

Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato  
Selene Maia de Moraes

# PRODUTOS APÍCOLAS DO CEARÁ E SUAS ORIGENS FLORAIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS



Ed  
UECE

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**

### **REITOR**

José Jackson Coelho Sampaio

### **VICE-REITOR**

Hidelbrando dos Santos Soares

### **EDITORA DA UECE**

Erasmus Miessa Ruiz

### **CONSELHO EDITORIAL**

Antônio Luciano Pontes	Lucili Grangeiro Cortez
Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes	Luiz Cruz Lima
Emanuel Ângelo da Rocha Fragozo	Manfredo Ramos
Francisco Horácio da Silva Frota	Marcelo Gurgel Carlos da Silva
Francisco Josênio Camelo Parente	Marcony Silva Cunha
Gisafran Nazareno Mota Jucá	Maria do Socorro Ferreira Osterne
José Ferreira Nunes	Maria Salete Bessa Jorge
Liduína Farias Almeida da Costa	Silvia Maria Nóbrega-Therrien

### **CONSELHO CONSULTIVO**

Antônio Torres Montenegro   UFPE	Maria do Socorro Silva Aragão   UFC
Eliane P. Zamith Brito   FGV	Maria Lírida Callou de Araújo e Mendonça   UNIFOR
Homero Santiago   USP	Pierre Salama   Universidade de Paris VIII
Ieda Maria Alves   USP	Romeu Gomes   FIOCRUZ
Manuel Domingos Neto   UFF	Túlio Batista Franco   UFF

Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato  
Selene Maia de Moraes

# **PRODUTOS APÍCOLAS DO CEARÁ E SUAS ORIGENS FLORAIS**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS**

1ª Edição  
Fortaleza - CE  
2016



## PRODUTOS APÍCOLAS DO CEARÁ E SUAS ORIGENS FLORAIS

© 2016 *Copyright by* Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato e Selene Maia de Moraes

Impresso no Brasil / Printed in Brazil  
Efetuado depósito legal na Biblioteca Nacional

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE  
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará  
CEP: 60714-903 – Tel: (085) 3101-9893  
www.uece.br/eduece – E-mail: eduece@uece.br

Editora filiada à



### **Coordenação Editorial**

Erasmio Miessa Ruiz

### **Diagramação e Capa**

Victor Marques

### **Revisão de Texto**

EdUECE

### **Ficha Catalográfica**

Vanessa Cavalcante Lima – CRB 3/1166

---

L 695 p      Liberato, Maria da Conceição Tavares Cavalcanti.  
Produtos apícolas do Ceará e suas origens florais: características físicas, químicas e funcionais / Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato, Selene Maia de Moraes. – Fortaleza: EdUECE, 2016.

179 p.

ISBN: 978-85-7826-336-2

1. Mel – Composição. 2. Produtos apícolas – Exportação. 3. Vegetação do Ceará. I. Título.

CDD: 590

---



## **INFORMAÇÕES SOBRE AS AUTORAS**

### **MARIA DA CONCEIÇÃO TAVARES CAVALCANTI LIBERATO**

Graduada em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Especialista em Química Orgânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e Doutora em Biotecnologia em Recursos Naturais pela Rede Nordeste de Biotecnologia. Professora Associada da Universidade Estadual do Ceará. Leciona no Curso de Química da UECE.

### **SELENE MAIA DE MORAIS**

Graduada em Química Industrial e Mestre pela Universidade Federal do Ceará. PhD em Química pela Universidade de Londres, Pesquisadora de Produtividade do CNPq. Professora Titular da Universidade Estadual do Ceará. Leciona no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Doutorado em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia, e no Curso de Química da UECE.



## DEDICATÓRIA

Dedicamos este livro, aos nossos familiares pelo permanente apoio e dedicação recebidos, aos nossos alunos parceiros na dedicação à causa da Ciência, à Universidade Estadual do Ceará partícipe desse estudo, aos apicultores do Ceará nas pessoas do Dr. Guido Alves e do Dr. Vinícius de Carvalho, companheiros da Câmara Setorial do Mel do Ceará, pela presteza em auxiliar-nos, sempre que necessário, com produtos apícolas cearenses. De uma forma muito especial, agradecemos a Deus.

**As Autoras**



## APRESENTAÇÃO

Esse livro surgiu da necessidade de apresentar à comunidade científica os produtos apícolas cearenses naquilo que eles possuem de mais particular: as suas características físicas, químicas e funcionais. Muito dessas características devem-se à vegetação típica da Caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro e que está presente em praticamente todo o estado do Ceará.

Estudar esses produtos mostrou-nos uma riqueza imensa em termos de propriedades e que normalmente são desconhecidas pela grande maioria das pessoas. A descoberta das atividades antioxidante, antimicrobiana e até da atividade de inibição da enzima acetilcolinesterase nos produtos apícolas cearenses abre novas perspectivas na busca de novos fármacos inclusive em alguns que possam atuar na Doença de Alzheimer.

Esperamos também que a apicultura e a meliponicultura passem a ser olhadas com um cuidado especial em termos de políticas estatais para que o desenvolvimento dessas atividades se reflita em maior consumo dos produtos das abelhas *Apis mellifera* L. e *Melipona subnitida* D. (a nossa abelha Jandaíra).

**As autoras**



# SUMÁRIO

1. A IMPORTÂNCIA DO MEL COMO PRODUTO DE EXPORTAÇÃO - O DESENVOLVIMENTO DA EXPORTAÇÃO NO CEARÁ	9
2. FATORES QUE INFLUENCIAM NAS CARACTERÍSTICAS DO MEL: OS CLIMAS, AS ALTITUDES E AS VEGETAÇÕES DO CEARÁ	11
3. O BIOMA CAATINGA	15
4. CARACTERÍSTICAS DO BIOMA CAATINGA	18
5. ABELHAS MELÍFERAS	20
6. ABELHAS DO GÊNERO APIS (EXÓTICA)	22
7. ABELHAS NATIVAS DO BRASIL	28
8. ABELHAS NATIVAS DO CEARÁ	32
9. FLORA APÍCOLA CARACTERÍSTICA DA CAATINGA	34
10. MEL – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS	59
11. A IMPORTÂNCIA MEDICINAL DO MEL	64
12. PARÂMETROS PARA CONTROLE DE QUALIDADE DO MEL	67
13. COMPOSIÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM MÊIS	87
14. O MEL COMO ALIMENTO FUNCIONAL	95
15. PROPOLIS - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS	96
16. PÓLEN APÍCOLA - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS	110
17. TIPIFICAÇÃO DOS PRODUTOS APÍCOLAS	121
18. ATIVIDADES BIOLÓGICAS DOS PRODUTOS APÍCOLAS	125
OBSERVAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS	148



# 1 - A IMPORTÂNCIA DO MEL COMO PRODUTO DE EXPORTAÇÃO - O DESENVOLVIMENTO DA EXPORTAÇÃO NO CEARÁ

Economicamente, o Ceará nasceu da exclusão da atividade pecuária nas áreas litorâneas, especialmente em Pernambuco e Bahia, produtores de açúcar, o primeiro direcionou a colonização a partir do norte do estado, e o segundo, a partir do sul. Assim, durante séculos o Ceará foi uma “civilização do couro”, dedicada, sobretudo, à venda de gado e de sua carne para outras províncias. O gado cearense era comercializado, principalmente, nas feiras de Olinda, Igaráçu, Goiana e Recife. Entretanto, os rebanhos, em função das longas caminhadas, emagreciam e perdiam peso. Face aos prejuízos os fazendeiros cearenses, já a partir da primeira metade do século XVIII, começaram a vender o gado abatido, transformado em carne salgada, “as charqueadas”. A carne-seca passou a ser o alimento básico da população no período colonial, principalmente da mão-de-obra escrava, nos engenhos da zona da mata açucareira. No entanto, a criação e a comercialização da carne-seca, conhecida como a “Carne do Ceará”, enfrentaram grandes problemas com as secas que assolaram o Ceará no período de 1750 até o fim do século XVIII (SILVA; CAVALCANTE; DANTAS, 2007).

Em fins do século XVIII, com a Guerra de Independência dos Estados Unidos, o cultivo de algodão teve enorme impulso, tornando-se uma das principais atividades econômicas cearenses. A isso se somava a produção de café nas serras mais altas e, por fim, atividades agrícolas, pesqueiras e pecuárias de subsistência. A partir dos anos 60, do século passado, houve uma progressiva industrialização e urbanização, que ganhou grande impulso a partir da década de 80.



Atualmente a economia cearense não é mais baseada apenas nas atividades agropecuárias, embora ainda possuam grande relevância na economia do estado, em especial a pecuária, mas há também crescente importância de cultivos não tradicionais no estado, como a produção de frutas e legumes no Vale do Rio Jaguaribe e de flores na Serra da Ibiapaba e no Cariri. Atualmente ocupa lugar de destaque na economia cearense, a apicultura (ANUÁRIO DO CEARÁ, 2008-2009).

Entre os produtos do agronegócio cearense, merece destaque absoluto o crescimento extraordinário das exportações de mel de abelhas do Ceará, passando de 3º para 2º exportador brasileiro, desbancando o Estado do Rio Grande do Sul, ficando apenas atrás do Estado de São Paulo. A apicultura cearense vem se destacando como estratégia de sobrevivência para pequenos produtores. A atividade apícola é bastante rentável e o nível tecnológico no estado é um fator determinante da competitividade.

As inovações tecnológicas são imprescindíveis aos ganhos de competitividade desse setor. O nível tecnológico é um fator determinante da competitividade dos apicultores. Isso indica que as inovações tecnológicas são imprescindíveis aos ganhos de lucratividade e competitividade desse setor. Logo, deve-se dar atenção especial ao fornecimento de assistência técnica, acesso a crédito, capacitação e treinamento dos apicultores e seus empregados (KHAN; MATOS, V. D.; LIMA, P. V. P. S., 2009; FREITAS *et al*, 2004). Foi criada a Câmara Setorial do Mel, agregando os agentes que compõem a cadeia apícola no Estado do Ceará (Apicultura e Meliponicultura do Ceará - ADECE, 2009).

A participação do Ceará na exportação de mel pode ser acompanhada pelas Tabelas 01, 02 e Quadro 01.

**Tabela 01 - Exportação Brasileira de mel - BRASIL X CEARÁ (2003 – 2009)**

Fonte: MDIC / SECEX

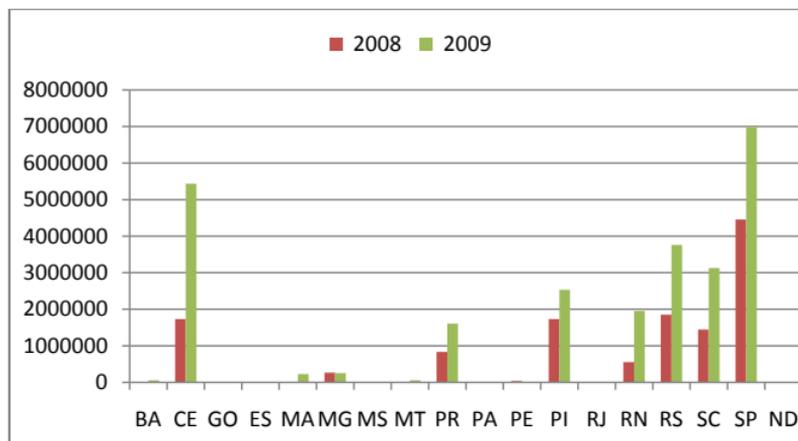
ANO	QUANTIDADE (kg)			FATURAMENTO (US\$)		
	BRASIL	CEARÁ	PARTICIPAÇÃO (%)	BRASIL	CEARÁ	PARTICIPAÇÃO (%)
2003	19.272.782,00	2.343.318,00	12,16	45.521.098,00	5.642.279,00	12,39
2004	21.029.045,00	2.385.459,00	11,34	42.303.289,00	4.523.825,00	10,69
2005	14.447.958,00	2.341.854,00	16,21	18.972.455,00	3.442.377,00	18,14
2006	14.601.908,00	2.723.109,00	18,65	23.372.924,00	4.583.752,00	19,61
2007	12.907.255,00	1.731.499,00	13,41	21.194.121,00	3.223.657,00	15,21
2008	18.271.294,00	2.570.273,00	14,07	43.571.114,00	6.741.704,00	15,47
2009	25.987.193,00	5.433.709,00	20,91	65.791.416,00	14.371.747,00	21,84





## Quadro 01: Exportações de mel por estados brasileiros (2008-2009)

Fonte: MDIC / SECEX



**Tabela 02- Exportação de Mel por Estado 2009**

UF	US\$	Kg	US\$/Kg
BA	167.627	58.000	2,89
CE	14.371.747	5.433.709	2,64
GO	-	-	-
ES	-	-	-
MA	630.603	227.808	2,77
MG	574.763	252.831	2,27
MS	905	71	12,75
MT	165.967	57.230	2,90
PR	4.211.298	1.608.895	2,62
PA	-	-	-
PE	-	-	-
PI	6.071.939	2.533.519	2,40
RJ	-	-	-
RN	4.490.553	1.950.446	2,30
RS	9.676.524	3.759.907	2,57
SC	7.909.672	3.127.412	2,53
SP	17.514.223	6.976.320	2,51
ND	5.595	1.045	5,35
<b>TOTAL</b>	<b>65.791.416,00</b>	<b>25.987.193,00</b>	<b>2,53</b>

Fonte: MDIC / SECEX



## 2 - FATORES QUE INFLUENCIAM NAS CARACTERÍSTICAS DO MEL: OS CLIMAS, AS ALTITUDES E AS VEGETAÇÕES DO CEARÁ

As características dos produtos apícolas do estado do Ceará são peculiares devido a existência de vegetação mista com encraves de cerrado e mata atlântica na Caatinga, presença de mangues, mostrando climas com certas variações.

O Ceará possui em toda sua extensão os climas: Tropical Quente Úmido, Tropical Quente Subúmido, Tropical Quente Semiárido e Tropical Quente Semiárido Brando (ANUÁRIO DO CEARÁ, 2014). O Ceará é cercado por formações de relevo altas, as chapadas e cuestras. É delimitado, ao oeste, pela Cuesta da Ibiapaba, a leste, pela Chapada do Apodi, ao sul pela Chapada do Araripe e ao norte pelo Oceano Atlântico. Por isso o nome de Depressão Sertaneja para a região central do estado. Enquanto as chapadas e cuestras são de origem sedimentar, as serras e os *inselbergs* que abundam em meio à Depressão Sertaneja são de formação cristalina. Dentre os relevos sedimentares, apenas a Chapada do Araripe (com altitudes que vão de 700m até mais de 900m) e a Cuesta da Ibiapaba (com altitude média de 750m) possuem altura suficiente para permitir a ocorrência frequente de chuvas orográficas, o que confere a essas áreas maior umidade e pluviosidade.

As altitudes na Chapada do Apodi, por outro lado, não ultrapassam 300 m, o que faz com que as características semiáridas predominem na região. Dentre as serras de origem cristalina, aquelas que possuem mais de 600 m de altura média (como é o caso do Maciço de Baturité, da Serra da Meruoca e da Serra de Uruburetama) também são favorecidas pelas chuvas orográficas,



surgindo aí vegetação tropical densa, chuvas mais frequentes e maior umidade, em especial na vertente de barlavento delas. Nas serras menos altas, surge vegetação semelhante às das vertentes de sotavento das serras úmidas, isto é, uma caatinga de caráter hipoxerófilo, conhecida como mata seca (BEZERRA, 2004).

As serras e o litoral, no entanto, gozam de um clima menos seco e quente, com temperatura e umidade mais favoráveis. Nas serras e chapadas, a Caatinga dá lugar, à medida que se eleva a altitude, ao cerrado, cerradão (vegetação de cerrado mais densa e alta) e à floresta tropical. As pluviosidades, bem mais intensas do que na Depressão Sertaneja, variam de 1000 mm a mais de 2000 mm anuais. Nessas regiões, as temperaturas também variam mais que no resto do estado: nos meses mais frios, as mínimas podem chegar a menos de 15°C, mas, nos mais quentes a temperatura pode atingir até 35°C. Por estarem isoladas em meio à Caatinga, as serras úmidas apresentam não só grande biodiversidade, como também muitas espécies endêmicas, constituindo-se em refúgios da flora típica de matas tropicais úmidas. Existe ainda o carrasco, vegetação xerófila com características próprias que surge no reverso da Chapada da Ibiapaba e do Araripe caracterizada por uma flora arbustiva e arbórea predominantemente lenhosa, ao contrário da caatinga. O carrasco distingue-se ainda da caatinga pela quase inexistência de cactos e bromeliáceas. Alguns pesquisadores se referem a essa vegetação como uma espécie de transição entre o cerrado, a floresta tropical e a caatinga (BEZERRA, 2004).

No litoral, que se estende por 573 km, predominam os mangues e a vegetação litorânea típica, além de áreas sem vegetação recobertas por dunas. Mesmo com altitudes muito pouco elevadas, as pluviosidades e a umidade são maiores que na Depressão Sertaneja. As temperaturas médias variam de 22°C a 32°C. A planície litorânea possui geografia diversificada, o que



faz com que o estado possua praias com coqueirais, dunas, barreiras (também chamadas falésias por muitos) – paredões sedimentares que acompanham a faixa da costa e, em alguns trechos, possuem tons coloridos – e áreas alagadas de manguezal, onde há grande biodiversidade.

### 3 - O BIOMA CAATINGA

O Ceará está no domínio da Caatinga, um bioma semiárido exclusivamente brasileiro, caracterizado por ter seu período chuvoso restrito a três ou quatro meses do ano e alta biodiversidade. O nome Caatinga é de origem tupi-guarani e significa floresta branca, referência à aparência que a vegetação toma nos meses de seca, época em que as árvores perdem parte das folhas expondo os seus caules, cinzas e esbranquiçados (Fig. 01). A flora da caatinga é diversificada e rica em néctar e pólen. A característica da grande diversidade botânica e diferenciado comportamento fenológico da vegetação de caatinga propicia um escalonamento das floradas durante o ano, significando haver sempre algumas espécies florescendo ao longo do ano, independente da estação (ALMEIDA-CORTEZ *et al.*, 2007).

A forte sazonalidade do bioma faz com que existam fauna e flora adaptadas a tais condições ambientais. Dependendo do local, de acordo com o solo e o regime de chuvas – que pode variar de menos de 500 mm até perto de 1000 mm anuais – são formados vários padrões distintos de caatinga, desde a arbustiva até a arbórea, com paisagens e flora distintas. Em especial no norte cearense, são comuns vastas áreas de carnaubais próximas à vegetação predominante de caatinga, o que caracteriza essa região por apresentar extensas faixas de mata dos cocais.



**Figura 01: Vegetação típica da Caatinga na Estação Seca e na Chuvosa.**

Fonte: Luana Alves Ferreira (2013)

A área da Caatinga é de aproximadamente 844.453 Km<sup>2</sup>, e a totalidade de seus limites encontra-se em território brasileiro, ou seja, seu patrimônio biológico não é encontrado em nenhuma outra região do mundo. É um bioma que abrange 8 estados do Nordeste, sendo eles: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e também a faixa norte de Minas. A área total equivale a cerca de 10% do território nacional e 70% da região Nordeste. Entre todos os estados, o Ceará é o que possui maior parte do seu território coberto por esse bioma, aproximadamente 126.926 km<sup>2</sup> ou quase 85% da área do Estado (Fig. 02). Por isso, a grande importância da Caatinga no estado, sobrepondo-se aos outros biomas existentes, como por exemplo, a Mata Atlântica (ALMEIDA-CORTEZ *et al*, 2007).



