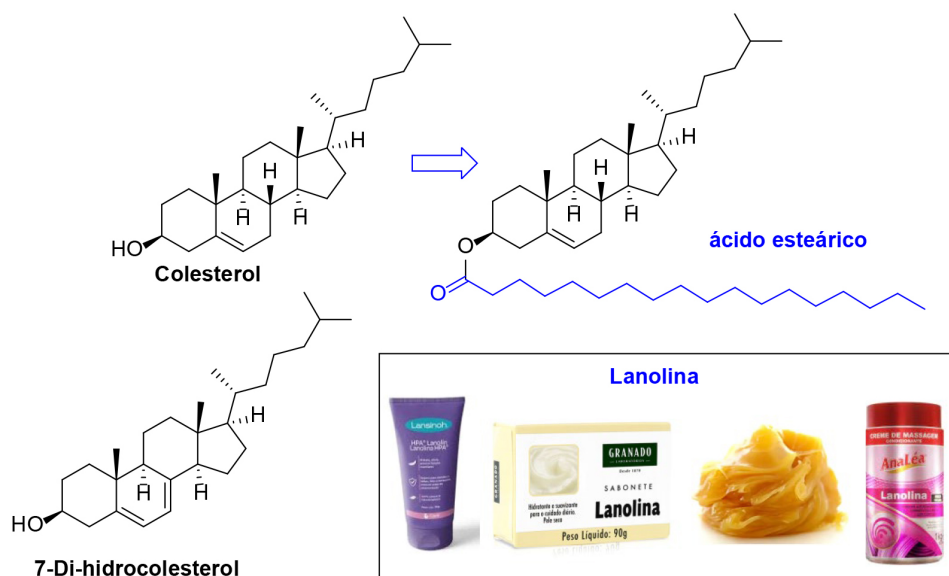


Figura 9. Alguns componentes da lanolina

4. Os ésteres da lanolina são divididos em ácidos e álcoois, os ácidos graxos são convertidos em álcoois e uma parte da os álcoois são posteriormente reduzidos a hidrocarbonetos simples.<sup>135,136</sup>

O mercado global de lanolina foi avaliado em US\$ 222 milhões em 2018 e está projetado para expandir a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 6,0% de 2019 a 2025. Esse crescimento é atribuído pela empresa de pesquisa de mercado Grand View Research<sup>137</sup> a demanda das indústrias de produtos farmacêuticos, cuidados pessoais e cosméticos e produtos para bebês. Além de cosméticos ou produtos farmacêuticos, a lanolina tem um amplo escopo de aplicações em vários setores técnicos, como lubrificantes, tintas anticorrosivas para materiais ferrosos e tratamento de couros.

## 11. As Ceras Derivadas do Petróleo

As ceras naturais de vegetais e animais contêm principalmente ésteres graxos de cadeias longas. Genericamente denominadas parafinas, as ceras são misturas de hidrocarbonetos (alcanos de cadeias longas) geralmente em uma série homóloga de alcanos, de variados comprimentos de cadeia ( $C_nH_{2n+2}$ ), e cicloalcanos. Essas misturas são sólidas ou semissólidas à temperatura ambiente e são materiais que representam uma fração significativa do petróleo, mas que também são produzidas por diversas plantas. Eles são refinados por destilação a vácuo e três tipos de ceras parafínicas são obtidas e comercializadas a partir do petróleo bruto: cera macrocristalina (ou parafina), cera microcristalina e petrolatos (ou óleo mineral, parafina líquida e vaselina). Na Tabela 1 estão destacadas a composição desses três produtos que mostram a diferença entre a nas propriedades físicas e químicas. As parafinas são insolúveis em água e solúvel em éter etílico e benzeno, e não reagem com a maioria dos reagentes químicos mais comuns, mas queimam rapidamente. Esses materiais têm três características econômicas impor-

tante: custo muito baixo, produção industrial abundante e suas composições não variam. Apesar de serem obtidas do petróleo essas ceras são consideradas naturais, mas não são derivadas de fontes renováveis. Elas são obtidas pelo processo de refino do óleo cru para a produção de outros derivados do petróleo e sua qualidade depende da qualidade do refino e da origem do petróleo. A fabricação de ceras de petróleo inclui os separação das parafinas e petrolatos dos produtos petrolíferos, retirada dos petrolatos e purificação de ceras de parafina brutas. As parafinas e petrolatos são suscetíveis a apenas algumas reações em temperaturas elevadas, como oxidação com oxigênio na presença de catalisadores metálicos, cloração, desidrogenação e craqueamento.