## Figura 02 - Biomas Brasileiros

Fonte: [www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm)



## 4 - CARACTERÍSTICAS DO BIOMA CAATINGA

Este bioma apresenta alta diversidade e heterogeneidade das espécies, observando-se a existência de um grande número de espécies diferentes. É importante observar também a tendência da vegetação em manter o solo protegido e coberto, seja no período de chuva, pelas próprias plantas enfolhadas, seja no período de seca, com as folhas caídas formando um tapete de proteção do solo contra a insolação, essas folhas são entrelaçadas pelos galhos e troncos, que as mantêm firmes ao chão até a próxima estação chuvosa.

Também há o que se pode chamar de proteção da água superficial que se dá as margens dos rios e córregos, onde a vegetação mais elevada causa sombreamento e evita o aquecimento e a evaporação excessiva da água. A proteção da água subterrânea é consequência da vegetação fechada, porque o solo protegido absorve e retém a água proveniente das chuvas. Numa vegetação desnudada, o solo logo sofre erosão e perde a capacidade de absorver a água, causando enchentes na hora da chuva, e logo em seguida um grande ressecamento, impedindo o abastecimento de nutrientes às plantas e olhos d'água.

Existe uma adaptação das espécies nativas às condições de semiaridez. Para a adaptação das espécies ao clima tão seco e à falta d'água durante vários meses do ano, as várias espécies presentes na Caatinga são dotadas de características como cascas claras ou reluzentes, que reduzem o aquecimento do tecido vivo da planta; folhas pequenas que diminuem a perda da água; caules verdes capazes de contribuir com a fotossíntese sem aumentar a superfície da planta. Outra adaptação é o armazenamento de água, que



pode ser feito no caule, raiz ou tecidos da planta. Os animais também se adaptam ao ciclo climático, uns se mantêm na forma de ovo ou outra forma adequada, outros migram para outras regiões (ALMEIDA-CORTEZ *et al.*, 2007).

## 4.1 - Vegetação do Bioma Caatinga

A vegetação da caatinga é heterogênea, pois possui uma variedade de vegetações classificadas como fitofisionomias. Fitofisionomia é a união de “fito” que se refere à planta e “fisionomia” que é um sinônimo de aparência, logo significa o aspecto visual da vegetação devido às diferenças do clima, relevo e solos. A vegetação pode ser classificada como arbórea, arbustiva, mata seca e carrasco.

Rodal *et al.* (1992) caracteriza a vegetação na área da caatinga, primordialmente, pela completa caducifolia da maior parte de seus componentes e por traços comuns tais como: a deficiência hídrica durante a maior parte do ano, a profundidade do solo, as discontinuidades litológicas nos perfis, a salinidade, o relevo e a constituição mineralógica das formações superficiais.

Analisando as diferentes formações da vegetação característica do bioma Caatinga, as florestas situadas na serra são, sem dúvida, as de maior riqueza florística (RODAL e NASCIMENTO, 2002).

No bioma Caatinga são encontrados diversos tipos de composição vegetal, indo das mais abertas e baixas, com árvores de 1 m de altura, até as mais fechadas, com árvores de 20 m de altura, compondo um mosaico de paisagens em que são encontradas 932 espécies de plantas, das quais cerca de um terço delas são



endêmicas. A Caatinga arbórea é conhecida como a verdadeira caatinga dos índios Tupi. Florestas altas com árvores que chegam a 20 metros de altura, que na estação chuvosa formam uma copa contínua e uma mata sombreada em seu interior enquanto que a Caatinga arbustiva ocorre em áreas mais baixas e planas, com árvores de menor porte de até 8 metros de altura, associadas a cactáceas como o xique-xique, o facheiro e bromélias como a macambira e o crotatá. Já a Mata seca é uma floresta que ocorre nas encostas e topos das serras e chapadas. As árvores dessa mata perdem as folhas em menor proporção ao longo dos períodos de seca. A vegetação do tipo carrasco só ocorre a oeste da Chapada da Ibiapaba e ao sul da Chapada do Araripe, com arbustos de caules finos, tortuosos e emaranhados, difíceis de penetrar (ALMEIDA-CORTEZ, CORTEZ, FRANCO, UZUNIAN, 2007).

## 5 - ABELHAS MELÍFERAS

As abelhas, segundo Itagiba (1997) pertencem ao:

Reino: Animal

Filo: *Arthropoda*

Classe: *Insecta*

Subclasse: *Pterygota*

Ordem: *Hymenoptera*

Subordem: *Apócrita*

Superfamília: *Apoidea*

Família: *Apidae*



As abelhas são insetos sociais que pertencem à ordem Himenóptera, tendo surgido na face da terra há mais de 50 milhões de anos e sempre presentes em antigas civilizações (DUARTE, 2006). Vivem coletivamente em grandes sociedades, onde a ordem é sempre a sobrevivência da própria espécie (PINHO FILHO, 2007).

Os insetos são os mais importantes animais polinizadores; aproximadamente 70% de espécies angiospermas são polinizadas por insetos (SCHOONHOVEN *et al.*, 1998) e entre eles são as abelhas que representam o mais especializado e importante grupo polinizador. As abelhas são morfologicamente adaptadas para: coletar, manipular, carregar e estocar pólen e outros produtos das plantas, tendo sua origem no início do período meio-Cretáceo, em sincronia com as angiospermas (DANFORTH *et al.*, 2006). A abelha encontra nas flores o néctar e o pólen indispensáveis a sua sobrevivência; por sua vez, uma parte do pólen adere ao seu corpo e é transportada para longe, onde irá fecundar outra flor, promovendo o que se chama de polinização cruzada.

As abelhas são descendentes das vespas que deixaram de se alimentar de pequenos insetos e aranhas para consumirem o pólen das flores. Durante esse processo evolutivo surgiram várias espécies de abelhas. Hoje se conhecem mais de 20 mil espécies, embora se acredite que existam umas 40 mil espécies ainda não descobertas (PEREIRA *et al.*, 2002). Elas são os principais agentes polinizadores dos vegetais, que produzindo substâncias adocicadas, as atraem de modo que elas acabam carregando em seus pelos o pólen dessa planta. O pólen é importante para o desenvolvimento da colmeia, pois é a fonte principal de proteína das abelhas. Garantindo o desenvolvimento da família a abelha, também perpetua a espécie vegetal. A interação entre as abelhas e as plantas assegurou aos vegetais o sucesso na polinização cru-



zada, o que constitui uma importante adaptação evolutiva das plantas, possibilitando novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes (COUTO e COUTO, 2002).

## 6 - ABELHAS DO GÊNERO APIS (EXÓTICA)

As abelhas pertencem ao Reino Animal, a Classe dos Insetos e a Ordem Himenóptera. Essa ordem inclui 100.000 espécies de vespas, formigas e abelhas. A abelha é quem tem maior importância dentre essas espécies, tanto devido à sua perfeita organização como devido à sua grande utilidade para o homem. O gênero *Apis* é uma linhagem antiga de abelhas que alcançou a Europa no final da época do Pleistoceno, 10.000 anos atrás. No gênero *Apis* encontram-se várias espécies, entre elas está a *Apis mellifera*, espécie mais utilizada para a produção de mel em todo o mundo. Só as abelhas sociais são domesticáveis e destas a *Apis mellifera* (Fig. 03) é a espécie mais utilizada na produção comercial de mel, juntamente com as subespécies *carnica* (abelha cárnica), *remipes* (abelha caucásica), *ligustica e aurea* (duas variedades de abelhas italianas) e *adansonii* (abelha africana). A abelha doméstica ou abelha do mel foi descrita por Linnaeus em 1758 (AS ABELHAS, 2009).



**Figura 03 - Abelha *Apis Mellifera* L.**

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Abelha-europeia> - Acesso em: 15 jul. 2014

As abelhas podem ser reunidas na superfamília *Apoidea*, que por sua vez é constituída por diversas famílias. A que tem hábitos sociais mais avançados é a família *Apidae*, que possui quatro subfamílias: *Apinae*, *Meliponinae*, *Bombinae* e *Euglossinae*. Entre os *Apíneos*, a única espécie que presentemente vive no Brasil é a *Apis mellifera*, introduzida aqui, em 1839, pelo Padre Antônio Carneiro, vindas do Porto, em Portugal (PEREIRA *et al.*, 2002).

A população de abelhas no Brasil era principalmente de origem europeia até meados de 1956. Interessado na melhoria da produção de mel um cientista brasileiro trouxe para estudos colmeias de abelhas africanas. Um escape acidental de abelhas rainhas iniciou o processo de africanização das abelhas presentes no Brasil, resultando numa rápida e ampla substituição das abelhas europeias pelas africanizadas (KOO e PARK, 1997).

Hoje em dia as abelhas do gênero *Apis* presentes no Brasil são um híbrido das abelhas europeias (*Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera caucasica* e *Apis mellifera carnica*) com a abelha africana *Apis mellifera scutellata*. Atualmente a *Apis mellifera* é a mais abundante, havendo uma



predominância das características das abelhas europeias no sul do país, enquanto ao norte predominam as características das abelhas africanas (PEREIRA *et al.*, 2002). Já se encontram estabelecidas diferenças genéticas entre populações de *Apis mellifera* no Brasil, a justificativa para tal fato se deve à ocorrência de diferentes graus de hibridização entre as abelhas em toda a extensão do país (CUSTÓDIO *et al.*, 2003). Esses híbridos que se originaram no Brasil a partir de 1956 (KERR, 1967), alastraram-se pelos Estados Unidos em 1990 (SUGDEN; WILLIAMS, 1991). As abelhas africanizadas são altamente defensivas e muito mais agressivas para humanos e animais.

As abelhas do Brasil distribuem-se em seis famílias: *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*, *Egachilidae*, *Anthophoridae* e *Apidae*. A família *Apidae* apresenta o maior número de integrantes. Na subfamília *Apinae* encontram-se os gêneros *Apis* e *Bombus* que possuem ferrão (ASSUNÇÃO, 2004). No gênero *Apis* encontram-se várias espécies, entre elas está a *Apis mellifera*, espécie mais utilizada para a produção de mel em todo o mundo. Outras espécies do gênero *Apis* descritas posteriormente são *Apis florea*, *Apis dorsata*, *Apis cerana*, *Apis adreniformis*, *Apis laboriosa* e *Apis koschevnikovi*. A diversidade dentro do gênero *Apis* se reflete na morfologia, no comportamento e na distribuição geográfica de cada espécie (RUTTNER, 1988).

O Brasil tornou-se, nos últimos anos, um dos países de referência na apicultura, embora sua flora apícola ainda seja pouco estudada. A apicultura racional tem sua origem, no Brasil, com a introdução da abelha europeia (*Apis mellifera*), a partir de 1839, trazida por imigrantes europeus que se estabeleceram na região sul do país, considerada a região do Brasil onde a atividade apícola melhor se desenvolveu ao longo dos anos (DUARTE, 2006). A



Região Nordeste, no entanto, é reconhecida como uma das áreas de maior potencial para a criação racional de abelhas no país, atualmente (AIRES & FREITAS, 2001).

A diversidade de espécies de abelhas é muito pequena. Em todo o mundo, conhecem-se somente nove espécies do gênero *Apis*, o que não é exatamente um recorde positivo para insetos. Essas poucas espécies, juntamente com as mamangavas, pertencem à família das abelhas verdadeiras (*Apidae*). Na Ásia vivem oito espécies de abelhas, enquanto *Apis mellifera* é a única espécie existente na Europa e na África, onde forma diversas raças cruzáveis entre si. Secundariamente, o homem tem dispersado a *Apis mellifera* por todo o mundo (TAUTZ, 2010).

As abelhas podem ser reunidas na superfamília *Apoidea*, que por sua vez é constituída por diversas famílias. A que tem hábitos sociais mais avançados é a família *Apidae*, que possui quatro subfamílias: *Apinae*, *Meliponinae*, *Bombinae* e *Euglossinae*. Entre os Apíneos, a única espécie que presentemente vive no Brasil é a *Apis mellifera*, introduzida aqui, em 1839, pelo Padre Antônio Carneiro, vindas do Porto, em Portugal (PEREIRA *et al.*, 2002).

As abelhas do gênero *Apis* não são nativas do continente americano. Entre as raças acima citadas, as mais comuns e exploradas pelos apicultores são as: *ligustica* (italiana); *carnica* (com anéis de cor cinza); *mellifera* (preta); *caucasiana* (com anéis cinza acentuados) e a *scutellata* (africana) (WIESE, 2005). A espécie *Apis mellifera* apresenta as seguintes variações: *Apis mellifera adami*, *Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera caucásica*, *Apis mellifera cecropia*, *Apis mellifera cypria*, *Apis mellifera ibérica*, *Apis mellifera iberiensis*, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera jemenitica*, *Apis mellifera lamarckii*, *Apis mellifera ligustica* (abelha italiana),



*Apis mellifera macedônica*, *Apis mellifera meda*, *Apis mellifera mellifera* (abelha germânica), *Apis mellifera pomonella*, *Apis mellifera sahariensis*, *Apis mellifera scutellata* (abelha africana), *Apis mellifera siculae*, *Apis mellifera syriaca* (NCBI/GenBank/Taxonomy Browser).

As abelhas da subespécie *mellifera* existentes no mundo, segundo Wiese (2005), são as seguintes de acordo com cada região:

Na Região do Mediterrâneo Central e Sul Europeu tem-se *Apis ligustica* (habitam a Itália e o litoral norte da ex-Iugoslávia). São chamadas de “abelhas italianas” Foram introduzidas no Brasil em 1879 e 1880. São muito mansas, e pouco enxameadoras. Segundo Itagiba, 1997, essas abelhas apresentam os segmentos abdominais e boa parte do tronco amarelo; *Apis carnica* habita a Áustria, ex-Iugoslávia e parte da Bulgária. São abelhas muito mansas. As rainhas apresentam uma coloração marrom e as operárias são cinzentas. São pouco enxameadoras, boas produtoras de mel e apresentam grande capacidade de sobrevivência no inverno de acordo com Itagiba, 1997; *Apis macedonia*; *Apis sicula* (habitam a Sicília. São escuras e pertencem ao grupo *carnica-ligustica* segundo Itagiba, 1997); *Apis cecropia*.

Na Região do Mediterrâneo e Norte Europeu tem-se: *Apis mellifera*; *Apis iberica*; *Apis sachariensis*; *Apis intermissa*. Na Região Meio-Oeste Europeu tem-se: *Apis meda*; *Apis adami*; *Apis cypria*; *Apis caucásica*; *Apis armenica*; *Apis anatolia*.. De acordo com Itagiba (1997), entre as abelhas europeias, encontra-se também a subespécie *Apis mellifera mellifera* que habita quase todo o norte da Europa. São chamadas de “abelhas do reino”. Foram introduzidas no Brasil em 1839. São pretas, muito mansas e enxameiam muito.



Na Região da África são encontradas as abelhas *Apis intermissa* (habita o norte da África, na Tunísia e no Marrocos; apresenta coloração escura, propoliza muito e sendo muito agressivas segundo Itagiba, 1997); *Apis major*; *Apis adansonii* (habita desde o sul do Saara até a África do Sul. Foi introduzida no Brasil em 1956, e de acordo com Itagiba, (1997) são abelhas muito agressivas, muito enxameadoras e muito propolizadoras. São menores que as abelhas europeias e apresentam grande resistência a doenças. Além disso, elas possuem maior atividade diária que as europeias, maior instinto migratório, maior capacidade de defesa e suas rainhas são muito prolíferas, motivos pelos quais rapidamente difundiram-se por todo o território brasileiro; *Apis unicolor*; de acordo com Itagiba (1997) são abelhas nativas da Ilha de Madagáscar. São muito dóceis, de coloração escura; *Apis capensis* (são nativas da Província do Cabo, segundo Itagiba (1997) apresentam coloração escura com o primeiro segmento abdominal avermelhado; *Apis monticola*; *Apis scutelata*; *Apis lamarkii* (existem apenas no vale do rio Nilo, sendo conhecidas como “abelhas egípcias”. São muito agressivas e de baixa produtividade segundo Itagiba, 1997); *Apis yementica*; *Apis litorea*.

Na Região da Ásia encontram-se: *Apis koschevnikovi*; *Apis nuluensis*; *Apis nigrocincta*; *Apis dorsata* que, de acordo com Itagiba, (1997) são conhecidas como as “abelhas gigantes da Índia”. Apresentam coloração negra, com o primeiro anel abdominal avermelhado *Apis laboriosa*; *Apis florea* (São originárias da Índia. São consideradas “abelhas anãs”, por causa do pequeno tamanho das operárias, cerca de apenas 7 mm segundo Itagiba, 1997); *Apis andreniformis*. São subespécies da *Apis cerana*: *Apis cerana* (originárias da Índia, China e Japão. Apresentam grande capacidade de defesa contra as vespas gigantes segundo Itagiba, 1997); *Apis indica*; *Apis japônica*; *Apis himalaia*.



## 6.2 - Genoma da *Apis mellifera*

O genoma da abelha *Apis mellifera* foi sequenciado e, comparando-o com genomas sequenciados de outros insetos foi observado que o da *A. mellifera* tem menor quantidade de genes para imunidade inata, enzimas de detoxificação, e mais genes para receptores odoríficos, e genes para utilização de néctar e pólen, dados consistentes com sua ecologia e organização social (THE HONEYBEE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM, 2006). Corona e Robinson (2006) utilizaram o genoma seqüenciado da abelha *A. mellifera* para identificar os principais componentes do seu sistema antioxidante. Foram identificados 38 genes antioxidantes no genoma da *A. mellifera* que incluem todos os principais componentes do sistema antioxidante enzimático.

## 7 - ABELHAS NATIVAS DO BRASIL

Apesar de nossas abelhas nativas não possuírem ferrão, elas não são largamente utilizadas para a produção de mel, porque produzem pouco em relação às abelhas sociais do grupo das africanizadas. As abelhas africanizadas, não têm exigências em relação ao local de nidificação. São abelhas agressivas que se defendem usando o ferrão, morrendo a seguir, liberando, no entanto, um feromônio de alarme, que atrai outras abelhas ao local.

As abelhas nativas brasileiras (abelhas sem ferrão), depois de quase extintas, vivem, nos dias atuais, uma vertente de crescimento, sendo conhecidas como abelhas sem ferrão devido ao fato



dessa espécie possuir um ferrão muito atrofiado, não podendo dispor deste artifício em sua defesa. As *meliponas* (Mandaçaia, Uruçu, Jandaíra, etc.) são encontradas somente na América tropical. A meliponicultura está ganhando espaço entre os criadores de abelhas brasileiros. As abelhas nativas são os principais polinizadores nativos e visitantes da floração das plantas tropicais. Os meliponíneos são espécies de abelhas sociáveis encontradas geralmente nas regiões tropicais e subtropicais (NOGUEIRA NETO *et al.*, 1986).

Camargo e Pedro (2007) descreveram as espécies de abelha sem ferrão mais encontradas no Brasil em cada bioma como, por exemplo, principalmente na Amazônia são encontradas as abelhas *Melipona interrupta* (AM, AP, PA); *Melipona crinita* (AC, AM, RO); *Melipona fasciculata* (MA, MT, PA, PI, TO); *Melipona flavolineata* (CE, MA, PA, TO); *Melipona fulva* (AM, AP, PA, RR); *Melipona fuscopilosa* (AC, AM); *Melipona melanoventer* (AC, AM, MA, MT, PA, RO); *Melipona paraensis* (AM, AP, PA); *Melipona aff. rufiventris* (AC, PA, MA); *Melipona seminigra merrillae* (AM); *Melipona seminigra pernigra* (MA, PA, TO); *Scaptotrigona sp.* (PA); *Tetragona clavipes* (AC, AM, AP, BA, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PI, PR, RJ, RS, SC, SP); *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP); *Tetragonisca weyrauchii* (AC, MT, RO).

No bioma Caatinga predominam as abelhas *Melipona asilvai* (AL, BA, CE, ES, MG, PB, PE, PI, RN, SE); *Melipona mandacaia* (AL, BA, CE, MG, PB, PE, PI, RN, SE); *Melipona quadrifasciata anthidioides* (AL, BA, ES, GO, MG, MS, PB, PE, RJ, SE, SP); *Melipona rufiventris* (BA, GO, MG, MS, MT, PI, SP, TO); *Melipona subnitida* (AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE); *Nannotrigona testaceicornis* (BA, ES, GO, MG, MS,



PR, RJ, RS, SC, SP); *Partamona seridoenses* (CE, MA, PB, PE, RN); *Scaptotrigona xanthotricha* (BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP); *Scaptotrigona* spp.; *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP).

Nos campos do Sul do Brasil prevalecem as espécies: *Plebeia nigriceps* (PR, RS, SC, SP); *Tetragonisca fiebrigi* (MS, MT, PR, RS, SP) enquanto no bioma Cerrado a espécie predominante é a *Melipona rufiventris* (BA, GO, MG, MS, MT, PI, SP, TO).

Na Mata Atlântica aparecem as espécies: *Frieseomelitta varia* (BA, GO, MG, MT, SP, TO); *Melipona bicolor bicolor* (BA, ES, MG, RJ, SP); *Melipona bicolor schencki* (PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona mondury* (BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona obscurior* (MT, PR, RS, SC, SP); *Melipona quadrifasciata anthidioides* (AL, BA, ES, GO, MS, MG, PB, PE, RJ, SE, SP); *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (MS, MG, PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona scutellaris* (AL, BA, CE, PB, PE, RN, SE); *Scaptotrigona bipunctata* (AC, CE, MA, MG, PA, PR, RJ, RS, SC); *Scaptotrigona* aff. *depilis* (MS, MG, PR, RS, SP); *Scaptotrigona xanthotricha* (BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP); *Tetragona clavipes* (AC, AM, AP, BA, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PA, PI, RJ, RS, SC, SP); *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP).

No bioma Pantanal aparece a espécie *Scaptotrigona bipunctata* (AC, CE, MA, MG, PR, PA, RJ, RS, SC). Na zona costeira as espécies predominantes são: *Frieseomelitta varia* (BA, GO, MG, MT, SP, TO); *Melipona bicolor schencki* (PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona compressipes* (AC, AM, AP, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PA, PI, RJ, RS, RO, RR, SC, SP, TO); *Melipona fulva* (AM, AP, PA, RR); *Melipona mondury* (BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona obscurior* (MT, PR, RS, SC, SP);



*Melipona paraensis* (AM, AP, PA); *Melipona quadrifasciata anthidioides* (AL, BA, ES, GO, MS, MG, PB, PE, RJ, SE, SP); *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* (MS, MG, PR, RJ, RS, SC, SP); *Melipona scutellaris* (AL, BA, CE, PB, PE, RN, SE); *Scaptotrigona xanthotricha* (BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP); *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP).

No bioma Transamazônica-Caatinga as espécies de abelhas sem ferrão predominantes são: *Melipona rufiventris* (BA, GO, MG, MS, MT, PI, SP, TO); *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP), enquanto no bioma Transamazônica-Cerrado as espécies mais encontradas são: *Melipona fasciculata* (MA, MT, PA, PI, TO); *Melipona seminigra pernigra* (MA, PA, TO); *Tetragona quadrangular* (GO, MA, MT, PA, SP, TO); *Tetragonisca angustula* (AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PR, PB, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP).

Mas, não apenas o Brasil possui melíponas e trigonas. Existem mais de trezentas espécies dessas abelhas espalhadas em todo o mundo. Elas estão, além do Brasil, no México, no Continente africano, na Índia, na Malásia, na Indonésia, na Austrália, etc. No mundo existem mais de 20 mil espécies sociais e semi-sociais que polinizam e que se valem das flores para recolher néctar e pólen, a base de seu alimento. Essas abelhas, pela sua pequenez, polinizam as flores que são extremamente pequenas e que o gênero *Apis* não consegue, face ao seu tamanho (GONZAGA, 2004).



## 8 - ABELHAS NATIVAS DO CEARÁ

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas, a partir do néctar das flores ou, também, das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia (BRASIL, 2000). *Melipona subnitida* Ducke é uma espécie de abelha sem ferrão existente na Caatinga (Fig. 04). Embora o clima, solo e a disponibilidade de água sejam desfavoráveis para a agricultura de cereais, frutos e verduras, a caatinga possui uma especificidade e/ou variedades de plantas que se adaptaram ao meio ambiente, proporcionando assim uma maior variabilidade genética entre o cruzamento destas espécies nativas. Visualiza-se nesse aspecto a importância da *Melipona subnitida* Ducke na continuidade destas plantas, já que é responsável pela polinização cruzada durante a coleta do néctar, pólen ou exsudatos.

Abelhas sem ferrão, abelhas indígenas, abelhas nativas, ou ainda, simplesmente “meliponíneos” ou “melíponas”, são populares em muitos países tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul, África e Oceania (Sousa *et al*, 2009), ocorrendo em regiões de baixas altitudes. Podem ser criadas com objetivo de exploração agrocomercial, objeto de profunda pesquisa e educação ambiental.



**Figura 04 - Abelha *Melipona subnitida* D.**



Fonte: <http://abelhajandaira.blogspot.com.br/2008/11/taxonomia-da-abelhajandaira.html> - Acesso em: 15 jul. 2014

Responsáveis pelo mel mais claro e mais fluido que o mel das abelhas com ferrão (*Apis mellifera*) as jandaíras constroem seus ninhos em ocos de grandes árvores, especialmente da imburana-de-cheiro (espécie) e da catingueira (espécie). Infelizmente está ameaçada pelo desmatamento e pela coleta irracional. (JORNAL O ESTADO, 2011). O mel dessa espécie é bastante apreciado devido ao seu valor terapêutico e sabor único - o mel de Meliponíneas tem um toque ácido que torna seu sabor especial e possui composição físico-química diferentes das demais espécies - entretanto é pequeno o volume produzido pelas colmeias anualmente, o que o torna caro.

A Meliponicultura no Brasil tem sido uma atividade desenvolvida em quase todas as regiões por pequenos e médios produtores. Cerca de 200 espécies de abelhas sem ferrão já foram catalogadas no Brasil (SOUSA *et al*, 2009).



A falta de material e estudos avançados sobre as abelhas sem ferrão, em especial as mais promissoras para cada região, e de seus produtos e plantas afins, contribui para que sejam esquecidos os valores dos produtos e da cultura sertaneja e degradados os ambientes de maneira cada vez mais rápida, o que é acompanhado de maneira passiva, enterrando-se ainda mais fundo a riqueza da diversidade e potencialidade da Caatinga. Observa-se a necessidade de preservação e ampliação dos recursos botânicos da Caatinga e de estudos e pesquisas sobre este bioma, para que se possa manter a biodiversidade e preservar as abelhas sem ferrão que são de grande utilidade e apreciação pelo povo nordestino, por razões ecológicas e da própria geração e distribuição da renda.

O mel de Jandaíra (abelha sem ferrão) é encontrado naturalmente em áreas do sertão brasileiro nos estados do Ceará, Rio Grande do norte, Pernambuco e Bahia. Esse mel é bem aceito no mercado nacional e internacional por causa da sua coloração clara (apesar de também ser encontrado em cores mais escuras, âmbar), gosto mais suave e pouca viscosidade. Essa baixa viscosidade ocorre devido à baixa concentração de sais minerais. Assim, esse mel também apresenta uma maior umidade.

## **9 - FLORA APÍCOLA CARACTERÍSTICA DA CAATINGA**

O conhecimento das plantas fornecedoras de recursos tróficos é um passo importante para estudos que visam à preservação das abelhas em ecossistemas naturais, agrícolas e urbanos (CARVALHO e MARCHINI, 1999). Ao conjunto de plantas que fornecem alimento para as abelhas em uma determinada região ou



local, denominamos de flora apícola ou pasto apícola, sendo este um dos principais indicativos para o sucesso da atividade apícola (SCHIMID-HEMPEL, 1987). O potencial apícola de uma região é determinado pelo revestimento florístico. No Brasil, a flora é muito rica e diversificada, porém existe pouco conhecimento a seu respeito, principalmente em relação à flora apícola do Nordeste, que precisa ser mais investigada, tendo em vista que essa região é reconhecida como uma das áreas de maior potencial para a apicultura no país.

O Nordeste brasileiro caracteriza-se por ser uma extensa região que mantém, em sua quase totalidade, uma cobertura vegetal nativa, seja em estado virgem ou sucessional. Devido às suas características edafoclimáticas, a exploração agrícola intensiva é considerada inviável na maior parte de seu território. O setor agropecuário existe graças à atividade de subsistência, extrativismo ou exploração extensiva.

O estudo das plantas fornecedoras de recursos tróficos para as abelhas é importante para a preservação, manejo e produção agrícola. O levantamento da flora deve ser feito regionalmente, tendo em vista que as espécies vegetais consideradas boas fornecedoras de néctar e pólen em uma região, podem ser de qualidade inferior em outras, em função das condições edafoclimáticas (VIDAL; SANTANA; VIDAL, 2008).

O conhecimento detalhado das plantas e sua época de florescimento auxiliam grandemente na determinação das espécies vegetais que contribuem para a formação do mel produzido em uma determinada região. Dessa forma, a manutenção da diversidade biológica em ecossistemas agrícolas não é uma tarefa fácil, mas necessária para a sustentação de culturas agrícolas que dependem de polinizadores.



As flores sofreram modificações estruturais garantindo sua polinização pelas abelhas, ocorrendo grande diversificação de formas, cores, odores, facilitando o reconhecimento pelas abelhas. As flores visitadas pelas abelhas têm características muito variadas, mas geralmente são aromáticas e fornecem quantidades moderadas de néctar (PROCTOR *et al.*, 1996). As flores polinizadoras normalmente apresentam facilidades para o pouso e guias de néctar (PERCIVAL, 1965). Apesar das variações, o conhecimento da flora apícola é importante para a exploração racional e programas de conservação de abelhas, gerando um manejo apícola sustentável.

Em grande parte do Nordeste brasileiro, a cobertura vegetal constitui-se basicamente da Caatinga, característica da região semiárida nordestina, muito rica em espécies que florescem ao longo do ano, apresentando grande potencial para a apicultura e meliponicultura. De acordo com Aires e Freitas (2001), através de caracterização palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, foram encontradas com maior frequência as famílias Leguminosae mimosoideae, Rubiaceae e Labiateae. Muitos méis comercializados são de culturas silvestres sem uma origem vegetal definida, no entanto existem alguns bem caracterizados.

Liberato *et al* (2011 e 2013) analisaram méis monoflorais das espécies arbustivas marmeleiro (*Croton sonderianus*), velame (*Croton* sp), cipó-uva (*Cupania*, Sapindaceae) e mofumbo (*Combretum leprosum*), espécies herbáceas como bamburral (*Hyptis suaveolens*), vassourinha de botão (*Borreria verticillata*), jitirana (*Merremia aegyptia*) e espécies arbóreas como sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), angico (*Anade-*



*nanthera macrocarpa*), aroeira (*Astronium urundeuva*), catanduva (*Piptadenia moniliformis*), cajueiro (*Anacardium occidentale*) e juazeiro (*Ziziphus joazeiro*).

Deve-se salientar que a florada da jurema-preta ocorre entre agosto e setembro, a do angico de setembro a outubro, e a do juazeiro entre novembro e dezembro, mostrando que na Caatinga, além de um ótimo fluxo de néctar e pólen ocorrido no período das chuvas, também ocorre um fluxo de alimento no período de estiagem que contribui de forma decisiva para a manutenção das colônias de abelhas, o que diminui em muito a necessidade de uso da alimentação artificial. As espécies florais encontradas no Ceará compõem um rico e diversificado pasto apícola uma vez que o Ceará possui clima quente, temperaturas médias de 27°C e variações em precipitação pluviométrica, tipos de solo e altitude (FIGUEIREDO, 1991), possui 11 formações vegetais distintas distribuídas em quatro regiões apícolas principais: litoral, sertão, serras e Cariri (NORONHA, 1997).

Nas últimas décadas, os biólogos têm voltado sua atenção para a Caatinga. Em vários dos seus trabalhos, Andrade-Lima (1981, 1989) chamou a atenção para a riqueza da flora da Caatinga e destacou os exemplos fascinantes das adaptações das plantas aos habitats do semiárido. Dessa forma, a Caatinga, tem se destacado por conter uma grande diversidade de espécies vegetais, muitas das quais endêmicas ao bioma, e outras que podem exemplificar relações biogeográficas que ajudam a esclarecer a dinâmica histórica vegetacional da própria Caatinga.

A análise da flora mostra que a maior diversidade está associada às maiores altitudes, principalmente em áreas rochosas. Tais condições permitiram, provavelmente, a formação de uma zona mais protegida durante as marcantes oscilações climáticas do



Pleistoceno e Quaternário. Devido a falta de estudos sobre o bioma da Caatinga, poucos dados são obtidos sobre a composição da melissofauna dessa região, padrões de abundância e dominância das espécies de abelhas e exploração de recursos florais. Segundo Cortopassi-Laurino; Alves & Imperatriz-Fonseca (2009), as abelhas sem ferrão procuram buracos em árvores para a nidificação.

O bioma Caatinga apresenta uma surpreendente diversidade de ambientes, proporcionada por um mosaico de tipos de vegetação, em geral caducifólia, xerofítica e, por vezes espinhosa, variando com o mosaico de solos e a disponibilidade de água. A vegetação considerada mais típica de Caatinga encontra-se nas depressões sertanejas: uma ao norte e outra ao sul do bioma, separadas por regiões serranas que constituem uma barreira geográfica para diversas espécies. Mas, os diferentes tipos de Caatinga estendem-se também por regiões mais altas e de relevo variado, e incluem a Caatinga arbustiva, a arbórea, a mata seca e a mata úmida, o carrasco (formação vegetal muito densa) e as formações abertas com predominância de cactáceas e bromeliáceas, entre outros vegetais (ALMEIDA-CORTEZ *et al.*, 2007).

A Caatinga, portanto, apresenta três extratos sendo eles o arbóreo com 8 a 12 m de altura, o arbustivo com 2 a 5 m e o herbáceo com altura abaixo de 2 m. As características da vegetação revelam várias adaptações à sobrevivência em clima árido e seco. As folhas, por exemplo, costumam ser pequenas, podendo inclusive não possuir a aparência normal de folhas (pode-se citar, por exemplo, os cactos, cujos espinhos são folhas modificadas). Algumas plantas armazenam água em caules suculentos (ex: os cactos), enquanto outras se caracterizam por terem raízes praticamente na superfície do solo, o que favorece o máximo de absorção de água em períodos chuvosos (ALMEIDA-CORTEZ *et al.*, 2007).



## 9.1 Plantas típicas da Caatinga visitadas pelas abelhas

### 9.1.1 Angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

É uma árvore caducifólia, de copa aberta e irregular, de 5 a 15 m de altura (4 – 7 m no Nordeste brasileiro), com tronco quase cilíndrico de 30 – 50 cm de diâmetro, revestido por casca um pouco rugosa e provida de espinhos esparsos, nativa desde o Maranhão e Nordeste (AGRA, 1996; LORENZI, 1992). A copa é aberta e a casca grossa, fendida e avermelhada. Uma característica marcante nessa árvore se observa na casca de indivíduos jovens, e nos ramos, que apresentam muitos espinhos. O angico possui muitas características que facilitam localizá-lo entre outras árvores como, por exemplo, tronco acinzentado, rugoso e com projeções cônicas. A floração dessa espécie ocorre em massa, e sua copa tem uma beleza exuberante durante a estação seca, exibindo flores brancas ou amarelo-esverdeadas, pequeninas, dispostas em capítulos globosos axilares ou terminais, com cheiro característico e suave.

O fruto é uma vagem castanho-avermelhada, achatada, grande, de até 32 cm de comprimento, com superfície rugosa e dotada de pequenas excrescências e com bordos espessados e levemente constrictos entre as sementes. Na medicina caseira, sua casca, resina, flores e folhas têm propriedades medicinais. A goma-resina é usada como remédio contra tosse, bronquite, afecções do pulmão e das vias respiratórias (MORS; RIZZINI & PEREIRA, 2000). A infusão das flores serve para os mesmos fins. As cascas



em infusão, xarope, maceração e tintura são hemostáticas, depurativas, adstringentes, peitorais, antigripais, antireumáticas e possuem propriedades anti-inflamatórias. A infusão da casca tem propriedades sedativas e é usada contra gonorreia (MORS; RIZZINI & PEREIRA, 2000), diarreia e disenterias. É eficiente como cicatrizante nas contusões e cortes e também é empregada no tratamento de ulcerações. O uso da resina e folhas, na forma de xarope e chá, é considerado depurativo do sangue, recomendado para combate ao reumatismo e à bronquite. As sementes são psicoativas.

Durante a estação seca, período com poucos recursos florais na caatinga, as flores do angico fornecem pólen e néctar para muitas espécies de abelhas sem ferrão, como por exemplo, a abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*). Análises fitoquímicas de sua casca isolaram o alcaloide indólico óxido de N,N-dimetiltriptamina, esteroides (Palmitato de  $\beta$ -sitosterol,  $\beta$ -sitosterol, glicosídeo), flavonoides, triterpenoides (luperona, lupeol), componentes fenólicos (dalbergina, 3,4,5-dimethoxidalbegiona, kuhlmannina). Nas sementes foram encontradas 2,1% de bufotenina (LORENZI e MATOS, 2002).

### **9.1.2 Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão)**

É uma Anacardiaceae. É uma árvore de tronco alto e reto (MATOS, 2002), com larga copa formada de ramos finos que ocorre largamente no Nordeste do Brasil. Sua altura varia de 5 a 10 m de altura na Caatinga ou até 24 m na mata decídua, com tronco que pode atingir 1 m de diâmetro (LORENZI, 1992; BANDEIRA, 2002).



O nome aroeira é uma corruptela de “arara” e “eira”, cujo significado é “árvore de arara”, por ser uma árvore em que a ave gosta de pousar e viver. Já “urundeuva” é um termo de origem tupi-guarani que significa “não se deteriora na água”, isso porque a madeira dessa planta é muito resistente ao apodrecimento e ao ataque de cupins (ALMEIDA-CORTEZ, CORTEZ, FRANCO, UZUNIAN, 2007).