As parafinas macro e microcristalinas tem grande aplicabilidade no mercado em diversos produtos, incluindo farmacêuticos e alimentares. A RDC N° 122, de 19 de junho de 2001 aprova o regulamento técnico mercosul sobre parafinas em contato com alimentos.<sup>138</sup> As áreas de aplicação direta são indústria de papel, polidores, cremes, velas, em cosméticos, revestimento de queijo, processamento de carnes, preservação de frutas, fósforos, têxteis, indústria elétrica, fabricação de lápis e emulsões de cera para construção civil. Para exemplificar, destacamos a utilidade da cera de parafina para o desenvolvimento de formulações de fármacos com liberação controlada. Se o fármaco é hidrofílico é necessário o uso de um surfactante para fazer uma emulsão. Recentemente, Ouyang e colaboradores conseguir a incorporação do paracetamol em um spray de micropartículas de cera de parafina.<sup>139</sup>

Por suas propriedades de combustível as parafinas são as matérias prima essenciais na fabricação de velas comum e perfumadas, além de todos os produto de decoração baseado em parafinas. Antigamente, as velas eram feitas de gordura animal processada (sebo), cera de abelha, cera de de carnaúba, dentre outras, através de um sistema bastante simples de um barbante no centro queima inicialmente até o ponto em que derrete o sebo, permitindo que ele queime ao passar para a chama por meio do barbante poroso. Hoje,

**Tabela 1.** Tipos de ceras são obtidas a partir do petróleo.

<b>Cera macrocristalina (ou cera de parafina)</b>	São misturas complexas de hidrocarbonetos saturados de cadeias carbônicas variando de C18 a C30 e pequenas quantidades de isoalcanos e cicloalcanos, sendo a maioria delas compostas por mais de 20 átomos de carbono. O peso molecular dos componentes varia entre 250 e 450 e devido ao seu baixo ponto de fusão entre 40 e 60 °C, são obtidas por destilação. Seus cristais são em forma de placa ou agulha. Pode ser usada na fabricação de velas, ceras protetivas, fósforos, aglomerados, etc.
<b>Cera microcristalina</b>	É uma cera de menor produção que contém maior porcentagem de hidrocarbonetos normais e ramificados, além de hidrocarbonetos naftênicos. Os isoalcanos formam microcristais e a maior parte dessas ceras consiste em compostos C40-C55 obtida do resíduo remanescente da destilação. O ponto de fusão das ceras de parafina microcristalinas varia entre 60 e 90 °C. Milhões de toneladas de ceras de parafina são produzidas anualmente. São utilizados em alimentos (como goma de mascar e embalagens de queijo), em velas e cosméticos, como revestimentos antiaderentes e impermeabilizantes e em esmaltes.
<b>Petrolatos</b>	É obtido um dos derivados do petróleo cru, que, após a desparafinação (retirada da parafina) de óleos pesados, transforma-se em uma substância gelatinosa incolor ou amarelada. É usado em remédios, cosméticos e produtos para cabelos

a maioria das velas é feita de parafina, que é mais barato e queima completamente sem fuligem, além de poder ser usada para fabricar velas perfumadas.

O petrolato é um material ceroso que forma um filme fino sobre a superfície que se quer proteger, pois repele a água formando uma barreira. Quando aplicado em produtos para a pele impede a evaporação de água e, portanto, mesmo não sendo um hidratante torna a pele macia. Adicionalmente, esse filme impede a entrada de micro-organismos que possam se proliferar na pele e causar infecções. O problema que existe com esse material ceroso é a possibilidade de estar contaminado com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) oriundo do processo de refinamento do óleo, porém se refinado adequadamente esses HPAs podem ser removidos e o produto se tornar seguro.

O tamanho do mercado global de cera de parafina foi avaliado em US \$ 4,87 bilhões em 2015 devido à crescente demanda de produtos estéticos, fabricação de velas e velas aromáticas para centros de spa e massagens usando velas perfumadas para um efeito calmante. De acordo com a empresa de pesquisa de mercado Grand View Research,<sup>137</sup> o tamanho do mercado de velas para exteriores da Europa, Oriente Médio e África foi avaliado em US\$ 459,6 milhões em 2020 e deve crescer a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 3,9% de 2021 a 2028.

## 12. Conclusão

Esse artigo descreve as principais ceras naturais e algumas das suas aplicações mais relevantes. A demanda para novas aplicações das ceras vem aumentando drasticamente e todas as projeções indicam que haverá um aumento em média de 6% até 2027. É importante destacar que as ceras naturais são as grandes substitutas das ceras sintéticas e do petróleo. O cenário atual indica que a capacidade de novas e crescentes aplicações de se adaptarem aos tipos de ceras que não sejam de petróleo definirá o cenário para o futuro e a oferta e demanda das ceras naturais, uma vez que, seu crescimento está condicionado a influência de normas sociais, cultura, crenças e estilos de vida.