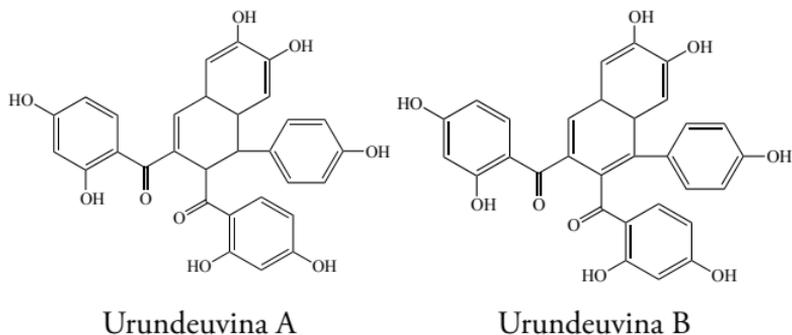
É uma das principais plantas da medicina tradicional nordestina, conhecida pelo seu uso secular na forma de semicúprio (banho-de-assento) após o parto, em que se emprega o cozimento da entrecasca. Esta mesma preparação é indicada também para o tratamento caseiro de afecções cutâneas e problemas do aparelho urinário e das vias respiratórias. Através de estudos químicos foram encontrados diversos compostos fenólicos dentre eles taninos dos tipos catéquico e pirogálico, chalconas diméricas e outros flavonoides que se mostraram biologicamente ativos (LORENZI e MATOS, 2002).

O óleo essencial obtido das folhas apresenta aproximadamente 16 constituintes, sendo majoritários o alfa-pineno, gama-pineno e o beta-cariofileno (SOUSA *et al*, 2004; MORS; RIZZINI & PEREIRA, 2000). Os extratos aquosos, hidroalcoólicos e, especialmente o extrato obtido com acetato de etila da entrecasca, mostraram efeito anti-inflamatório, analgésico, antiulcerogênica e cicatrizante (LORENZI e MATOS, 2002). A casca é muito rica em tanino e outras substâncias fenólicas mais simples. Contém, também, como substâncias ativas, flavonoides, taninos e seus precursores, além de duas chalconas diméricas, as urundeuvinas A e B (Fig. 05), de forte ação anti-inflamatória, cujas estruturas encontram-se abaixo. Considerando que as duas chalconas são os constituintes majoritários da fração ativa, podemos sugerir que as urundeuvinas A e B são pelo menos, na maior parte, as subs-



tâncias responsáveis pela ação adstringente, e pelas atividades anti-inflamatória, antiulcerogênica e cicatrizante, além de discreta ação antibacteriana contra *Staphylococcus*, especialmente em uso local, constatadas no extrato (MATOS, 2002).

**Figura 05 – Estruturas Químicas das Urundeuvinas A e B.**



Essas chalconas foram citadas na literatura apenas na espécie *M. urundeuva*. As urundeuvinas A e B são substâncias de cor amarela e levemente amargas. Dissolvem-se bem em acetato de etila e em etanol.

A aroeira é uma planta apícola importante para as abelhas nativas. Suas flores produzem néctar em abundância que atraem muitas espécies de abelhas nativas. O mel produzido através do néctar de aroeira é saboroso e muito apreciado por todos. Além do néctar, as flores masculinas possuem anteras vistosas que disponibilizam pólen para as abelhas.



### 9.1.3 Bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.)

É uma Labiatae (Lamiaceae). A árvore conhecida popularmente como bamburral é uma espécie subarborescente, anual, ereto, ramificado, fortemente aromático, de 0,50 a 1,90 m de altura. Muitas espécies de insetos, principalmente as abelhas, visitam suas flores para coletar néctar. O bamburral pode ser utilizado para aumentar a disponibilidade de recursos alimentares utilizados pelas abelhas.

É amplamente empregada na medicina caseira em algumas regiões brasileiras, principalmente no Nordeste, onde na época chuvosa é muito abundante (LORENZI e MATOS, 2002). A infusão de flores é usada para aliviar cólicas menstruais, problemas digestivos (AGRA, 1996) e, também para o tratamento de gota. As flores são também indicadas contra gripes, febres e para problemas respiratórios em geral (AGRA; ROCHA; FORMIGA; LOCATELLI, 1994). Estudos conduzidos com essa planta constataram atividades antitumorais e hipoglicemiantes, hipotensora, vasodilatadora, espasmogênica e, também espasmolítica e estrogênica (LORENZI e MATOS, 2002). Alguns estudos constataram possuir também atividade bactericida e fungicida contra vários microrganismos. Na sua composição química, encontram-se as seguintes classes de compostos: no óleo essencial obtido das folhas, monoterpênicos e sesquiterpênicos e, entre os compostos fixos, diterpênicos, triterpênicos e esteroides (AGRA, 1996). O elevado teor de cineol no óleo essencial das folhas permite o seu uso como antigripal, na forma de inalação com vapor d'água, mesmo depois de secas.



#### 9.1.4 Vassourinha-de-Botão (*Borreria verticillata* (L.) G.Mey)

Pertence à família Rubiaceae. É conhecida popularmente como vassourinha, é uma herbácea perene, medindo de 30 a 60 cm de altura, e presente em todo o continente americano, incluindo todo o território brasileiro, em solos arenosos (LORENZI, 2000). Suas inflorescências são formadas por flores pequenas e com pétalas brancas. É uma planta de alto potencial apícola. É uma fonte de néctar muito importante para as abelhas nativas. Espécies de abelhas como a Jandaíra (*Melipona subnitida*) são visitantes frequentes de suas flores.

Suas folhas e raízes são empregadas na medicina caseira em várias regiões do país, particularmente no Norte e Nordeste. A literatura etnofarmacológica cita o uso de suas raízes como vomitivo e diurético, na forma de infusão, que é empregada também, como medicação caseira contra diarreia infantil (MORS; RIZZINI & PEREIRA, 2000). Folhas e raízes cozidas são citadas também no preparo de banhos usados contra erisipela, hemorroidas e varizes (LORENZI, 2000).



### 9.1.5 Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)

Pertence à família Anacardiaceae. O cajueiro é uma árvore de copa baixa, de 5 a 10 m de altura. Ocorre no estado nativo nos campos e dunas da costa norte do Brasil, especialmente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará. Seu fruto é reniforme, do tipo aquênio, vulgarmente conhecido como castanha, cujo mesocarpo contém um óleo-resina cáustico, conhecido como LCC (líquido da castanha de caju); no seu interior se encontra uma amêndoa oleaginoso, comestível. O caju é o pedúnculo floral que se desenvolveu formando um pseudofruto (BRAGA, 1960; LORENZI, 1992), carnosos, suculento e muito rico em vitamina C, utilizado principalmente na produção de sucos e doces. Nas práticas da medicina caseira são usadas preparações de uso oral, feitas com a entrecasca, a goma, e o LCC, de acordo com a tradição e tidas como antidiabética, adstringente, antidiarreica, depurativa, tônica e antiasmática. Para uso externo é recomendado o uso da entrecasca, em bochechos e gargarejos, como antisséptico e anti-inflamatório nos casos de feridas e úlceras da boca e afecções da garganta, embora sua eficácia e segurança terapêutica ainda não tenham sido comprovadas cientificamente (LORENZI e MATOS, 2002).

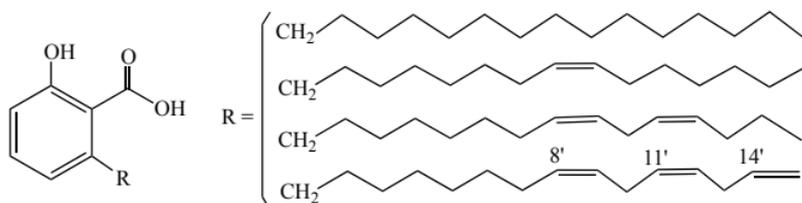
Ensaio farmacológicos em laboratórios demonstraram que o LCC tem propriedade antisséptica com atividade sobre os microrganismos respectivamente pela cárie dental (*Streptococcus mutans*) e pela acne (*Propionibacterium acnes*). Na casca dessa planta foram encontrados esteroides, flavonoides, taninos, catequinas e outros fenóis; nas folhas jovens é mencionada a presença de vários flavonoides, galatos de metila e etila (SOUSA *et al*, 2004). Por sua forte ação anti-inflamatória devido a presença de uma



epicatequina, seu princípio ativo, o tegumento da semente é uma importante parte medicinal desta planta (MATOS, 2002). O principal constituinte químico ativo descrito do cajueiro é o ácido anacárdico (SOUSA *et al*, 2004).

O ácido anacárdico é dotado de propriedades moluscicida, antimicrobiana, amebicida e antitumoral, tendo sido verificado que os derivados insaturados detêm maior atividade moluscicida e antimicrobiana. O ácido anacárdico, o cardol e o metil-cardol demonstram moderada atividade citotóxica contra células de carcinoma de cervix, mama e outros. É o responsável pela dermatite aguda provocada no homem pelo contato com a casca de caju.

### Figura 06: Estrutura Química do Ácido Anacárdico.



Suas inflorescências são formadas por flores vermelhas, pequenas e perfumadas. O néctar é o recurso mais atrativo para os polinizadores, embora o pólen também seja coletado por algumas abelhas.

Abelhas solitárias do gênero *Centris*, também conhecidas como abelhas coletoras de óleos, são os principais polinizadores do caju. Espécies de abelhas sem ferrão como a abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*) também coletam néctar das flores do cajueiro. As abelhas do gênero *Centris* necessitam de óleo para construir seus ninhos e alimentarem suas crias.



### 9.1.6 Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tull.)

Pertence à família Leguminosae Cesalpiniaceae (MATOS, 1999). Os ocos nos troncos das árvores idosas são muito utilizados pelas abelhas nativas para a fabricação de ninhos. As abelhas do gênero *Xylocopa* e *Centris* são os principais polinizadores de plantas do gênero *Poincianella*. Outros visitantes florais também coletam néctar da catingueira, como beija-flores, borboletas, e abelhas sem ferrão dos gêneros *Trigona*, *Frieseomelitta* e *Melipona*.

A catingueira é uma planta comum em toda a Caatinga, endêmica do Brasil. Árvore de porte médio, sem espinhos, que pode atingir de 4 a 6 m de altura dependendo das condições físicas ambientais e nível de perturbação, uma vez que, se cortada, ao brotar atinge um menor porte. Possui copa aberta e irregular, ramos verdes, com abundantes lenticelas esbranquiçadas. A casca das árvores adultas da catingueira é de cor acinzentada.

Na estação seca, a catingueira perde suas folhas e é uma das primeiras árvores a rebrotar com o início das chuvas (ALMEIDA-CORTEZ *et al.*, 2007). As folhas, flores e cascas são usadas no tratamento das infecções catarrais, bronquites e nas diarreias e disenterias (MATOS, 1999).

### 9.1.7 Cumaru

(*Amburana cearensis* (Fr. Allemão) A. C. Smith)

Pertence à família Leguminosae-Papilionoideae (Fabaceae) (MATOS, 1999; LORENZI e MATOS, 2002). Para as abelhas, o cumaru é uma planta bastante importante por fornecer néctar na estação seca. O néctar de suas flores é uma fonte de carboi-



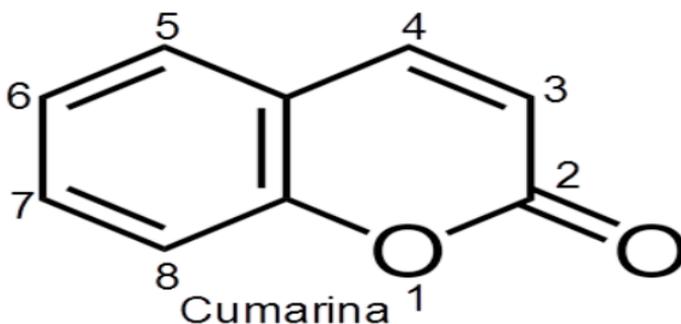
drato e energia. O cumaru também é conhecido por Imburana-de-cheiro sendo própria da caatinga nordestina. Em condições físicas ambientais favoráveis, pode chegar a 20 m de altura na caatinga, e sua característica mais marcante é o desprendimento da casca lisa, delgada e avermelhada do caule, expondo o troco pardo-amarelado, liso. Suas flores são pequenas, aromáticas e possuem apenas uma pétala com coloração branca e tons róseos. A floração dessa espécie surge logo no início da estação seca, exibindo uma copa de beleza exuberante (LORENZI, 1992).

As cascas e sementes são usadas com frequência na medicina popular como medicação caseira (MATOS, 1999), no tratamento de bronquites, asma, gripes e resfriados, na forma de chá fervido (decocto) ou de banho com o cozimento das cascas (decocto) para tratar dores reumáticas. O estudo fitoquímico mostrou que as sementes possuem aproximadamente 23% de um óleo fixo constituído principalmente dos glicerídeos dos ácidos: palmítico, linoleico, oleico, esteárico e de cumarina e um pouco de 6-hidroxicumarina (MATOS, 2000; MORS, RIZZINI & PEREIRA, 2000; SOUSA *et al.*, 2004).

Nas cascas foram encontrados cumarina, isocampferídeo e traços de outros flavonoides (SOUSA *et al.*, 2004). A cumarina e alguns de seus derivados são provavelmente, junto com outras substâncias em estudo, responsáveis pela atividade anti-inflamatória e broncodilatadora. Não apresenta ação secundária excitante do sistema nervoso central nem atividade analgésica, mas a dor pode diminuir por causa da ação anti-inflamatória (MATOS, 2002).



**Figura 07: Estrutura Química da Cumarina**



### 9.1.8 Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.)

Pertence à família Rhamnaceae. Na apicultura, o juazeiro é uma das plantas mais importantes da Caatinga por fornecer pólen e néctar na época seca do ano, quando há poucas espécies de plantas em floração nessa região. O néctar é o principal recurso coletado pelos visitantes florais, entre eles vespas e abelhas nativas. As flores fornecem néctar principalmente para a manutenção das abelhas nos períodos de secas. Para completar a quantidade de fontes de néctar disponíveis às abelhas, recomenda-se o plantio em áreas próximas a meliponários. É uma árvore de médio porte, chegando a atingir até 16 m de altura, possui ramos tortuosos com espinhos, e a copa verde o ano todo. Casca lisa, cinza-escura, levemente castanha. Copa frondosa, globosa, verde-escura, com galhos que descem até próximo ao solo. Essa espécie é bastante conhecida pelos seus frutos comestíveis, ricos em vitamina C. Suas flores são pequenas, amarelo-esverdeadas, reunidas em inflorescências que surgem das axilas das folhas (LORENZI, 1992; BRAGA, 1960).



Uma característica marcante do juazeiro é sua importância e utilidade nas propriedades farmacológicas. Cascas e folhas são tradicionalmente usadas na medicina popular do Nordeste, na forma de extrato feito com água, usado por via oral para alívio de problemas gástricos (SOUSA *et al.*, 2004).

Seu principal constituinte químico é uma saponina triterpênic derivada do ácido oleanólico. Como outras saponinas, esta tem atividade detergente e espumígena, porém mais forte que as demais (MATOS, 2002). Os principais constituintes químicos ativos descritos no juazeiro são as saponinas jujubogenina 3-O- $\alpha$ -L-arabinofuranosil-(1 $\rightarrow$ 2)-[ $\beta$ -D-glicopiranosil(1 $\rightarrow$ 3)]- $\alpha$ -L-arabinopiranosídeo e seus 4''-di-O-sulfato e 3'', 4''-di-O-sulfato. Considerando os efeitos do extrato aquoso, somando ao fato de que as saponinas estão presentes em considerável proporção, supõe-se que estas substâncias são as responsáveis pela desestabilização da placa dentária, assim como pela atividade antimicrobiana sobre as bactérias formadoras da placa (SOUSA *et al.*, 2004).

### 9.1.9 Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir.)

A jurema – preta pertence à família Leguminosae e sub-família Mimosoidae. Essa espécie floresce por um longo período do ano, porém predominantemente durante a estação seca. Suas inflorescências são reunidas em espigas, formadas por flores brancas, pequenas, e suavemente perfumadas, que fornecem recursos florais, pólen e néctar, para muitas espécies de insetos, e principalmente abelhas. É uma árvore de pequeno porte, silvestre, característica da Caatinga, e apresenta grande potencial de produção de forragem, constituindo, na maioria das vezes,



a principal fonte de alimentação animal nesta região (PINTO *et al.*, 2006). É também utilizada como madeira e carvão, bem como na medicina caseira, em tratamentos de queimaduras, acne e problemas de pele (MAIA, 2004).

O pó da casca é muito usado na medicina caseira para o tratamento de queimaduras, acne, defeitos da pele. Tem efeito antimicrobiano, analgésico, regenerador de células e adstringente peitoral. O efeito cicatrizante serve também nos animais domésticos e a planta é usada em lavagens contra parasitas. Da casca da jurema-preta, foram isoladas várias substâncias com atividade biológica. A grande quantidade de taninos e flavonoides detectados no extrato obtido com acetato de etila são os prováveis responsáveis pela atividade antimicrobiana dessa planta (MECKES-LOZOYA *et al.*, 1990). Pereira *et al.* (2009) ao comparar a eficácia da atividade antimicrobiana do extrato etanólico da jurema-preta sobre os microrganismos *Staphylococcus aureus* com os extratos etanólicos obtidos da *Punica granatum* L. e *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. observaram melhores resultados com o mesmo.

### **9.1.10 Marmeleiro Preto** (*Croton sonderianus* Muell Arg.)

Pertence à família Euphorbiaceae. O marmeleiro é uma árvore de pequeno porte ou arbusto que pode atingir até 6 m de altura, com características importantes para a apicultura da Caatinga. É originária do Brasil e cresce de forma silvestre desde o Piauí e Nordeste até Minas Gerais, ocupando áreas desmatadas e formando grandes conjuntos relativamente homogêneos na Caatinga (MATOS, 1999).



O marmeleiro é uma espécie importante para a sobrevivência das espécies de abelhas da Caatinga. O néctar das suas flores é responsável pela produção de mel com sabor muito apreciado e alto valor comercial para os criadores de abelhas, sendo dessa forma considerado uma das principais fontes de néctar da Caatinga. Essas características favorecem a utilização dessa espécie em locais de criação e conservação de abelhas sem ferrão.

Na alimentação, a semente dessa planta contém alto teor de ácido oleico, podendo ser utilizado como óleo comestível. O óleo produzido pelo marmeleiro também pode ser usado como fonte de energia renovável. A literatura etnofarmacológica registra o uso de suas cascas para combater problemas estomacais. Seu estudo fitoquímico registra como responsável pelo cheiro aromático das folhas e das cascas um óleo essencial de composição complexa, contendo pineno, cânfora e guaiazuleno, além de vários outros mono e sesquiterpenos (CRAVEIRO; MATOS e ALENCAR, 1978).

O extrato benzênico de sua madeira mostrou-se ativo contra *Staphylococcus aureus* e em sua composição foram encontrados a scopoletina, que é uma hidroxicumarina e vários diterpenos (MORS, RIZZINI & PEREIRA, 2000). O amplo emprego desta planta como medicação estomáquica e antidiarréica nas práticas caseiras da medicina tradicional, aliado a sua grande abundância no Nordeste, é motivo para mais estudos com vista ao seu aproveitamento em fitoterápicos (LORENZI e MATOS, 2002).



### 9.1.11 Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.)

É uma Combretaceae. É uma espécie arbustiva, caducifólio de 2 a 4 m de altura, nativo da Caatinga do Nordeste Brasileiro e do Pantanal Matogrossense, atingindo nesta região um porte arbóreo (AGRA, 1996; LORENZI, 1999). Na base da flor do mofumbo forma um pequeno tubo onde é produzido e armazenado o néctar da planta, principal recurso coletado pelas abelhas nativas. Além disso, suas flores são muito atrativas para outros insetos, como borboletas e vespas. O plantio de mudas dessa espécie é muito importante para fortalecer a criação e conservação de abelhas.

A planta inteira é empregada na medicina caseira do Nordeste. A infusão, o decocto e o xarope das raízes são usados contra a tosse e a coqueluche. As folhas e a entrecasca do caule são usados em infusões como hemostático, sudorífico e calmante (AGRA, 1996; MORS, RIZZINI & PEREIRA, 2000). Folhas novas mastigadas são colocadas em corte para interromper o sangramento. À infusão de suas folhas e frutos são atribuídas propriedades anti-asmáticas e à casca propriedades afrodisíacas (LORENZI e MATOS, 2002).

Estudos fitoquímicos desta planta indicaram a presença em seus tecidos dos seguintes compostos: triterpenoides, (ácido arjunólico e ácido mólc), flavonoides (escoparol, 3-O-a-L-rhamnopirano) (MORS, RIZZINI & PEREIRA, 2000). Portanto, essa planta também é importante para a restauração florestal, para a arborização paisagística, e para a apicultura da região.



### 9.1.12 Oiticica (*Licania rigida* (Benth.)

Pertence à família Chrysobalanaceae. Por se manter verde o ano todo, a oiticica se torna um importante fornecedor de pólen e néctar para as espécies da região, principalmente as abelhas. Durante a estação seca, os apicultores enfrentam uma escassez de alimentos para as abelhas, e por existir poucas flores no campo, elas aproveitam toda e qualquer fonte de néctar e pólen que surja. Essa espécie é conhecida pelos apicultores por fornecer néctar para a fabricação de pelo menos uma safra de mel claro bastante atrativo para o mercado consumidor durante o período da entressafra da oiticica.

Possui copa ampla, densa e baixa, de 5-10 m de altura, com tronco curto, grosso e canelado, de 50-80 cm de diâmetro, nativa da Caatinga e da mata de galeria do Nordeste Brasileiro. Sua inflorescência se dá em espigas racemosas, situadas nas pontas dos ramos, aparecendo no mês de junho até outubro. A floração é contínua até cem (100) dias, período correspondente a abertura da primeira flor até a última. As flores são pequenas, medindo de 2 a 5 mm de diâmetro, hermafroditas, amareladas no seu interior, agrupadas as centenas na inflorescência. (AGRA, 1996; ANDRADE-LIMA, 1989).

Seu fruto é uma drupa oblonga, de 3 a 7 cm, de casca verde, mesmo quando maduro, tornando-se amarelo-escuro quando seca. Contém uma só semente, envolta em massa amarelada, rala, de cheiro pouco agradável, e fibrosa.

Suas folhas são empregadas na medicina popular de algumas regiões do Nordeste, sendo usadas na forma de infuso ou decocto, em substituição à água, no tratamento de diabetes e



de inflamações de forma geral (AGRA, 1996). Análises fitoquímicas com esta planta constataram a presença de ácidos graxos (ácidos oleostearíco e licânico) além de taninos e flavonoides (LORENZI e MATOS, 2002).

### 9.1.13 Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* (Benth.)

Pertence à família Leg. Mimosoideae. A abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) coleta pólen e néctar de suas flores. O mel de sabiá é muito saboroso e em algumas regiões do nordeste essa planta é responsável por aumentar consideravelmente a produção anual de mel. É uma planta silvestre, conhecida popularmente como sabiá. É uma herbácea perene, fortemente aromática, ereta ou decumbente, ramificada na base formando aspecto de touceira, de 30-60 cm de altura.

O uso mais comum das folhas e inflorescências dessa planta é na medicina tradicional, no tratamento de indigestão, problemas de fígado, contra lactação, salivação e suores excessivos, contra ansiedade, depressão e problemas da menopausa. É usada também como auxiliar no tratamento de gota, contra dispepsia, astenia, diabetes, bronquite crônica e intestino preso (LORENZI e MATOS, 2002).

Na sua composição química destaca-se a presença de óleos essenciais ricos em terpenos, taninos, glicosídeos diterpênicos, flavonoides, ácido rosmarínico e saponinas (PANIZZA, 1998; VIEIRA & ALBUQUERQUE, 1998).



### 9.1.14 Cajazeira (*Spondias mombin* L.)

É uma Anacardiaceae. Suas flores são pequenas, brancas, cheirosas e muito atrativas para as abelhas nativas. Os principais polinizadores do umbuzeiro são espécies de abelhas sem ferrão dos gêneros *Scaptotrigona*, *Trigona* e *Frieseomelitta*. Por fornecer néctar durante a estação seca, a cajazeira é um recurso muito importante para a manutenção das espécies de abelhas na caatinga.

O umbuzeiro é uma espécie comum do nordeste brasileiro. É uma árvore de grande porte. Produz frutos comestíveis muito apreciados no nordeste do Brasil. Em geral, os frutos são consumidos ao natural, misturados ao leite, e principalmente utilizados na fabricação de doces. À casca são atribuídas propriedades emética e antidiarreica, tendo emprego semelhante ao da raiz no alívio das crises de hemorroidas.

Levantamentos etnobotânicos registram o uso de suas folhas, popularmente como ocitócica, antidiarreica, anti-infecciosa e, como adstringente, no tratamento de feridas. O aroma dos frutos vem da mistura de compostos voláteis, constituída por cerca de 100 componentes dos quais o 3-hidroxi-butanoato de isobutila e linalol e seus ésteres são considerados os principais responsáveis.

São citados também o 3-hidroxi-butanoato de propila, 3-hidroxi-butanoato de etila e outros ésteres, ácidos, álcoois, aldeídos mono e sesquiterpenos. Das folhas pode ser extraído, com baixo rendimento, um óleo essencial que contém 3-hexenol e  $\beta$ -cariofileno. Como constituintes majoritários. Dos constituintes químicos fixos dos frutos são mencionados vitamina C e vários carotenoides (SOUSA *et al.*, 2004).



Ensaio de atividade antimicrobiana dos extratos aquoso e alcoólico das folhas de cajazeira demonstraram ação inibitória contra o crescimento de alguns microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos (AJAO; SHONUKAN; FEMI-ONADEKO, 1984; SAGRENO-NIEVES; DEPOOTER, 1992; ALEGRO-NE; BARBENI, 1992). Estudos realizados com o extrato etanólico das folhas e talos da cajazeira isolaram substâncias derivadas do ácido salicílico com acentuada atividade antibacteriana contra *Bacillus cereus*, *Streptococcus pyogenes* e *Mycobacterium fortuitum*. Nas folhas e talos são encontrados os taninos elágicos geraniina e galoilgeraniina e derivados do ácido cafeico (LORENZI e MATOS, 2002).

### 9.1.15 Velame de Cheiro

(*Croton regelianus* var. *matosii* R. Smith.)

É da família Euphorbiaceae. Importante planta melífera, na qual o fornecimento de néctar dá origem a um mel de cor clara e bastante apreciado.

É um subarbusto piloso típico e abundante na Caatinga, com cerca de 1 m de altura. Suas folhas são grossas, ásperas e maceradas exalam odor agradável devido ao óleo essencial que contém. As inflorescências alongadas, nas pontas dos ramos, trazem as folhas masculinas acima e femininas a baixo, que produzem os frutos. Essa espécie é também utilizada na medicina caseira, o pvo atribui às folhas e raízes dessa planta atividade em doenças do estômago e reumáticas. Estudos em ratos comprovaram seu uso como antitumoral (MATOS, 1999).



### 9.1.16 Alecrim – Pimenta (*Lippia sidoides* Cham.)

É da família Verbenaceae. É um grande arbusto caducifólio, ereto, muito ramificado e quebradiço, de 2-3 m de altura, próprio da vegetação do semiárido nordestino. Tem folhas aromáticas e picantes, simples, pecioladas e flores pequenas, esbranquiçadas, reunidas em espigas (MATOS E OLIVEIRA, 1998). É largamente usada na medicina caseira nordestina como um antisséptico (MATOS, 1998). As folhas juntamente com as flores constituem a parte medicinal desta planta, usada na forma de chá do tipo abafado em lavagens nasais para tratar um tipo de rinite alérgica com muitos espirros (MATOS, 2000).

A análise fitoquímica, das folhas dessa planta, registra até 4% de um óleo essencial que contém mais de 60% de timol, ou uma mistura de timol e carvacrol, dois terpenos fenólicos com fortíssima atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, que causa infecções na pele e na garganta, *Streptococcus mutans* responsável pela cárie dentária, *Corynebacterium xerosis* causador do mau cheiro nas axilas e nos pés, *Candida albicans* ou *Monilia* encontrada nas aftas e no corrimento vaginal, além de agentes causadores de micoses na pele, *Trichophytum rubrum* e *Trichophytum interdigitale* (MATOS, 2000; LEMOS *et al*, 1990; LEMOS *et al*. 1992). Flavonoides, naftoquinonas, esteróis livres e glicosilados e ácidos orgânicos foram encontrados em ratos feitos com solventes orgânicos a partir das folhas dessa planta (MACAMBIRA, ANDRADE, MATOS, 1986; COSTA, *et al*, 2001; COSTA *et al*, 2002).

Tem também ação moluscicida contra o caramujo *Biomphalaria glabra*, hospedeiro intermediário da esquistossomose e, larvicida contra o estágio aquático de *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue (MATOS, 2000).



## 10 - MEL – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS

Mel é o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores, das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas. As abelhas recolhem, transformam e combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia (Fig. 08), segundo definição do Grupo Mercado Comum (GMC), constituído pelos países Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, de acordo com a resolução 15/94.

**Figura 08: Etapa do Processamento para retirada do mel dos favos**



Fonte: Cedida por Abreu Neto – Centec Quixeramobim-CE.

O consumo do mel data de antiguidade remota. A literatura clássica cita-o constantemente. Autores como, por exemplo, Plutarco, Aristóteles, Homero e Plínio o mencionam. Mediante a fermentação do mel eram obtidas bebidas com certo teor al-



coólico, chamadas de hidromel ou água-mel, já que era diluído, conseguindo-se assim sua modificação química. No período colonial brasileiro, nos domínios dos fazendeiros, havia em suas mesas carne de gado, pão, vinhos feitos de mel de meliponídeos, além de lã algodão, azeite de amendoim, e a cera de abelhas nativas que convertida em velas iluminava a noite. A coroa portuguesa proibia a fabricação do vinho de mel, para evitar a concorrência com o vinho produzido em Portugal (GONZAGA, 2004). No continente europeu, foi substituído como adoçante apenas com o surgimento da sacarose proveniente da cana-de-açúcar das Antilhas. A mudança parece ter sido promovida pela necessidade de possuir um adoçante que não mudasse o sabor da infusão de café, que nessa época começava a expandir-se na Europa (SALINAS, 2002).

A maioria das plantas é produtora de néctar, usado pelas abelhas, para originar o mel. Consequentemente os componentes bioativos da planta de origem podem ser transferidos para o mel. Numerosos estudos mostram um grande número de compostos naturais que possuem propriedades promotoras de saúde. No mel, a composição e a capacidade antioxidante variam com a sua fonte floral usada para a coleta de néctar e com alguns fatores externos como o clima, ambiente e o processamento pelo qual tenha passado (BALTRUŠAITYTĖ *et al.*, 2007).

## 10.1 Composição do Mel

A composição do mel é variável dependendo do tipo de planta, do clima e condições ambientais e principalmente da espécie de abelha. A sua elaboração resulta de duas modificações principais sofridas pelo néctar, uma física pela desidratação, através da evaporação na colmeia e absorção no papo, e a outra uma reação química que atua sobre o néctar, transformando a sacaro-



se, através da enzima invertase, em glucose e frutose; outras duas reações em menor escala, consistem em transformar o amido do néctar, através da enzima amilase, em maltose e através da enzima glucose-oxidase que transforma a glucose em ácido glucônico e peróxido de hidrogênio (LEGLER, 2000).

A enzima Superóxido Dismutase (SOD) converte o radical superóxido a oxigênio e peróxido de hidrogênio fornecendo a primeira linha de defesa contra EROs (Espécies Reativas de Oxigênio) produzidos na mitocôndria. Como muitos eucariotos, as abelhas melíferas têm um gene mitocondrial MnSOD localizado no cromossomo 11. A enzima Catalase previne formação do radical livre hidroxila por quebra do peróxido de hidrogênio em oxigênio e água. O gene da Catalase na abelha melífera codifica uma proteína com 513 aminoácidos e está localizada no cromossomo 6. A Catalase em *Apis* como nos outros eucariotos, está localizada no citosol. Tem sido observada a atividade da catalase presente em mel de abelha (WHITE JR., 1975), que talvez aja para manter os níveis de peróxido de hidrogênio no mel (produzido pelas abelhas para preservá-lo) abaixo de níveis tóxicos. Desde que no genoma da abelha melífera a única Catalase não é extracelular, a fonte dela no mel permanece a ser determinada. Tem sido cogitado que ela venha de plantas (WHITE JR., 1975), mas Catalases extracelulares são, aparentemente, somente encontradas em algumas bactérias e fungos. Uma intrigante possibilidade é que a Catalase no mel se origine de bactéria endossimbiótica (CORONA e ROBINSON, 2006).

A atividade antimicrobiana do mel tem sido atribuída a fatores físicos: acidez e osmolaridade e a fatores químicos: peróxido de hidrogênio, que é produzido pela glucose oxidase, compostos voláteis, carboidratos e aos compostos fenólicos, embora a letalidade de inibição por esses e outros componentes contra microrganismos varie largamente dependendo da fonte floral do néctar (WILLIX *et al.*, 1992; COOPER *et al.*, 1999). A composição típica do mel de abelhas encontra-se na Tabela 03.



**Tabela 03- Composição Típica do Mel de *Apis mellifera* L.**

	Faixa de variação
Frutose/Glicose	0,76 – 1,86
Frutose (%)	30,91 – 44,26
Glicose (%)	22,89 – 40,75
Minerais (%)	0,02 – 1,028
Umidade (%)	13,4 – 22,9
Açúcares redutores (%)	61,39 – 83,7
Sacarose (%)	0,25 – 7,6
Ph	3,42 – 6,1
Acidez total (meq/kg)	8,68 – 59,5
Proteína (mg/100g)	57,7 – 567

Fonte: *The National Honey Board*, 2004.

O poder adoçante do mel é avaliado em cerca de metade do atribuído ao mesmo peso de açúcar da cana (CRANE, 1983). Além da doçura, os açúcares são responsáveis por outras características, tais como o poder higroscópico, capacidade de conservação e habilidade de promover cor e sabor. Outra importante característica dos carboidratos do mel é a cristalização, determinada pelas relações de frutose/glucose e glucose/água. Méis com uma baixa relação glucose/água ou com altos teores de frutose, não cristalizam facilmente (HOOPER, 1976; THE NATIONAL HONEY BOARD, 2004). A composição do mel depende, basicamente, da composição do néctar de cada espécie vegetal produtora, bem como também da natureza do solo, das raças das abelhas, do estado fisiológico da colônia, do estado de maturação do mel, das condições meteorológicas e do manejo do apicultor (BALTRUŠAITYTĖ *et al.*, 2007). Embora seja um alimento de alta qualidade, apenas o seu consumo não é suficiente para suprir todas as necessidades nutricionais humanas. A Tabela 04 apresenta os nutrientes do mel em relação aos requerimentos nutricional-



nais de vitaminas (CAMARGO e PEDRO, 2003).

**Tabela 04 – Composição de Vitaminas e Teor Calórico do Mel de *Apis mellifera* L.**

Nutriente	Unidade	Quantidade em 100 g de mel	Ingestão diária recomendada
Energia	Caloria	339	2800
Vitaminas:	U.I	-	-
A	mg	0,004 – 0,006	5000
B <sub>1</sub>	mg	-	1,5
B <sub>2</sub>	mg	-	-
Riboflavina	mg	0,02 – 0,06	1,7
Niacina	mg	0,11 – 0,36	20
B <sub>6</sub>	mg	0,008 - 0,32	2
Ácido Pantotênico	mg	0,02 – 0,11	10
Ácido Fólico	mg	-	0,4
B <sub>12</sub>	mg	-	6
C	mg	2,2 – 2,4	60
D	UI	-	400
E	UI	-	30
Biotina	mg	-	0,330

Fonte: Camargo e Pedro, 2003.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do mel (BRASIL, 2000) estabelece como requisitos de qualidade físico-química as análises de açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), acidez livre, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF) e conteúdo de pólen. Para cada requisito, estabelece padrões de qualidade que os produtos devem atender (Tabela 05).



**Tabela 05 – Especificações da Legislação Brasileira para Análise de Mel de *Apis mellifera* L.**

Parâmetro	Especificações		
	Mel Floral		Mel de Melato
Umidade		Máximo 20%	
Açúcares Redutores	Mínimo 65%		Mínimo 60%
Sacarose Aparente	Máximo 6%		Máximo 15%
Sólidos Insolúveis		Máximo 0,1%	
Minerais (cinzas)	Máximo 0,6%		Máximo 1,2%
Acidez		Máximo 50 mEq/kg	
Atividade Diastásica	Mínimo 8 na escala Gothe ou 3 se HMF inferior a 15 mg/kg		
Hidroximetilfurfural		Máximo 60 mg/kg	

Fonte: Brasil, 2000.

\* *Hidroximetilfurfural*: HMF

Quanto ao mel produzido pelas abelhas sem ferrão, está em estudo e elaboração uma legislação própria já que ocorrem algumas diferenças com relação aos índices observados para o mel da abelha *Apis mellifera*.



## 11 - A IMPORTÂNCIA MEDICINAL DO MEL

Pesquisas indicam que o mel contém cerca de 200 substâncias sendo considerado de grande importância na medicina tradicional, tendo sido usado desde a antiguidade. O uso do mel para tratamento de queimaduras, problemas gastrointestinais, asma, feridas infectadas, e úlceras da pele, foi redescoberto nos tempos atuais (KÜÇÜK *et al.*, 2007). O mel contém uma mistura complexa de metabólitos secundários responsáveis por suas atividades como os aldeídos aromáticos, ácidos carboxílicos aromáticos e seus ésteres, derivados de carotenoides, terpenoides, flavonoides e outros aparecem em menores proporções. Muitos desta ampla gama de constituintes menores presentes no mel apresentam propriedades antioxidantes e antimicrobianas, destacando-se, entre estes, os compostos fenólicos que também contribuem para exaltar as suas qualidades sensoriais.

A atividade antioxidante de compostos fenólicos contribui significativamente para a saúde humana (MUÑOZ e COPAJA, 2007). O mel é conhecido por ser rico em antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, incluindo glucose oxidase, catalase, ácido ascórbico, flavonoides, ácidos fenólicos, derivados de carotenoides, ácidos orgânicos, produtos da reação de Maillard, aminoácidos e proteínas.

O mel possui propriedades medicinais já comprovadas cientificamente como: antibacteriana, antifúngica, antiviral, anti-inflamatória, hepatoprotetora, antioxidante, antitumoral (GÓMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006). Ele apresenta como componentes vitaminas, carboidratos e sais minerais. Em pequenas proporções aparecem flavonoides e os ácidos fenóli-



cos, certas enzimas, ácido ascórbico, produtos da Reação de Maillard, flavonóis,  $\alpha$ -tocoferol, catequinas, e carotenóides (MEDA *et al.*, 2005). São esses constituintes que aparecem em menores proporções, que podem ter um papel relacionado com as atividades biológicas do mel.