## Referências Bibliográficas

1. Warth, A. H.; *The chemistry and technology of waxes*, 2a. ed., Reinhold Publishing Corporation: New York, 1956.
2. Han, J.; McCarthy, E. D.; Hoeven, W. V.; Calvin, M.; Bradley, W. H.; Organic geochemical studies, ii. a preliminary report on the distribution of aliphatic hydrocarbons in algae, in bacteria, and in a recent lake sediment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **1968**, *59*, 29. [Crossref] [PubMed]
3. Wax Emulsion Market by Material Base (Synthetic, Natural), Type (PE, PP, Paraffin, Carnauba), End-use Industry (Paints & Coatings, Adhesives & Sealants, Cosmetics, Textiles), Region (APAC, North America, Europe, MEA, SA) - Global Forecast to 2024. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/wax-emulsion-market-37491323.html>>. Acesso em: 2 maio 2021.
4. Diário Oficial da União, publicado em: 04/12/2019, Edição: 234, Seção: 1, Página: 95. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-326-de-3-de-dezembro-de-2019-231272617>>. Acesso em: 2 maio 2021.
5. Won, S. M.; Koo, J.; Mickle, A. D.; Xue, Y.; Min, S.; McIlvried, L. A.; Yan, Y.; Kim, S. B.; Lee, S. M.; Kim, B. H.; Jang, H.; MacEwan, M. R.; Huang, Y.; Gereau IV, R. W.; Rogers, J. A.; Natural Wax for Transient Electronics. *Advanced Functional Materials* **2018**, *28*, 1801819. [Crossref]
6. Post-Beittmiller, D.; Biochemistry and molecular biology of wax production in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* **1996**, *47*, 405. [Crossref] [PubMed]
7. Rodríguez, M. L. G.; Alvarez, A. M. R.; Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations. *Grasas y Aceites* **2000**, *51*, 74. [Crossref]
8. Kolattukudy, P. E.; Em *The Biochemistry of Plants*; Stumpf, P. K.; Conn, E. E., eds.; Academic Press: New York, 1987, cap. 9.
9. Avato, P.; Bianchi, G.; Pogna, N.; Chemosystematics of surface lipids from maize and some related species. *Phytochemistry* **1990**, *29*, 1571. [Crossref]
10. Tinto, W. F.; Elufioye, T. O.; Roach, J.; Waxes. *Pharmacognosy* **2017**, 443. [Crossref]
11. Noleto, P. G.; e Silva, F. O. C.; Mendonça, E. P.; Sola, M. C.; Artérias da glândula uropigiana em aves (*Gallus gallus*) poedeiras da linhagem Bovans Goldline (*Gallus gallus*). *Bioscience Journal* **2009**, *25*, 106. [Link]
12. Montalti, D.; Gutiérrez, A. M.; Reboredo, G.; Salibian, A.; The chemical composition of the uropygial gland secretion of rock dove *Columba livia*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* **2005**, *140*, 275. [Crossref] [PubMed]
13. Jacob, J.; Grimmer, G.; Composition of uropygial gland waxes in relation to the classification of some passerine birds. *Biochemical Systematics and Ecology* **1975**, *3*, 267. [Crossref]
14. Kolattukudy, P. E.; Plant waxes. *Lipids* **1970**, *5*, 259. [Crossref]
15. Baumann, H.; Buhler, M.; Fochem, H.; Hirsinger, F.; Zoebelin, J.; Falbe, H.; Natural Fats and Oils-Renewable Raw Materials for the Chemical Industry. *Angewandte Chemie International Edition English*, **1988**, *27*, 41. [Crossref]
16. Edwards, V.; Kipping, P.; Jeffery, P.; Composition of Montan Wax. *Nature* **1963**, *199*, 171. [Crossref]
17. Matthies, L.; Natural montan wax and its raffinates. *European Journal of Lipid Science and Technology* **2001**, *103*, 239. [Crossref]
18. Leray, C.; Waxes. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 2006. [Crossref]
19. Doan, C. D.; To, C. M.; Vrieze, M. D.; Lynen, F.; Danthine, S.; Brown, A.; Dewettinck, K.; Patel, A. R.; Chemical profiling of the major components in natural waxes to elucidate their role in liquid oil structuring. *Food Chemistry* **2017**, *214*, 717. [Crossref] [PubMed]

20. Wang, T.; Rogers, M. A.; Biomimicry - an approach to engineering oils into solid fats. *Lipid Technology* **2015**, *27*, 175. [[Crossref](#)]
21. Hwang, H. S.; Singh, M.; Lee, S.; Properties of cookies made with natural wax-vegetable oil organogels. *Journal Food Science* **2016**, *81*, 1045. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Ghotra, B. S.; Dyal, S. D.; Narine, S. S.; Lipid shortenings: a review. *Food Research International* **2002**, *35*, 1015. [[Crossref](#)]
23. Banupriya, S.; Elango, A.; Karthikeyan, N.; Kathirvelan, C.; Physico Chemical Characteristics of Dietetic Ice Cream developed by with Sunflower Oil Rice Bran Wax Organogel. *Indian Journal of Science and Technology* **2016**, *9*, e32. [[Crossref](#)]
24. Ohlrogge, J. B.; Jaworski, J. G.; Post-Beittenmiller, D. Em *Lipid Metabolism in Plants*; Moore, T. S., ed.; CRC Press: Boca Raton, 1993, cap. 1.
25. Jaworski, J. G.; Post-Beittenmiller, D.; Ohlrogge, J. B.; Acetyl-acyl carrier protein is not a major intermediate in fatty acid biosynthesis in spinach. *European Journal of Biochemistry* **1993**, *213*, 981. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. von Wettstein-Knowles, P. M.; Elongases and epicuticular wax biosynthesis. *Plant Physiology and Biochemistry* **1982**, *20*, 797.
27. von Wettstein-Knowles, P. M.; Em *Lipid Metabolism in Plants*; Moore, T. S., ed.; CRC Press: Boca Raton, 1993, cap. 4.
28. Franich, R. A.; Goodin, S. J.; Hansen, E.; Wax esters of the New Zealand silver fern, *Cyathea dealbata*. *Phytochemistry* **1985**, *24*, 1093. [[Crossref](#)]
29. Stumpf, P. K.; Mudd, J. B.; Nes, W. D.; *The Metabolism, Structure, and Function of Plant Lipids*, Plenum Press: New York, 1986.
30. Viuda-Martos, M.; Ruiz-Navajas, Y.; Fernández-López, J.; Pérez-Álvarez, J. A. Functional Properties of Honey, Propolis, and Royal Jelly. *Journal of Food Science* **2008**, *73*, 117. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Nagai, T.; Sakai, M.; Inoue, R.; Inoue, H.; Suzuki, N.; Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food Chemistry* **2001**, *75*, 237. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Instrução Normativa N° 11, de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura. Disponível em: <[https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Mel-completo-IN-11\\_2000.pdf](https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Mel-completo-IN-11_2000.pdf)>. Acesso em: 23 julho 2021.
33. Lianda, R. L. P.; Castro, R. N.; Isolamento e identificação da morina em mel brasileiro de *Apis mellifera*. *Química Nova* **2008**, *31*, 1472. [[Crossref](#)]
34. Marcucci, M. C.; Propriedades Biológicas e Terapêuticas dos Constituintes Químicos da Própolis. *Química Nova* **1996**, *19*, 529. [[Link](#)]
35. da Silva, R. A.; Rodrigues, A. E.; Ribeiro, M. C. M.; Custódio, A. R.; Andrade, N. E. D.; Pereira, W. E.; Características físico-químicas e atividade antimicrobiana de extratos de própolis da Paraíba, Brasil; *Ciência Rural* **2006**, *36*, 1842. [[Crossref](#)]
36. Pereira, A. S.; Seixas, F. R. M. S.; Aquino Neto, F. R.; Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. *Química Nova* **2002**, *25*, 321. [[Crossref](#)]
37. Negri, G.; Marcuccia, M. C.; Salatino, A.; Salatino, M. L. F.; Comb and Propolis Waxes from Brazil (States of São Paulo and Paraná). *Journal of the Brazilian Chemical Society* **2000**, *11*, 453. [[Crossref](#)]
38. Nagai, T.; Inoue, R.; Kanamori, N.; Suzuki, N.; Nagashima, T.; Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. *Food Chemistry* **2006**, *97*, 256 [[Crossref](#)]
39. Galton, D.; Beeswax as an Import in Mediaeval England. *Bee World* **1971**, *52*, 68. [[Crossref](#)]
40. Tulloch, A. P.; Beeswax-Composition and Analysis. *Bee World* **1980**, *61*, 47. [[Crossref](#)]
41. Tulloch, A. P.; The composition of beeswax and other waxes secreted by insects. *Lipids* **1970**, *5*, 247. [[Crossref](#)]
42. Grand View Research. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/beeswax-market> acessado em 21/04/2021>. Acesso em: 23 julho 2021.
43. Bogdanov, S.; Beeswax: quality issues today. *Bee World* **2004**, *85*, 46. [[Crossref](#)]
44. Kurek-Górecka, A.; Górecki, M.; Rzepecka-Stojko, A.; Balwierz, R.; Stojko, J.; Bee Products in Dermatology and Skin Care. *Molecules* **2020**, *25*, 556. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Carol Williams. Cleaning, repairing and reconditioning wood furniture. Disponível em: <[https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1505&context=extension\\_histall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1505&context=extension_histall) acessado em 29/04/2021>. Acesso em: 23 julho 2021.
46. Fratini, F.; Cilia, G.; Turchi, B.; Felicioli, A.; Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* **2016**, *9*, 839. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. Stacey, R. J.; The composition of some Roman medicines: evidence for Pliny's Punic wax? *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **2011**, *401*, 1749. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
48. Ranjha, N. M.; Khan, H.; Naseem, S.; Encapsulation and characterization of controlled release flurbiprofen loaded microspheres using beeswax as an encapsulating agent. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* **2010**, *21*, 1621. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
49. Uner, M.; Gonullu, U.; Yener, G.; Altinkurt, T.; A new approach for preparing controlled release ketoprofen tablets by using beeswax. *Il Farmaco* **2005**, *60*, 27. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
50. Sítio da Anvisa. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0071\\_06\\_10\\_2008.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0071_06_10_2008.html)>. Acesso em: 26 abril 2021.
51. Giulietti, A. M.; Rapini, A.; de Andrade, M. J. G.; de Queiroz, L. P.; da Silva, J. M. C.; *Plantas Raras do Brasil*, Editora Universidade Estadual de Feira de Santana: Belo Horizonte, 2009.
52. da Silva, J. F. O.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Ceará, 2017.
53. Ferreira, C. S.; Nunes, J. A. R.; Gomes, R. L. F.; Manejo de corte das folhas de Copernicia prunifera (Miller) H. E. Moore no Piauí. *Revista Caatinga* **2013**, *26*, 25. [[Link](#)]
54. da Ponte, I. A.; Muthuvel, M.; Saravanabhavan, S.; Benjamin, S. R. Em *Phytochemicals in Human Health.*; Rao, V.; Mans, D.; Rao, L., eds.; Intechopen, 2020, cap. 4. [[Crossref](#)]