Quimicamente, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE *et al* 2005). Possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais. Existem cerca de cinco mil estruturas fenólicas, destacando-se entre eles, os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI e NACZK 1995). Graças à presença de grupos funcionais fenólicos essas substâncias capturam os radicais livres existentes em metabolismos secundários de animal e vegetal através do emparelhamento com o elétron desemparelhado presente nesses compostos. Dessa forma os antioxidantes auxiliam no tratamento e prevenção de doenças degenerativas, pois retardam o envelhecimento das células, principalmente das membranas que possuem em sua composição substâncias lipídicas suscetíveis ao estresse oxidativo e/ou peroxidação lipídica.

Sabe-se hoje que um dos fatores envolvido no desenvolvimento da doença de Alzheimer, mal degenerativo, é a diminuição da concentração do neurotransmissor que age nas fendas sinápticas: acetilcolina. Estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de se encontrar em produtos naturais uma atividade capaz de inibir a enzima acetilcolinesterase. Ela tem uma função importante que é hidrolisar acetilcolina em colina controlando assim a disponibilidade da acetilcolina durante a propagação dos impulsos nervosos. Segundo Almeida (1998), as anormalidades nos sistemas cerebrais que utilizam acetilcolina são considera-



das características da doença e incluem: redução desproporcionalmente grande na quantidade de acetilcolina, redução de colina-acetiltransferase; degeneração do núcleo basal de Meynert; alteração no número e sensibilidade de receptores nicotínicos e muscarínicos cerebrais e sensibilidade aumentada aos efeitos de drogas anticolinérgicas como a escopolamina.

## **12 - PARÂMETROS PARA CONTROLE DE QUALIDADE DO MEL**

### **12.1 Umidade**

A umidade é o segundo componente em quantidade na composição do mel (15 a 20%), e pode ser influenciada pela origem botânica da planta, condições climáticas e geográficas ou pela colheita do mel antes da completa maturidade. É uma das características mais importantes, por influenciar na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade do mel. Normalmente, quando o mel se encontra maduro tem menos de 18,5% de umidade (SEEMANN e NEIRA, 1988; CANO *et al.*, 2001). Segundo Schweitzer (2001), se a umidade for acima desse valor, maior será o risco de fermentação. A água presente no mel apresenta forte interação com as moléculas dos açúcares, deixando poucas moléculas de água disponíveis para os microrganismos (VERÍSSIMO, 1987). De acordo com Root (1985), a umidade no mel é variável, assim como os demais constituintes, sofrendo influência da umidade do néctar, das condições ambientais, do fluxo nectarífero, quando abundante, o que dificultaria a retirada da água, ou ainda pelo manejo inadequado do apicultor por



ocasião da extração, embalagem e armazenamento. Esses fatores isolados, ou em conjunto, contribuem para a elevação da umidade do mel (RUHLE, 2000). Admite-se um teor de umidade no mel de 17 a 20% (CRANE, 1983). De acordo com a Legislação Brasileira o teor máximo de umidade nos méis não deve superar os 20% (BRASIL, 2000). Para a Comunidade Europeia admite-se um teor médio de 21%, enquanto que para a Farmacopeia Portuguesa pode-se atingir 22% (CAMPOS, 1998).

Analisando méis da Chapada do Araripe no Estado do Ceará, Arruda (2003) encontrou um valor médio de 15,74%, variando de 14,97 a 17,23%. Almeida (2002) pesquisando méis produzidos em áreas de cerrado do município de Pirassununga, São Paulo, registrou uma variação de 16,6 a 20,8%, com média de 18,01%. Já Rodrigues *et al.* (2002) obtiveram umidade de 18,76% em méis da região do Brejo Paraibano. Marchini (2001) encontrou um valor médio de 19,1% para umidade em amostras de méis do Estado de São Paulo. Ainda em São Paulo, Marchini *et al.* (2002) observaram uma variação de 15,1 a 21,5% de umidade em méis de flores de laranjeira. Em Mato Grosso do Sul, Marchini *et al.* (2001a) detectaram 19,98% de umidade.

Analisando méis de plantas da Caatinga cearense, Liberato *et al.* (2013) encontrou para a maioria dos méis analisados valores permitidos pelo CAC e pela Legislação Brasileira para méis (BRASIL 2000). Os valores de umidade obtidos para as amostras de méis ficaram entre  $13,63 \pm 0,34$  e  $20,80 \pm 0,65$ . Os maiores valores ficaram com uma amostra de mel de *Lippia sidoides* (20,80%) da localidade de Monsenhor Tabosa, uma amostra heterofloral (20,40%) e uma de *Licania rígida* (19,78%) da cidade de Choró, enquanto o menor valor da umidade ficou com uma amostra de mel de *Serjania sp.* da cidade de Aracati. O teor de umidade está associado tanto a fonte botânica que originou



o mel (ABU-TARBOUSH; AL-KAHTANI; EL-SARRAGE, 1993) como a vários outros fatores tais como a maturidade do mel, técnicas de processamento, condições de estocagem umidade relativa do ar e disponibilidade de néctar. As amostras com maiores teores de umidade foram coletadas na época de inverno enquanto as de menores teores na época de estio.

## 12.2 Substâncias minerais

A concentração de substâncias minerais no mel é calculada em torno de 0,17%, porém esse índice possui uma larga faixa de variação. Os méis brasileiros possuem uma variação muito grande de cor, o que influencia a preferência do consumidor, que na maioria das vezes escolhe o produto pela aparência. Este aspecto reveste-se de grande importância, já que o *International Trade Forum* considerou a cor como uma das características do mel que apresenta particular importância no mercado internacional. A cor do mel está relacionada com a sua origem floral, o processamento e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo de néctar, a temperatura na qual o mel amadurece na colmeia e o conteúdo de minerais presentes (MARCHINI *et al.*, 2005). Os trabalhos de análises físico-químicas de méis visam a comparar os resultados obtidos com padrões ditados por órgãos oficiais internacionais, ou com os estabelecidos pelo próprio país, deixando claro não só uma preocupação com a qualidade do mel produzido internamente, como também torna possível a fiscalização de méis importados com relação à sua alteração (MARCHINI, 2001).



Cinzas, em alimentos, se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, que é transformada em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NO}_2$  (CECCHI, 1999). Frutas, vegetais e seus derivados, como qualquer outro alimento, contêm material orgânico que deve ser destruído antes da análise dos minerais. A escolha do procedimento usado para a destruição do material orgânico depende da sua natureza, dos constituintes inorgânicos presentes, do metal a ser determinado e sensibilidade do método. Segundo Oliveira (1997), a determinação de cinzas, considerada como medida geral de qualidade é frequentemente utilizada como critério na identificação dos alimentos. O teor muito alto de cinzas indica a presença de adulterantes.

Os valores de cinzas nas amostras de méis da Caatinga cearense analisados por Liberato *et al* (2013), variaram de 0,01 a 0,71 %, com um valor médio de 0,19%. Os maiores teores de cinzas foram encontrados para uma amostra de mel heterofloral (0,71%) coletado na cidade de Morada Nova, seguindo-se a amostra de mel monofloral de *Spermacoce verticillata* (0,067%), e *M. urundeuva* (0,52%). Essas amostras apresentaram coloração escura estando de acordo com White Junior (1978), quando ele afirma que os méis escuros refletem seu conteúdo mineral. No entanto, nesse estudo foi possível observar que outras amostras, tais como *A. occidentale* e *Z. joazeiro* apresentaram valores com baixos teores de cinzas (0,01% e 0,12%) respectivamente e os maiores valores de comprimento de onda para suas colorações (2600 e 2830 mUA, respectivamente).

O teor de minerais no mel é descrito como cinzas ou resíduo mineral. Bogdanov *et al.* (1999) mencionaram que o conteúdo de cinzas é influenciado pela origem botânica. Portanto, é considerada uma análise importante na avaliação da quali-



dade e origem do produto, uma vez que mel floral apresenta menor quantidade de minerais que o mel de melato (ROOT, 1985; WHITE Jr., 1989; HORN *et al.*, 1996). Os minerais estão presentes numa concentração que varia de 0,02% a valores próximos de 1%. De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2000), o percentual de cinzas em méis não deverá exceder 0,6% para os de origem floral, e até 1,2% para os méis de melato e suas misturas. Veríssimo (1985) caracteriza o mel como sendo de primeira qualidade quando o teor de cinzas é de no máximo 0,3%.

Moraes e Mantovani (1986) registraram médias de cinzas de 0,18 a 0,20% em méis de carqueja e assa-peixe, respectivamente. Em méis provenientes da Somália, Papoff *et al.* (1988) encontraram média de 0,19% de cinzas. Persano-Oddo *et al.* (1995), estudando méis de *Taraxacum*, oriundos da Itália, detectaram teor médio de cinzas de 0,19%, variando de 0,16 a 0,22%. Em méis do litoral norte da Bahia, Sodr e *et al.* (2002) determinaram uma varia o de cinzas de 0,0668 a 0,094%. Carneiro *et al.* (2002), analisando amostras de méis do Piaui, encontraram um intervalo de cinzas de 0,02 a 0,32% enquanto Marchini *et al.* (2001a) estudando méis do Mato Grosso do Sul, encontraram um valor médio de 0,194% de cinzas e Almeida (2002), analisando méis produzidos no cerrado do município de Pirassununga, São Paulo, encontrou uma varia o de 0,02 a 0,77%, com média de 0,29%.



## 12.3 Acidez

A acidez é uma característica importante do mel, uma vez que influenciará no sabor (ROOT, 1985). A acidez fornece um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, pois num processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, a concentração dos íons de hidrogênio, apresenta-se quase sempre alterada, revelando assim, na medição dessa concentração, seu estado atual de conservação (IAL, 1985). Segundo Carvalho *et al.* (1990), a acidez total (fixa e volátil) em alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do produto. Portanto, a determinação da acidez total pode fornecer dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação do alimento. Os ácidos contidos no mel contribuem para sua resistência a vários organismos (CRANE, 1983; ROOT, 1985) e apresentam-se em pequena quantidade (<0,5%), porém influem sobre o sabor do mel (ROOT, 1985).

Os ácidos presentes no mel podem indicar as condições de armazenamento e o processo de fermentação, pois estão dissolvidos em solução aquosa e produzem íons de hidrogênio que promovem sua acidez ativa (CORNEJO, 1988). A acidez é um importante componente do mel que contribui para sua estabilidade, frente ao desenvolvimento de microrganismos (MARCHINI, 2001).

Pamplona (1989) descreve que o ácido glucônico, formado através da glucose pela ação da enzima glucose-oxidase, tende sempre a aumentar durante o armazenamento do mel, pois essa enzima permanece em atividade no mel mesmo após o seu processamento. Dessa forma, a acidez do mel aumenta duran-



te o armazenamento e, conseqüentemente, o pH diminui. O Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000) determina como limite máximo de acidez 50 meq de NaOH/kg de mel. Pfau e Ruhle (1986), pesquisando méis comercializados no estado do Paraná, obtiveram um valor médio de acidez no mel de 14 meq de NaOH/kg. No Estado da Bahia, Sodré *et al.* (2002) obtiveram médias de acidez livre em mel de 29,10 meq de NaOH/kg e 33,0 meq de NaOH/kg. Em 15 municípios do Vale do Paraíba, Berdini *et al.* (2002) encontraram méis com uma variação de 10,0 a 35,0 meq de NaOH/kg de acidez livre no mel. Melo (2002), pesquisando méis da florada de baraúna, no Estado da Paraíba, encontrou valor médio de 20,63 meq de NaOH/kg de mel. Almeida (2002), pesquisando méis produzidos em áreas de cerrado do município de Pirassununga, São Paulo, registrou uma variação de 6,0 a 46,0 meq/kg de mel. Carneiro *et al.* (2002) verificaram 18,98 a 56,18 meq de NaOH/kg em amostras de méis do Piauí. Em amostras de méis do Estado de Mato Grosso do Sul, Marchini *et al.* (2001a) detectaram valor de acidez livre de 27,7 meq de NaOH/kg.

Liberato *et al* 2013, avaliaram os níveis de acidez livre de 22 amostras de méis da Caatinga cearense e encontraram o maior valor para uma amostra heterofloral de Morada Nova 54,50 mEq/kg. Também a amostra de mel de *Licania rígida* proveniente da cidade de Choró e a de *Lippia sidoides* da região de Monsenhor Tabosa apresentaram valores de acidez livre ( 52,00 e 51,03 mEq/kg respectivamente) acima do maior valor máximo permitido pela Legislação Brasileira e AOAC que permitem um valor de até 50,00 mEq/kg como o máximo de acidez livre. Um alto nível de acidez em mel pode indicar que ocorreu fermentação. As amostras de méis com valores de acidez livre acima de 50,00 mEq/kg, exceto o de *L. rígida*, tiveram conteúdos de umidade superiores a 50 mEq/kg.



## 12.4 Potencial Hidrogeniônico

Segundo Chaves (1992), a determinação do pH de um alimento torna-se importante devido a vários fatores, tais como: influência na palatabilidade, desenvolvimento de microrganismos, escolha da temperatura de esterilização, escolha da embalagem que será utilizada para o alimento, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento com o qual se vai trabalhar na indústria, escolha de aditivos e vários outros. O pH do mel está relacionado com a quantidade de ácidos ionizáveis que ele contém, bem como com sua composição mineral (GONNET, 1982). A variação observada no pH dos méis é provável que se deva a particularidades da composição florística nas áreas de coleta, uma vez que o pH do mel poderá ser influenciado pelo pH no néctar. A maior parte dos néctares são ácidos ou neutros (pH 3,7 a 6,4), porém alguns são alcalinos (pH 9,1), podendo influenciar o pH do mel (CRANE, 1983). Quando a taxa de minerais é elevada, o pH do mel tende à neutralidade (GONNET, 1982).

A legislação brasileira em 1985 (BRASIL, 1985) definia como padrão de qualidade para o mel de abelhas melíferas valores de pH variando entre 3,3 a 4,6, mas de acordo com a legislação vigente para méis brasileiros (BRASIL, 2000) não consta a determinação do pH. O pH determinado no mel refere-se aos íons de hidrogênio presente numa solução e pode influenciar na formação de outros componentes, como na velocidade de produção do hidroximetilfurfural (HMF) (VIDAL e FREGOSI, 1984). Quase todos os méis são ácidos e o pH é influenciado pela sua origem botânica, como também pela concentração de diferentes ácidos e minerais, tais como cálcio, sódio, potássio, além de outros constituintes das cinzas (SEEMANN e NEIRA, 1988; FRIAS e HARDISSON, 1992).



Méis portugueses estudados por Andrade *et al.* (1999) apresentaram pH variando de 3,60 a 4,46. Em méis brasileiros, Pamplona (1989) obteve variação de 3,1 a 5,3 unidades de pH, coincidindo com a faixa determinada por Baldi-Coronel *et al.* (1993) em méis provenientes de Entre Rios (Argentina). Flechtmann *et al.* (1963) e Komatsu (1996) pesquisando méis de São Paulo, encontraram valores de pH em torno de 2,3 unidades. Marchini *et al.* (2001a), analisando méis provenientes de Mato Grosso do Sul, registraram média de pH de 4,13. Liberato *et al.* (2013) analisando 22 amostras de méis da Caatinga cearense com relação ao pH, encontraram valores entre 3,01 e 4,21.

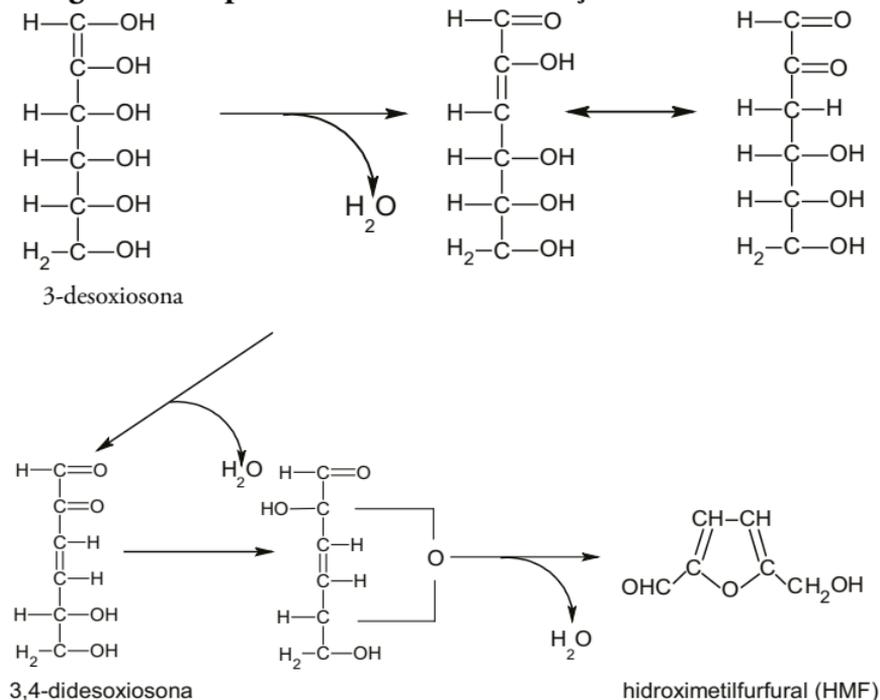
Valores de pH representam uma medida da acidez de íons hidrogênio dissolvidos na água. Sodré, Marchini e Carvalho (2002) encontraram valores de pH semelhantes, variando de 3,37 a 4,46 em amostras de méis da costa norte do estado da Bahia, enquanto Borsato *et al.* (2010) estudando méis do Paraná, encontrou valores de pH variando de 3,60 a 5,35 tendo observado que valores mais altos de pH foram detectados em amostras com maiores valores de cinzas.

## 12.5 Hidroximetilfurfural (HMF)

O mel é um produto em contínua modificação desde sua extração, o seu envelhecimento tem consequências sobre o aroma, sabor, cor (torna-se mais escura) e modificações químicas. A mais comum está relacionada ao teor de hidroximetilfurfural (HMF), que é um derivado químico dos açúcares, não nocivo ao homem. Por meio de uma sequência de reações de desidratação as pentoses eliminam 3 moléculas de água e formam o 2-furaldeído (furfural) e as hexoses o 5-hidroximetil-2-furaldeído (HMF) (Fig. 09).



**Figura 09: Esquema Reacional de Formação do HMF**



Fonte: Coultate, 2004

Essa reação ocorre em meios ácidos, sob aquecimento. O principal mecanismo é a  $\beta$ -eliminação e envolve também a enolização (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004). O mel recém-extraído contém pouca quantidade de HMF. Porém se o mel é armazenado em temperaturas elevadas ou se for aquecido a diferentes temperaturas (superiores a 40 °C), os açúcares contidos no mel, especialmente a frutose, transformam-se em HMF por desidratação. Essa substância natural é produzida espontaneamente no envelhecimento do mel, sendo sua reação acelerada pelo aquecimento e sua medida pode ser considerada como um índice de envelhecimento. Cada 10 °C extras aumentam a velocidade de produção de HMF em aproximadamente 4,5 vezes; por exemplo, um aumento que leva cem dias a 30 °C leva cerca de 20 dias a 40



°C, 4 dias a 50 °C, 1 dia a 60 °C e somente umas poucas horas a 70 °C (CRANE, 1983). Na União Europeia, o teor máximo de HMF permitido em méis é de 40 mg/kg. Acima disso, o mel não poderá ser comercializado a não ser como mel industrial. Os méis ácidos (pH de 3,5 a 4,0) são mais sensíveis à produção do HMF, aumentando rapidamente o teor.