55. Peckolt, T.; Peckolt, G. História das plantas medicinais e úteis do Brasil, Belo Horizonte, MG: Fino Traço, 2016, p. 228. Disponível em: <[http://www.ceplamt.org.br/wp-content/uploads/2017/08/miolo\\_plantas-medicinais.pdf](http://www.ceplamt.org.br/wp-content/uploads/2017/08/miolo_plantas-medicinais.pdf)>. Acesso em: 1 maio 2021.
56. Cerratinga. Disponível em: <<http://www.cerratinga.org.br/carnauba/>>. Acesso em: 30 abril 2021.
57. de Carvalho, F. P. A.; Gomes, J. M. A. Eco-efficiency in the production of Carnauba Wax in the city of Campo Maior, Piauí, 2004. *Revista de Economia e Sociologia Rural* **2008**, *46*, 421. [Crossref]
58. Portal São Francisco. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/carnauba>>. Acesso em: 30 abril 2021.
59. Pedras, L. R. V. A paisagem em Alexander von Humboldt: o modo descritivo dos quadros da natureza. *Revista USP*, **2000**, *97*. [Crossref]
60. Chaves Jr., J. I. “As partes do Norte”: império e identidades locais em relatos da natureza de Pernambuco e Paraíba (1790-1817). *Revista do Programa de Pós-Graduação em História* **2019**, *26*, e2019007. [Crossref]
61. Cascudo, L. C.; A Carnaúba. *Revista Brasileira de Geografia* **1964**, *26*, 159. [Link]
62. Denis, J. F. Brésil. Paris: Firmin Didot Frères Editeurs, 1837, p. 276. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/4/browse?type=author&value=Denis%2C+Jean+Ferdinand%2C+1788-1890>>. Acesso em: 29 abril 2021.
63. Dos Santos, N. P. Theodoro Peckolt: a produção científica de um pioneiro da fitoquímica no Brasil. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* **2005**, *12*, 515. [Crossref] [PubMed]
64. de Macedo, M. A.; *Notice sur le palmier carnauba*, Ed. H. Plon, Paris, 1867. [Link]
65. Corrêa, M. P.; *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas*, Editora Ministério da Agricultura Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1931, vol. II.
66. Kolattukudy, P. E. Em *The Biochemistry of Plants*, Academic Press, Inc., 1980, vol. 4. [Crossref]
67. Caron, V. C.; Jacomino, A. P.; Sarantópoulos, C. I. G. L.; Miguel, A. C. A.; Carnauba wax and modified atmosphere in refrigerated preservation of ‘Tahiti’ acid limes. *Packaging Technology and Science* **2015**, *28*, 647. [Crossref]
68. Chiumarelli, M.; Hubinger, M. D.; Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch - Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples. *Food Hydrocolloids* **2012**, *28*, 59. [Crossref]
69. Kim, I.-H.; Lee, H.; Kim, J. E.; Song, K. B.; Lee, Y. S.; Chung, D. S.; Min, S. C.; Plum coatings of lemongrass oil-incorporating carnauba wax-based nanoemulsion. *Journal of Food Science*, **2013**, *78*, E1551. [Crossref] [PubMed]
70. da Mota, W. F.; Salomao, L. C. C.; Neres, C. R. L.; Mizobutsi, G. P.; Neves, L. L. M.; Use of carnauba wax and plastic film on postharvest conservation of the yellow passion fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2006**, *28*, 190. [Crossref]
71. Dang, K. T. H.; Singh, Z.; Swinny, E. E.; Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2008**, *56*, 1361. [Crossref] [PubMed]
72. Khwaldia, K.; Linder, M.; Banon, S.; Desobry, S.; Effects of mica, carnauba wax, glycerol, and sodium caseinate concentrations on water vapor barrier and mechanical properties of coated paper. *Journal of Food Science* **2006**, *70*, E192. [Crossref]
73. de Freitas, C. A. S.; de Sousa, P. H. M.; Soares, D. J.; da Silva, J. Y. G.; Benjamin, S. R.; Guedes, M. I. F.; Carnauba wax uses in food - a review. *Food Chemistry* **2019**, *291*, 38. [Crossref] [PubMed]
74. Resolução ANVISA nº 27 de 26/05/2009. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/211122-cera-de-carnauba-extensuo-do-uso-aprova-a-extensuo-do-uso-de-cera-de-carnauba-como-coadjuvante-de-tecnologia-com-a-funcao-de-lubrificante-agente-de-moldagem-ou-desmoldagem-p.html>>. Acesso em: 23 julho 2021.
75. Milanovic, J.; Levic, S.; Manojlovic, V.; Nedovic, V.; Bugarski, B.; Carnauba wax microparticles produced by melt dispersion technique. *Chemical Papers* **2011**, *65*, 213. [Crossref]
76. Cottom, W. P.; *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, Inc., 2000. [Crossref]
77. Almeida, B. C.; Araújo, B. Q.; Barros, E. D. S.; Freitas, S. D. L.; Maciel, D. S. A.; Ferreira, A. J. S.; Guadagnin, R. C.; Júnior, G. M. V.; Lago, J. H. G.; Chaves, M. H.; Dammarane triterpenoides from carnauba, *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (Arecaceae) wax. *Journal of the Brazilian Chemical Society* **2017**, *28*, 1371. [Crossref]
78. Vandenburg, L.E., Wilder, E.A.; The structural constituents of carnauba wax. *Journal of the American Oil Chemists Society* **1970**, *47*, 514-518. <https://doi.org/10.1007/BF02639240> [Crossref] [PubMed]
79. Freitas, C. A. S.; Vieira, I. G. P.; Sousa, P. H. M.; Muniz, C. R.; Gonzaga, M. L. D. C.; Guedes, M. I. F.; Carnauba wax p-methoxycinnamic diesters: Characterisation, antioxidant activity and simulated gastrointestinal digestion followed by in vitro bioaccessibility. *Food Chemistry* **2016**, *196*, 1293. [Crossref] [PubMed]
80. Almeida, B. C.; Araújo, B. Q.; Carvalho, A.; Freitas, S. D. L.; Maciel, D. S. A.; Ferreira, A. J. S.; Tempone, A. G.; Martins, L. F.; Alexandre, T. R.; Chaves, M. H.; Lago, J. H.; Antiprotozoal activity of extracts and isolated triterpenoids of ‘carnauba’ (*Copernicia prunifera*) wax from Brazil. *Pharmaceutical Biology* **2016**, *54*, 3280. [Crossref] [PubMed]
81. Andrade, L. B. S.; Julião, M. S. S.; Cruz, R. C. V.; Rodrigues, T. H. S.; Fontenelle, R. O. S.; da Silva, A. L. C.; Antioxidant and antifungal activity of carnauba wax powder extracts. *Industrial Crops and Products* **2018**, *125*, 220. [Crossref]
82. Freitas, C. A. S.; Vieira, I. G. P.; Sousa, P. H. M.; Muniz, C. R.; Gonzaga, M. L. D. C.; Guedes, M. I. F.; Carnauba wax p-methoxycinnamic diesters: Characterisation, antioxidant activity and simulated gastrointestinal digestion followed by in vitro bioaccessibility. *Food Chemistry* **2016**, *196*, 1293. [Crossref] [PubMed]
83. Toro, J.; Rodrigo, R. Em *Oxidative stress and antioxidants: Their role in human disease*; Rodrigo, R., ed.; Nova Science Publishers, Inc: New York, 2009, cap. 1.