As adulterações no mel são feitas, geralmente, com emprego de xarope de milho, de beterraba e “xarope invertido”. O xarope invertido é obtido por hidrólise ácida do xarope de milho e contém teores altos de hidroximetilfurfural (HMF). Assim, a avaliação do teor desse composto é feita no mel para verificar a existência de adulteração com açúcar comercial, ou estocagem inadequada ou mesmo se o produto foi superaquecido. Caso isso aconteça já poderá ter ocorrido perda de algumas enzimas, como por exemplo, a glicose-oxidase e o mel terá valor nutricional alterado (VILHENA e ALMEIDA-MURADIAN, 1999). A presença de HMF pode ser verificada no mel por meio de sua reação em meio ácido (BLANCHI, 1990), indicando se o mel alguma vez sofreu a elevação da temperatura acima de 40 °C, comprometendo suas propriedades químicas.

White Júnior (1992) constatou que os méis de países tropicais podem ter naturalmente um elevado conteúdo de HMF, sem que o mel tenha sofrido superaquecimento ou adulteração. Isso pode acontecer por influência da temperatura ambiente elevada. A legislação vigente do Ministério da Agricultura e do Abastecimento estabelece um máximo de HMF de 60 mg/kg de mel (BRASIL, 2000). Thrasyvoulou (1986) registrou, em méis gregos recém-colhidos, uma média de HMF de 4,6 mg/kg com uma variação de 0,0 a 15,2 mg/kg. Em méis espanhóis Sancho *et al.* (1992) obtiveram média de HMF de 4,7 mg/kg, com uma variação de 0,0 a 24,1 mg/kg.



Gómez *et al.* (1993), avaliando méis de eucalipto comercializados na Espanha, detectaram um valor médio de 3,63 mg/kg de HMF. Estudando amostras de méis brasileiros, Dayrell e Vital (1991) detectaram valores de HMF variando de 1,1 a 248,2 mg HMF/kg, justificando os altos valores de HMF como consequência das condições climáticas em países tropicais. Komatsu *et al.* (2001), analisando méis de diferentes municípios de São Paulo, registraram valores médios para HMF de 18,18 mg HMF/kg, 10,16 mg HMF/kg e 15,15 mg HMF/kg em méis silvestres, de eucalipto e de laranjeira, respectivamente. Na análise de méis de Mato Grosso do Sul, Marchini *et al.* (2001a) obtiveram HMF médio de 55,46 mg HMF/kg. Sodré *et al.* (2002) detectaram uma variação de 1,5 a 136 mg HMF/kg em méis do Estado da Bahia.

Bezerra (2015) analisou méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* do semiárido cearense, oriundos das cidades de Capistrano, Canindé, Uruoca e Redenção. Os dois méis de Capistrano, eram da florada Carqueja, e os dois de Uruoca da florada Sabiá, sendo produzidos por *A. mellifera* e por *M. subnitida*. O mel de Canindé era da florada Bamburral produzido por *A. mellifera* e o de Redenção, da florada Silvestre, e foi produzido por *M. subnitida*. Todos os méis apresentaram resultado negativo para o teste de Lugol.

## 12.6 Prova de Fiehe

A Reação de Fiehe é feita para identificar a pureza do mel já que indica a presença de glucose comercial ou açúcar invertido e supraquecimento do mel. A Prova de Fiehe verifica a presença de açúcar comercial ou o aquecimento acima de 40°C



do produto, o que pode eliminar algumas de suas propriedades (IAL, 1985). O hidroximetilfurfural (HMF) é um indicador da qualidade que auxilia na identificação de um produto fresco quando apresenta baixas concentrações, ou que tenha sido aquecido, estocado em condições inadequadas ou adulterado com xarope de açúcar invertido.

O teste de Fiehe é uma reação qualitativa que detecta a presença de HMF no mel (IAL, 1985). Para a realização desta análise, são pesadas 5 g de cada amostra em um béquer de 50 mL, adiciona-se 5 mL de éter etílico e o sistema é agitado vagarosamente, transfere-se a camada etérea para um tubo de ensaio e o éter é evaporado nas condições do ambiente. Em seguida, são adicionados ao resíduo 5 gotas de solução clorídrica de resorcina a 1% (BRASIL, 2000). O resultado desta análise se dá pela observação da cor obtida depois de realizado o procedimento anteriormente descrito. Caso o mel analisado apresente coloração tendendo a vermelho, é um indicativo que o mel passou por um processo de superaquecimento ou que foi estocado de forma inadequada, em locais com temperatura muito alta. Bezerra (2015) analisou méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* do semiárido cearense, das cidades de Capistrano, Canindé, Uruoca e Redenção. Os dois méis de Capistrano, eram da florada Carqueja, e os dois de Uruoca, da florada Sabiá, sendo produzidos, um deles por *A. mellifera* e outro por *M. subnitida*. O mel de Canindé é da florada Bamburral produzido por *A. mellifera* e o de Redenção, da florada Silvestre, e foi produzido por *M. subnitida*. No teste de Fiehe apenas o mel de Redenção (*M. subnitida*) apresentou resultado positivo enquanto nos outros o resultado foi negativo.



## 12.7 Atividade Diastásica

De acordo com Santos *et al.* (2003), padrões internacionais são utilizados para comparação, classificação e avaliação do mel, onde diferentes variáveis experimentais são consideradas; dentre elas a atividade diastásica é utilizada para determinação de sua qualidade. Entretanto, os resultados experimentais apresentam amplos desvios-padrão, de maneira geral, não sendo confiáveis analiticamente. De acordo com White Jr. (1994) alguns méis necessitam de um tempo maior de manipulação, tendo, por isso, quantidades variáveis da enzima nos diferentes tipos de mel, de acordo com o grau de hidratação do néctar.

A ocorrência de grandes diferenças quantitativas dessa enzima em méis de diferentes origens florais sugere possíveis efeitos qualitativos do mel na atividade desta enzima, ou a presença de substâncias naturais no mel, que causam interferência na metodologia atualmente em uso. Diante da pressão econômica cada vez maior, os grupos técnicos dos blocos econômicos regionais, como o MERCOSUL, têm adotado um rigoroso padrão de controle de qualidade de produtos naturais como o mel. Esses padrões, em geral, são baseados em méis monoflorais produzidos e colhidos em regiões de clima frio, como Europa e EUA. Assim, o Brasil, que possui uma enorme biodiversidade de plantas que produzem diferentes tipos de méis com características tropicais, pode ter seus produtos considerados fora dos padrões de qualidade quando das exportações de méis para esses países.

A diastase (amilase), enzima que ocorre no mel, é produzida pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas e ocorre também em plantas. Ela quebra o amido, e pode estar envolvida na digestão de pólen. Sua relevância principal para o mel é que ela é mais



sensível ao calor que a invertase (CRANE, 1983). De acordo com a legislação vigente estabelecida pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000) o valor mínimo da atividade diastásica no mel é de 8 na escala de Göthe e os méis com baixo conteúdo enzimático deverão ter no mínimo uma atividade diastásica correspondente a 3 da escala de Göthe, sempre que o conteúdo de hidroximetilfurfural não exceda a 15mg/kg. Bianchi (1989), estudando méis silvestres, encontrou um valor médio da atividade diastásica de 17,65 DN, enquanto Melo (2002), analisando méis da florada de baraúna, encontrou 13,27 DN.

## 12.8 Reação de Lugol

A reação de Lugol é um teste simples para a detecção de fraude em mel por adição de glucose comercial, que é uma reação colorimétrica qualitativa (IAL, 1985). O lugol ou solução de Lugol é uma solução de  $I_2$  (1%) em solução com KI (2%) em água destilada. A solução de Lugol apresenta coloração amarela na qual o iodo presente interage com o amido contido nas amostras de méis, conferindo uma mudança característica de cor. Para a realização deste ensaio são pesadas 10g de cada amostra em um béquer de 50 mL, adiciona-se 20 mL de água e agitar, este sistema é deixado em banho-maria fervente durante 1 hora e resfriado à temperatura ambiente. Em seguida, são adicionadas 5 a 10 gotas da solução de Lugol (BRASIL, 2000).

Para a interpretação deste ensaio é observada a coloração que resulta da mistura da solução de mel com solução de Lugol. Amostras que apresentem coloração violácea ou com tendência a azul fornecem grandes indícios de adulteração por adição de



glicose. Considera-se positiva quando a coloração final for violeta ou azul. Se, após a adição do lugol, a cor do líquido no tubo-ensaio é mais escura que a da solução original do mel, isto é, de amarelo a amarelo esverdeado ou pardo, todo o amido foi sacrificado pela presença, no mel, de enzimas diastásicas; se, porém, o líquido torna-se azul, a sacarificação não foi realizada, pela ausência ou destruição das enzimas diastásicas. Finalmente, se a cor do líquido vai do violeta forte ao violeta pardo, pode indicar uma diminuição do poder diastásico que transforma o amido somente em dextrinas. Isso acontece em mel centrifugado, onde ocorre aquecimento durante o processo e nas misturas de mel natural com mel artificial. Bezerra (2015) analisou méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* do semiárido cearense, das cidades de Capistrano, Canindé, Uruoca e Redenção. O mel de Canindé é da florada Bamburral produzido por *A. mellifera* e o de Redenção, da florada Silvestre, e foi produzido por *M. subnitida*. Todos os méis apresentaram resultado negativo para o teste de Lugol.

## 12.9 Coloração

A coloração é a primeira característica atrativa do mel. Sawyer e Pickard (1988) alertam que a cor junto com o sabor e aroma são fatores de atratividade importantes para comercialização do mel. A cor do mel líquido pode variar do branco aquoso a uma cor marrom bem escuro, próximo de preto, com variantes tendendo para matizes de verde ou vermelho, ou mesmo azul (CRANE, 1983). O armazenamento por tempo prolongado sob condições de alta temperatura dará origem ao hidroximetilfurfural, promovendo alteração na cor do mel (CRANE, 1983; CAMPOS, 1987); a contaminação do produto por metais poderá igualmente influenciar sua coloração.



Muxfeld (1970) afirma que as abelhas colhem a clorofila, o caroteno, a xantofila, a antocianina, o tanino, partículas coloidais e derivados benzoicos, podendo assim, vir a compor o padrão de cor do mel. Os pigmentos presentes nos grãos de pólen contribuirão para formação da cor do mel (LABORIAU, 1973). O sabor e o aroma do mel estão diretamente ligados à sua cor: quanto mais escuro for, mais rico em minerais e conseqüentemente terá um sabor e um aroma mais fortes.

O mel claro normalmente apresenta baixa taxa de minerais com sabor e aroma mais leve. O aroma e o sabor do mel caracterizam a flor de origem, indo do doce suave ao doce forte podendo apresentar sabor ácido ou amargo. O sabor ácido do mel é devido aos ácidos presentes no mel (glucônico, cítrico, málico e porções menores do fórmico, acético, butírico, láctico, etc.) (LEGLER, 2000).

Os minerais influem diretamente na coloração do mel, estando presentes em maior concentração nos méis escuros, em comparação com os claros. Já foram identificados no mel inúmeros elementos químicos: K, Na, Ca, Mg, Mn, Ti, Co, Mo, Fe, Cu, Li, Ni, Pb, Sn, Zn, Os, Ba, Ga, Bi, Ag, Au, Ge, Sr, Be, Va, Zn (WHITE Jr, 1979).



**Quadro 02 - Conteúdo de Minerais em Méis Claros e Escuros e os Requerimentos Humanos.**

Elementos	Cor do mel	Variação (ppm)	Média (ppm)	Ingestão diária recomendada (mg)
<b>CÁLCIO</b>	CLARA	23 – 68	49	800
	ESCURA	5 – 266	51	
<b>FÓSFORO</b>	CLARA	23 – 50	35	800
	ESCURA	27 – 58	47	
<b>POTÁSSIO</b>	CLARA	100 – 588	205	782
	ESCURA	115 – 4733	1676	
<b>SÓDIO</b>	CLARA	6 – 35	18	460
	ESCURA	9 – 400	76	
<b>MAGNÉSSIO</b>	CLARA	11 – 56	19	350
	ESCURA	7 – 126	35	
<b>CLORO</b>	CLARA	23 – 75	52	(300 - 1200)
	ESCURA	48- 201	113	
<b>DIÓXIDO DE SILÍCIO</b>	CLARA	7 – 12	9	(21 - 46)
	ESCURA	5 – 28	14	
<b>FERRO</b>	CLARA	1,20 - 4,80	2,40	20
	ESCURA	0,70 - 33,50	9,40	
<b>MANGANÊS</b>	CLARA	0,17 - 0,44	0,30	10
	ESCURA	0,46 - 9,53	4,09	
<b>COBRE</b>	CLARA	0,14 - 0,70	0,29	2
	ESCURA	0,35 - 1,04	0,56	
<b>ENXOFRE</b>	CLARA	36 – 108	58	-
	ESCURA	56 – 126	100	

Fonte: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SP-Mel/index.htm>



Os trabalhos sobre minerais no mel demonstraram níveis bastante variáveis em função da origem botânica e solo (SODRÉ, 2000). O potássio é o elemento que está em maior quantidade no mel, praticamente 1/3 das cinzas, e o sódio chega a 1/10 no máximo (SOMMER, 1998). Feller–Demalsy *et al.* (1989), ao analisarem mel do Canadá, constataram que méis de cor clara apresentam menor quantidade de minerais. Os méis com coloração mais escura, variando do âmbar ao âmbar escuro, tendem a apresentar maiores quantidades de minerais segundo Crane (1983).

Os resultados da intensidade da cor mostrados pela absorvância em soluções de mel a 50% (m/v), observados por Liberato *et al* (2013), em amostras de méis do Ceará variou de 153 (*Mimosa verrucosa*) a 2945 mUA (*Myracrodruon urundeuva*). A predominância de variação de coloração observada nessas amostras foi de âmbar a âmbar escuro. Beretta *et al* (2005) investigaram 14 amostras comerciais de mel de diferentes origens florais e geográficas e encontrou valores de absorvância variando de 25 mAU, para uma amostra de mel branco pálido a 3413 mAU, para uma amostra de mel de morango marrom escuro.

No teste de cor de méis cearenses, analisados por Bezerra (2015), foi observado que os méis de Canindé (*A. mellifera*), Capistrano (*A. mellifera*) e Redenção (*M. subnitida*) apresentaram-se âmbar-escuro, porém a cor do mel de Redenção pode ter sido alterada já que o teste de Fiehe deu positivo. Para os méis de Uruoca (*A. mellifera*), Capistrano (*M. subnitida*) e Uruoca (*M. subnitida*) as cores observadas foram âmbar extra-claro, âmbar claro e branco água, respectivamente.

Braga (2014) realizou um trabalho de caracterização físico-química de méis das abelhas *Melipona subnitida* D. (Jandaíra) e *Apis mellifera* L. produzidos em cidades do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Os méis produzidos por *Apis mellifera* foram



coletados em Picos, no Piauí (florada Silvestre); em Açú no Rio grande do Norte (florada da cana-de-açúcar); em Açú, no Rio Grande do Norte (florada silvestre); em Açú, no Rio Grande do Norte (florada angico). Os méis produzidos por *Melipona subnitida* D. analisados foram oriundos de Açú, no Rio Grande do Norte (florada silvestre); Itapajé no Ceará (florada silvestre). Verificou-se que apenas o mel de *Apis* de Açú-RN (Silvestre) alcançou todas as qualificações e as demais amostras de mel de *Apis* (Picos-Pi (Silvestre), Açú-RN (Angico) e Açú-RN (Cana-de-açúcar) e *Melipona* (Açú-RN (Silvestre) e Itapajé-CE (Silvestre), não obtiveram as especificações para os parâmetros analisados.

## 12.10 Proteínas no Mel

A determinação qualitativa do conteúdo de proteínas em amostras de mel é feita usando-se o Teste de Lund. Este teste baseia-se na precipitação de proteínas naturais do mel pelo ácido tânico (IAL, 1985). 2 g de amostra são pesadas e transferidas para uma proveta de 50 mL com o auxílio de 20 mL de água. São então adicionados 5 mL de solução de ácido tânico a 0,5%. Adiciona-se água até completar o volume de 40 mL. Agita-se e deixa-se o sistema em repouso por 24 h. Na presença de mel puro, forma-se um depósito de 0,6 a 3,0 mL. Na presença de mel adulterado, não haverá formação de depósito ou ele será desprezível. Um depósito acima de 3,0 mL indica que o mel é de má qualidade.

A determinação quantitativa do conteúdo de proteína ( $\mu\text{g/g}$ ), pode ser realizada pelo método de Bradford (1976). A determinação colorimétrica do conteúdo de proteína em amostras de méis (método de Bradford) mostrou a eficiência do mé-



todo permitindo a detecção de elevado valor (2236  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) em amostras de *Borreria verticillata*, conhecida como “vassourinha”, originário do Estado do Piauí (AZEREDO *et al.*, 2003).

No estudo realizado por Liberato *et al* (2013), em méis cearenses, o maior conteúdo de proteína encontrado foi na amostra de mel de *A. occidentale* (1121,00  $\mu\text{g/g}$ ), seguido pelas amostras de mel de *M. urundeuva* (845,80  $\mu\text{g/g}$ ), e *Z. joazeiro* (724,50  $\mu\text{g/g}$ ). De modo geral, os resultados encontrados nesse trabalho estão dentro da faixa estabelecida pelos métodos usados no Brasil (BRASIL, 2000).

Bezerra (2015) ao analisar méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* do semiárido cearense, das cidades de Capistrano, Canindé, Uruoca e Redenção com relação à reação de Lund, verificou que as precipitações, no teste de Lund, variaram de 1 a 3mL, estando dentro do padrão para méis de qualidade, ou seja sem alterações pela Reação de Lund.

### 13 - COMPOSIÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM MÉIS

O mel contém uma mistura complexa de metabólitos secundários responsáveis por suas atividades como os aldeídos aromáticos, ácidos carboxílicos aromáticos e seus ésteres, derivados de carotenoides, terpenoides, flavonoides e outros aparecem em menores proporções. Muitos desta ampla gama de constituintes menores presentes no mel apresentam propriedades antioxidantes e antimicrobianas, destacando-se, entre estes, os compostos fenólicos que também contribuem para exaltar as suas qualidades sensoriais.



## 13.1 Compostos Fenólicos

Os vegetais produzem uma grande variedade de compostos de baixo peso molecular, que, por serem considerados não funcionais, ou seja, não estão diretamente relacionados a processos como fotossíntese e respiração denominam-se metabólitos secundários. São divididos em três grupos: terpenos, compostos fenólicos e produtos nitrogenados como os alcaloides. Os compostos fenólicos ou polifenóis são um dos mais importantes grupos de compostos que ocorrem em plantas, onde estão largamente distribuídos, compreendendo no mínimo 8000 diferentes estruturas conhecidas. São também produtos do metabolismo secundário das plantas. Estes compostos são reconhecidos por exibirem atividades anticarcinogênica, anti-inflamatória, anti-aterogênica, antitrombótica, imunomoduladora e analgésica entre outras além de exercerem funções como antioxidantes (GÓMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006). Eles caracterizam-se pela presença de pelo menos um grupo hidroxila ligado diretamente a um anel aromático, e têm sido muito estudados devido a sua influência na qualidade dos alimentos, englobando uma gama enorme de substâncias, entre elas os fenóis simples e com alto grau de polimerização, ácidos fenólicos, flavonoides, cumarinas e taninos catéquicos (condensados) e pirogálicos (hidrolisáveis). Existem diversas classes de compostos fenólicos que ocorrem de maneira universal nas plantas vasculares e que podem desempenhar importantes papéis na biologia dos animais, principalmente nos fitófagos.