84. Shahidi, F.; Chandrasekara, A.; Hydroxycinnamates and their in vitro and in vivo antioxidant activities. *Phytochemistry Reviews* **2010**, *9*, 147. [[Crossref](#)]
85. Sova, M.; Antioxidant and antimicrobial activities of cinnamic acid derivatives. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry* **2012**, *12*, 749. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
86. Carnauba Wax Market Analysis by Product (Type 1, Type 3, Type 4) by Application (Cosmetics, Food, Automotive, Pharmaceutical) and Segment Forecasts to 2024. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/carnauba-wax-market>>. Acesso em: 23 julho 2021.
87. Drumond, M. A.; *Licuri Syagrus coronata (Mart.) Becc.*, Embrapa Semi-Árido: Petrolina, 2007. [[Link](#)]
88. Gomes Neto, R. J.; Carvalho, A. S.; de Jesus, D. S.; Duarte, F. J. B.; Veloso, M. C. C.; *Resumos da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Fortaleza, Brasil, 2012. [[Link](#)]
89. eCycle. Saboroso e com muitos nutrientes, óleo de licuri previne doenças e tem usos cosméticos. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/2947-oleo-vegetal-licuri-coco-que-e-para-serve-cosmetico-cabelo-brilho-frizz-nutricao-pele-envelhecimento-antioxidante-rugas-hidratacao-emoliente-propriedades-beneficios.html#:~:text=Com%20tais%20propriedades%2C%20o%20%20%20%20%20%20inflama%2C%20A7%20%20%20%20%20%20%20Aplus%2C%20etc>>. Acesso em: 6 maio 2021.
90. Leal, L. B.; Sousa, G. D.; Seixas, K. B.; Souza, P. H. N. D.; Santana, D. P. D.; Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* **2013**, *49*, 167. [[Crossref](#)]
91. Alves, A. Q.; da Silva Jr., V. A.; Góes, A. J. S.; Silva, M. S.; de Oliveira, G. G.; Bastos, I. V. G. A., de Castro Neto, A. G.; Alves, A. J.; The Fatty Acid Composition of Vegetable Oils and Their Potential Use in Wound Care. *Advances in Skin & Wound Care* **2019**, *32*, 1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
92. Iha, O. K.; Alves, F. C. S. C.; Suarez, P. A. Z.; de Oliveira, M. B. F.; Meneghetti, S. M. P.; Santos, B. P. T.; Soletti, J. I.; Physicochemical properties of *Syagrus coronata* and *Acrocomia aculeata* oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products* **2014**, *62*, 318. [[Crossref](#)]
93. Santos, H. M. V.; Santos, V. J. Estudo etnobotânico do licuri *Syagrus coronata* (Martius) Beccari em Senhor do Bonfim, Bahia. **2002**. Disponível em: <<http://projeticurri.ubbihp.com.br/pages/resultados2.htm>>. Acesso em: 30 setembro 2008.
94. Schuette, H. A.; Khan, M. H.; The Hydrocarbons of Ouricuri Wax. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **1953**, *30*, 126. [[Crossref](#)]
95. Machado, R. D.; Barros, C. F.; Epidermis and epicuticular waxes of *Syagrus coronata* leaflets. *Canadian Journal of Botany* **1995**, *73*, 1947. [[Crossref](#)]
96. Machado, A. A. S.; *Bol. Ministério Agricultura* **1940**, *29*, 17 (*Chemical Abstracts* **1941**, *36*, 6824).
97. Aguirre-Joya, J. A.; Rojas, R.; Garcia-Galindo, O.; Rodríguez-Herrera, R.; Aguilar, C. N. Em *Food Process Engineering and Quality Assurance*; Mohan, C. O.; Carvajal-Millan, E.; Ravishankar, C. N.; Haghi, A. K., eds.; Apple Academic Press: Boca Raton, 2018. [[Crossref](#)]
98. Sítio Research and Markets. Disponível em: <<https://www.researchandmarkets.com/reports/5302152/candelilla-wax-global-market-trajectory-and>>. Acesso em: 8 maio 2021.
99. Fraps, G. S.; Rather, J. B. Constitution of Candelilla Wax. *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry* **1910**, *2*, 454. [[Crossref](#)]
100. Schuette, H. A.; Baldinus, J. G.; Studies on candelilla wax. I. its n-acids and n-alcohols. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **1949**, *26*, 530. [[Crossref](#)]
101. Hodge, W. H.; Sineath, H. H.; The Mexican candelilla plant and its wax. *Economic Botany* **1956**, *10*, 134. [[Crossref](#)]
102. Hwang, H.-S.; Kim, S.; Singh, M.; Winkler-Moser, J. K.; Liu, S. X.; Organogel Formation of Soybean Oil with Waxes. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **2012**, *89*, 639. [[Crossref](#)]
103. Toro-Vazquez, J. F.; Morales-Rueda, J. A.; Dibildox-Alvarado, E.; Charo-Alonso, M.; Alonzo-Macias, M.; Gonzalez-Chavez, M. M.; Thermal and textural properties of organogels developed by candelilla wax in safflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **2007**, *84*, 989. [[Crossref](#)]
104. Draelos, Z. D.; New treatments for restoring impaired epidermal barrier permeability: Skin barrier repair creams. *Clinics in Dermatology* **2012**, *30*, 345. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
105. Saucedo-Pompa, S.; Jasso-Cantu, D.; Ventura-Sobrevilla, J.; Sáenz-Galindo, A.; Rodríguez-Herrera, R.; Aguilar, C. N.; Effect of candelilla wax with natural antioxidants on the shelf life quality of fresh-cut fruits. *Journal of Food Quality* **2007**, *30*, 823. [[Crossref](#)]
106. Morrison III, W. H.; Variation in the Wax Content of Sunflower Seeds with Location and Hybrids. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **1983**, *60*, 1013. [[Crossref](#)]
107. Ayerbe, F. R.; Berbel, F. R.; A Study on the Recovery of Byproducts from the Dewaxing of Sunflower Oils of National Production. *Grasas y Aceites* **1985**, *36*, 1.
108. Dijkstra, A. J. Em *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. Martínez-Force, E.; Dunford, N. T.; Salas, J. J. AOCS Press: Urbana, 2015, cap. 9.
109. Soomro, R. K.; Sherazi, S. T. H.; Extraction and characterization of seed oil waxes by using chromatographic techniques. *International Journal of Industrial Chemistry* **2013**, *4*, 9. [[Crossref](#)]
110. Carelli, A. A.; Frizzera, L. M.; Forbito, P. R.; Crapiste, G. H. Wax composition of sunflower seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **2002**, *79*, 763. [[Crossref](#)]
111. Chalapur, M. C.; Baumler, E. R.; Carelli, A. A. Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste. *European Journal of Lipid Science and Technology* **2016**, *119*, 1500608. [[Crossref](#)]
112. Wisniak, J.; Jojoba oil and derivatives. *Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids* **1977**, *15*, 167. [[Crossref](#)]
113. Miwa, T. K.; Jojoba oil wax esters and derived fatty acids and alcohols: Gas chromatographic analyses. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **1971**, *48*, 259. [[Crossref](#)]
114. Saguy, I. S.; Shani, A.; Weinberg, P.; Garti, N.; Utilization of Jojoba Oil for Deep-fat Frying of Foods. *Food Science and Technology* **1996**, *29*, 573. [[Crossref](#)]

115. Habashy, R. R.; Abdel-Naim, A. B.; Khalifa, A. E.; Al-Azizi, M. M.; Anti-Inflammatory Effects of Jojoba Liquid Wax in Experimental Models. *Pharmacological Research* **2005**, *51*, 95. [Crossref] [PubMed]
116. Umaiyal, M. P.; Gayathri, R.; Vishnupriya, V.; Geetha, R. V.; Antimicrobial Activity of Jojoba Oil against Selected Microbes: An Invitro Study. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* **2016**, *8*, 528. [Link]
117. Al-Ghamdi, A.; Elkholy, T.; Abuhelal, S.; Al-Abadi, H.; Qahwaji, D.; Khalefah, N.; Sobhy, H.; Abu-Hilal, M.; Against Antibacterial and Antifungal Activity of Jojoba Wax Liquid (*Simmondsia chinensis*). *Pharmacognosy Journal* **2019**, *11*, 191. [Crossref]
118. Meier, L.; Stange, R.; Michalsen, A.; Uehleke, B.; Clay Jojoba Oil Facial Mask for Lesioned Skin and Mild Acne – Results of a Prospective, Observational Pilot Study. *Complementary Medicine Research* **2012**, *19*, 75. [Crossref] [PubMed]
119. Wagdy, S. M.; Taha, F. S.; Primary Assessment of the Biological Activity of Jojoba Hull Extracts. *Life Science Journal* **2012**, *9*, 244. [Link]
120. Halawa, S. M.; Kamel, A. M.; Abd El-Hamid, S. R.; Chemical Constituents of Jojoba Oil and Insecticidal Activity Against *Schistocerca gregaria* and biochemical effect on albino rats. *Journal of the Egyptian Society of Toxicology* **2007**, *36*, 77.
121. Jojoba Oil Market Size & Share, Industry Report, 2020-2027. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/jojoba-oil-market>>. Acesso em: 9 maio 2021.
122. Abu-Arabi, M. K.; Allawzi, M. A.; Al-Zoubi, H. S.; Tamimi, A.; Extraction of jojoba oil by pressing and leaching. *Chemical Engineering Journal* **2000**, *76*, 61. [Crossref]
123. Abbassy, M. A.; Abdelgaleil, S. A. M.; Belal, A. H.; Rasoul, M. A. A.; Insecticidal, antifeedant and antifungal activities of two glucosides isolated from the seeds of *Simmondsia chinensis*. *Industrial Crops Production* **2007**, *26*, 345. [Crossref]
124. Elliger, C. A.; Waiss Jr., A. C.; Lundin, R. E.; Structure and Stereochemistry of *Simmondsin*. *Journal of Organic Chemistry* **1974**, *39*, 2930. [Crossref]
125. Elliger, C. A.; Waiss, A. C.; Lundin, R. E.; *Simmondsin*, an unusual 2-cyanomethylenecyclohexyl glucoside from *Simmondsia californica*. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, **1973**, 2209. [Crossref]
126. Wisniak, J.; Holin, M.; Hydrogenation of Jojoba Oil. *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development* **1975**, *14*, 226. [Crossref]
127. Schlossman, M. L.; McCarthy, J. P.; Lanolin and its derivatives; *Journal of the American Oil Chemists Society* **1978**, *55*, 447. [Crossref]
128. Sengupta, A.; Behera, J.; Comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment. *American Journal of Engineering Research* **2014**, *3*, 33. [Link]
129. Jones, F. W.; Multiresidue Analysis of Pesticides in Wool Wax and Lanolin Using Gel Permeation and Gas Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **1996**, *44*, 3197. [Crossref]
130. Kligman, A. M.; The myth of lanolin allergy. *Contact Dermatitis* **1998**, *39*, 103. [Crossref] [PubMed]
131. Leray, C.; *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, Inc., **2006**. [Crossref]
132. Truter, E. V.; The constitution of wool wax. *Quarterly Reviews, Chemical Society* **1951**, *5*, 390. [Crossref]
133. Harris, I.; Hoppe, U. Em *Lanolins. Em Dry Skin and Moisturizers. Chemistry and function*; Lodén, M.; Maibach, H. I., eds.; CRC Press Taylor & Francis Boca Group: Raton, 2006.
134. Malmberg, M. M.; Vincent, M. C.; Lanolin in Pharmaceuticals. *Journal of the American Pharmaceutical Association (Practical Pharmacy ed.)*, **1959**, *20*, 83. [Crossref] [PubMed]
135. Radell, J.; Eisner, A.; Donahue, E. T.; Isolation of a new fraction from wool wax acids. *Journal of the American Chemical Society* **1954**, *76*, 4188. [Crossref]
136. Horn, D. H. S.; Wool wax. VIII. The composition of the unsaponifiable material. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **1958**, *9*, 632. [Crossref]
137. Lanolin Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Personal Care & Cosmetics, Pharmaceuticals), By Derivative (Lanolin Alcohol, Cholestrin, Lanosterol), By Region, And Segment Forecasts, 2019-2025. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/Reports-and-Analysis/Market-Research/Lanolin-Market-Size-Share-Trends-Analysis-Report-By-Application-By-Derivative-By-Region-And-Segment-Forecasts-2019-2025>>. Acesso em: 25 julho 2021.
138. Regulamento técnico mercosul sobre parafinas em contato com Alimentos. MERCOSUL/GMC/RES N° 67/00. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC\\_RES\\_2000-067.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_2000-067.pdf)>. Acesso em: 25 julho 2021.
139. Ouyang, H.; Poh, A. S. Y.; Heng, P. W. S.; Chan, L. W.; Effect of Surfactants on the Melt Viscosity and Extent of Drug Embedment of Paraffin Wax Blends in Spray Congealing. *Journal of Pharmaceutical Innovation* **2020**, in press. [Crossref]