Os compostos fenólicos estão presentes nos vegetais na forma livre, ou ligados a açúcares e proteínas (MORAIS, 2007). Em geral, os compostos fenólicos podem ser divididos em, no mínimo, 10 tipos dependendo de sua estrutura básica: fenóis simples, ácidos fenólicos, cumarinas e isocumarinas, naf-



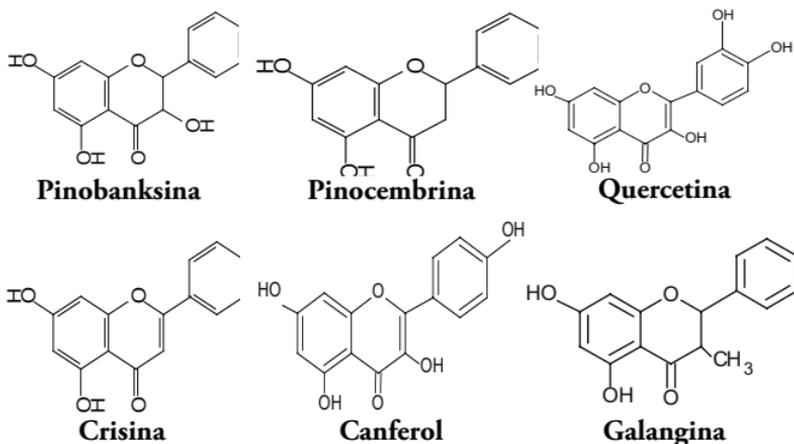
toquinonas, xantonas, estilbenos, antraquinonas, flavonoides e ligninas. Os flavonoides constituem a mais importante classe de polifenóis, com mais de 5000 compostos já descritos (GÓMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006).

Compostos fenólicos ou polifenóis são transportados pelas abelhas e incorporados aos seus produtos. Os compostos fenólicos compreendem, no mínimo, 8000 diferentes estruturas conhecidas. Polifenóis são produtos do metabolismo secundário das plantas (GOMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006), estando relacionados com funções antioxidantes. Os polifenóis são os antioxidantes mais abundantes da dieta. O consumo diário pode atingir 1 g, o que é muito maior que o consumo de todos os outros fitoquímicos classificados como antioxidantes.

As plantas sintetizam centenas de compostos fenólicos e polifenólicos, que possuem variadas estruturas e funções. Entre estes compostos, encontram-se os flavonoides.

Os flavonoides pinobanksina, pinocembrina, quercetina, crisina, galangina, luteolina e canferol foram encontrados em méis (GHELDOLF *et al.*, 2002; ANKLAM, 1998) (Fig. 10).

**Figura 10: Flavonóides mais comuns em méis de *Apis mellifera*.**





Liberato *et al* (2011) encontraram em amostras de mel do Ceará usando a curva padrão do ácido gálico ( $R^2 = 0,9912$ ) um total de compostos fenólicos variando de 10,21 a 108,5 mg EAG/100g. Os maiores valores foram encontrados para a amostra monofloral do mel de *Lippia sidoides*, seguida pela amostra de *M. urundeuva*. Embora diferentes plantas apresentem diferentes compostos fenólicos e, portanto apresentem variações no total de compostos fenólicos (BLUM, 1996), os resultados observados para amostras de méis do Nordeste Brasileiro são semelhantes aos descritos para méis de Burkina Faso descritos por Meda *et al* (2005) com valores variando de 32,59 a 114,75 mg de EAG/100g de mel obtidos usando o mesmo método. No entanto, análises de amostras de méis chilenos realizadas por (MUÑOZ e COPAJA, 2007) apresentaram grandes diferenças já que o conteúdo total de fenóis variou de 0,0 a 8,83 mg de EAG/100g de mel.

Os teores de compostos fenólicos encontrados na análise de 10 amostras diferentes de mel, da Polônia, variaram de 21,7 a 75,3 mg de EAG/100g de mel (SOCHA, JUSZCZAK, PIETRZYK, FORTUNA, 2009) enquanto amostras da Eslovênia variaram de 44,8 a 241 mg de EAG/100g de mel (BERTONCELJ; DOBERŠEK; JAMNIK; GOLOB, 2007) e as do Yemen variaram de 75,13 a 246,21 mg de Equivalentes de Catequina por 100g de mel (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002).

Liberato *et al.* (2013) analisaram amostras obtidas de apicultores e meliponicultores do Ceará, com o objetivo de identificar possíveis diferenças entre méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida*. Para a obtenção do total de fenóis, foi usado o método de Folin-Ciocalteu. Ácido Gálico foi usado como padrão. Todas as análises foram feitas em triplicata e a média foi expressa em mg Equivalentes de Ácido Gálico (EAG)/100g de mel (SINGLETON, 1999). A atividade antioxidante das amostras de méis foi determinada pelo método do DPPH. Ácido Ascórbico



foi usado como controle positivo. A atividade sequestradora de radical livre foi calculada como % Inibição = [(absorbância do branco – absorbância da amostra)/absorbância do branco] x 100. A média de três leituras de IC<sub>50</sub> para cada amostra foi determinada graficamente (BLOIS, 1958). A determinação da atividade antiacetilcolinesterase baseou-se no método de Ellman adaptado por Rhee *et al* (2001). Onde ocorre inibição da enzima, um halo branco aparece. Fisostigmina foi usado como padrão.

A observação dos resultados mostrou que o teor de fenóis totais presentes nos méis da abelha *Apis mellifera* variou de 13,12 ± 0,89 a 68,55 ± 1,01 mg EAG/100g de mel, enquanto os valores obtidos para os méis de *Melipona subnitida* (Jandaíra) variaram de 12,26 ± 0,15 a 69,15 ± 0,06 mg EAG/100g de mel. Os valores da Atividade Antioxidante, obtidos através do sequestro do radical livre DPPH, para méis de *Apis mellifera* foram de 22,31 ± 0,45 a 94,36 ± 1,42 mg/mL e para os de Jandaíra foram 10,79 ± 0,25 a 95,54 ± 0,87 mg/mL. Com relação à Atividade de Inibição da Acetilcolinesterase observou-se uma variação de halos entre 5 a 8 mm para méis de *Apis mellifera* e de 6 a 8 mm para méis de Jandaíra. Foi encontrada uma correlação linear entre fenóis totais e atividade sequestradora de radicais para os méis de Jandaíra (R<sup>2</sup>= 0,7365) e uma para os méis de *Apis mellifera* (R<sup>2</sup>=0,5946).

Bezerra (2015) analisando méis do Ceará tanto de *Apis mellifera* como de *Melipona subnitida* encontrou os melhores resultados para os méis oriundos de Canindé (*A. mellifera*), Capistrano (*A. mellifera*) e Redenção (*M. subnitida*): 135,00 ± 0,84, 132,56 ± 0,15 e 105,81 ± 0,78 mg de EAG/100g, respectivamente para fenóis. Os teores de fenóis totais para o mel de Uruoca (*A. mellifera*), de Capistrano (*M. subnitida*) e o de Uruoca (*M. subnitida*) foram 58,00 ± 2,10, 95,22 ± 0,96 e 33,50 ± 0,21 mg de EAG/100g respectivamente. Para os flavonoides os resultados foram: 18,14 ± 0,84 mg EQ para o mel de Canindé (*A. mellifera*), 21,70 ± 0,84 mg EQ para o de Capistrano (*A. mellifera*), 15,57 ±



0,68 mg EQ para o de Uruoca (*A. mellifera*), enquanto foi obtido o valor de  $17,55 \pm 1,18$  mg EQ para o mel de Redenção (*M. subnitida*),  $16,96 \pm 0,83$  mg EQ para o mel de Capistrano (*M. subnitida*) e  $14,23 \pm 0,12$  mg EQ/100g para o mel de Uruoca (*M. subnitida*).

Os teores de fenóis totais e os valores da atividade antioxidante encontram-se de acordo com a literatura. Alguns resultados para o ensaio da inibição da atividade da acetilcolinesterase apresentaram-se próximos ao padrão fisostigmina (9 mm). Foi importante observar as correlações lineares existentes entre os compostos fenólicos e a atividade sequestradora dos radicais livres nas amostras de méis estudadas. Isso abre a perspectiva do uso dos produtos apícolas da Caatinga quanto à possibilidade de aplicação na indústria alimentícia, na forma de alimentos funcionais. A descoberta de compostos com potencial farmacológico e da atividade antiacetilcolinesterase enriquece o potencial medicinal destes produtos.

**Tabela 06 – Fenóis Totais, Atividade Antioxidante e Inibição da Acetilcolinesterase em Méis da Abelha *Melipona subnitida* D.**

Amostras	Fenóis Totais (mg EAG/100g)	RSA (mg/mL)	Inibição da Acetilcolinesterase (mm)
Barroquinha	$25,79 \pm 0,01$	$78,31 \pm 0,31$	6
Ocara	$33,90 \pm 0,01$	$42,07 \pm 0,04$	6
Cascavel	$37,08 \pm 0,31$	$58,37 \pm 0,15$	8
Ibicutinga	$69,15 \pm 0,26$	$30,91 \pm 0,18$	8
Barreira	$62,88 \pm 0,11$	$17,52 \pm 0,02$	6
Morada Nova	$21,54 \pm 0,61$	$93,17 \pm 0,42$	7
Camocim	$15,08 \pm 1,52$	$76,57 \pm 1,67$	8
Crateús	$12,26 \pm 0,15$	$95,54 \pm 0,87$	8
Iguatu	$26,69 \pm 0,35$	$81,66 \pm 1,22$	8
Limoeiro	$46,21 \pm 0,71$	$10,79 \pm 0,25$	7



**Tabela 07 – Fenóis Totais, Atividade Antioxidante e Inibição da Acetilcolinesterase em Méis da Abelha *Apis mellifera* L.**

Amostras	Fenóis Totais (mg EAG/100g)	RSA (mg/mL)	Inibição da Acetilcolinesterase (mm)
Ibiapina	17,90 ± 1,03	39,60 ± 0,38	7
Pindoretama	14,43 ± 0,74	86,43 ± 1,98	6
Crato	13,12 ± 0,89	94,36 ± 1,42	8
Tauá	68,55 ± 1,01	28,27 ± 1,41	8
Pacajus	29,61 ± 1,17	49,69 ± 0,15	6
Morada Nova	27,01 ± 0,96	45,89 ± 0,74	5
Horizonte	30,15 ± 1,52	48,96 ± 0,14	6
Aracati	58,60 ± 1,25	22,31 ± 0,45	7

Uma cuidadosa avaliação dos compostos fenólicos (outros que não os flavonoides) através de seus padrões relativos a ácidos fenólicos, ésteres fenólicos e compostos aromáticos carbonílicos podem dar uma indicação da origem botânica dos méis (ANKLAM, 1998).

## 13.2 Flavonoides

Os flavonoides constituem uma grande família de pigmentos fenólicos em plantas. Muitas plantas contêm um grande número de flavonoides e cada planta tende a ter um perfil distinto. O conteúdo de flavonoides alcança aproximadamente 0,5% em pólen, 10% em própolis e 6000  $\mu\text{g kg}^{-1}$  em mel. Os flavonoides em mel e própolis têm sido identificados como flavanonas e flavanonas/flavanóis (CAMPOS *et al.*, 1990). Algumas pesquisas mostraram correlação entre a origem floral e o perfil de flavonoides. A predominância de alguns componentes individuais ou um grupo de compostos no mel é um marcador para a determi-



nação da origem botânica. Por exemplo, a flavanona hesperidina pode ser usada como marcador para o mel de cítricos, 8-metoxi-canferol foi o principal composto encontrado em mel de alecrim enquanto a quercetina foi o principal em mel de girassol (BALTRUŠAITYTĖ *et al.*, 2007). A análise de flavonoides em mel é uma excelente técnica nos estudos das origens botânica e geográfica dos mesmos (AMIOT *et al.*, 1989) Segundo Ferreres *et al.* (1991), estudos têm mostrado uma correlação entre origem botânica e perfil de flavonoides. Esses mesmos autores encontraram uma estreita correlação entre os flavonoides do mel e a própolis sugerindo que a análise de flavonoides poderia ser útil também em determinações de origens geográficas tanto quanto em estudos de origens botânicas.

O conteúdo total de flavonoides, nas amostras de mel usadas no estudo de Liberato *et al* (2011), mostrou uma variação de 0,25 a 8,38 usando-se a curva padrão da quercetina ( $R^2 = 0,9995$ ). Entre as amostras de méis estudadas houve uma amostra de mel heterofloral que apresentou o maior valor em conteúdo de flavonoides sendo seguida pelo mel das flores de *Licania rígida*, depois outra amostra heterofloral e uma amostra monofloral de mel de *M. urundeuva*.

Em amostras do Chile, o teor de flavonoides variou de 0,014 a 13,8 mg EQ/100g de mel (MUÑOZ e COPAJA, 2007) enquanto a variação do conteúdo de flavonoides em amostras de Burkina Faso estudadas por Meda *et al.* (2005), foi de 0,17 a 8,35 mg EQ/100g de mel.

Na análise dos méis do Nordeste Brasileiro foi encontrada uma baixa correlação ( $r = 0,15$ ) entre o total de flavonoides e o total de compostos fenólicos. Meda *et al* (2005) também descreveu uma baixa correlação ( $r=0,11$ ) entre o total de flavonoides e a quantidade total de compostos fenólicos.



## 14 - O MEL COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Por apresentar propriedades antioxidantes, o mel, tem sido considerado um alimento funcional. Nos últimos anos tem sido crescente o interesse pelos alimentos funcionais, sendo definido como tal, o alimento que produz um efeito benéfico em uma ou mais funções fisiológicas, aumentando o bem estar e/ou diminuindo o risco de sofrimento a partir de uma condição médica particular. A funcionalidade de um alimento é geralmente relacionada a alguma das substâncias que ele contém. Entre as substâncias funcionais, o grupo mais estudado é o da família dos antioxidantes. O interesse por eles tem aumentado, por causa das evidências recentes do seu papel na saúde humana. Vários efeitos preventivos contra diferentes doenças, tais como: câncer, doenças coronarianas, desordens inflamatórias, degeneração neurológica, envelhecimento têm sido relacionados ao consumo de antioxidantes.

O mel, a própolis e o pólen possuem um grande número de constituintes presentes em pequenas proporções, muitos deles conhecidos por suas propriedades antioxidantes. Estão aí incluídos os flavonoides e os ácidos fenólicos certas enzimas, ácido ascórbico, produtos da Reação de Maillard, flavonóis,  $\alpha$ -tocoferol, catequinas, e carotenoides (MEDA *et al.*, 2005). São esses constituintes que aparecem em menores proporções que podem ter um papel antimicrobiano e também antioxidante. Existe um vasto acervo de trabalhos científicos onde é relatada a atuação do mel como promotor da saúde humana através de sua atividade como antioxidante, já que o mesmo contém além dos ácidos caféico e cumárico e seus ésteres, ácidos fenólicos e seus deri-



vados flavonoides agliconas (pinobanksina, crisina, galangina, luteolina, e canferol) carotenoides, ácido ascórbico, uma grande quantidade de antioxidantes que agindo sinergisticamente pode explicar muitas das propriedades biológicas / terapêuticas do mel (BERETTA *et al.*, 2005).

A qualidade do mel, do pólen e da própolis depende de sua composição química e origem floral. O conteúdo de polifenóis é fortemente afetado por sua origem floral, geográfica e características climáticas do local. Por essas razões, a identificação e quantificação dos polifenóis do mel, do pólen e da própolis são de grande interesse. Numerosos estudos têm relatado suas atividades farmacológicas como, por exemplo: antibacteriana, antifúngica, antiviral, anti-inflamatória, hepatoprotetora, antioxidante, antitumoral (GÓMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006).

O mel de abelha contém tanto os antioxidantes hidrofílicos como os lipofílicos. A interação entre eles torna o mel um antioxidante natural ideal que pode agir em diferentes locais da célula (ALJADI e KAMARUDDIN, 2004).

## **15 - PRÓPOLIS – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E FUNCIONAIS**

A palavra própolis é de origem grega e significa guardar a cidade. Própolis é uma denominação genérica utilizada para descrever uma mistura complexa de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas colhidas por abelhas melíferas de brotos, flores e exsudatos de plantas (CASTRO *et al.*, 2007), às quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para a elaboração do produto final (Fig. 11).



**Figura 11: Própolis Marrom coletada em Quixeramobim.**



Fonte: Abreu Neto – Centec Quixeramobim - CE

Seu emprego na vida da colônia está relacionado com suas propriedades mecânicas, sendo utilizada na construção e adaptação da colmeia, e antimicrobianas, garantindo um ambiente asséptico (FUNARI e FERRO, 2006). Os constituintes voláteis da própolis são os responsáveis por reduzir também a aeroflora no interior da colmeia (PEPELJNJAK *et al.*, 1985). Assim, a própolis se apresenta frequentemente como resinas constituídas por misturas complexas de substâncias naturais produzidas biogeneticamente pelas plantas e pelas abelhas, com a função de selar as colmeias e proteger contra predadores. Apesar de possíveis diferenças na composição devido à fonte floral, a maioria das própolis tem praticamente a mesma natureza química, constituindo-se de 50% de resina (composta de flavonoides e ácidos fenólicos), 30% de cera, 10% de óleos essenciais, 5% de pólen e 5% de outros compostos orgânicos (GÓMEZ-CARAVACA *et al.*, 2006).



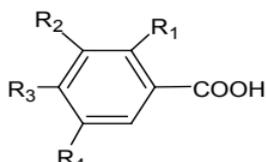
A própolis possui um grande número de constituintes, presentes em pequenas proporções, muitos deles conhecidos por suas propriedades antioxidantes. Estão aí incluídos os flavonoides e os ácidos fenólicos, certas enzimas, ácido ascórbico, produtos da Reação de Maillard, flavonóis,  $\alpha$ -tocoferol, catequinas, e carotenoides (DOBROWOLSKI *et al.*, 1991). São esses constituintes que aparecem em menores proporções que podem ter um papel antimicrobiano e também antioxidante (TORLEY *et al.*, 2004). Diversas atividades biológicas comprovadas já foram relatadas para própolis em diferentes regiões do planeta, tais como antiviral, anti-inflamatória, antioxidante, anticancerígena.

## 15.1 Composição Química da Própolis

A composição química da própolis está diretamente relacionada com o tipo de vegetação da região onde é produzida. Portanto as substâncias naturais presentes na própolis estão diretamente relacionadas com a região de coleta, podendo conter mais de uma dezena de substâncias com diversas funções adicionais ainda desconhecidas pelo homem. Várias classes de substâncias naturais já foram isoladas e identificadas em própolis brasileira, destacando-se flavonoides, flavanonas preniladas, benzopirano, benzofenona, éster do ácido caféico, triterpenoides (cicloartano, alcanosatos de lupeol, ácido morônico e  $3\beta$ -acetato de bauerenol), derivados dos ácidos cinâmico e benzóico e epóxidos de naftoquinonas (Fig. 12) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007).



## Figura 12: Compostos Fenólicos e Flavonóides Presentes em Própolis.



Ác. salicílico:

$R_1 = \text{OH}; R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$

Ác. gentísico:

$R_1 = R_4 = \text{OH}; R_2 = R_3 = \text{H}$

Ác. *p*-hidroxibenzóico:

$R_1 = R_2 = R_4 = \text{H}; R_3 = \text{OH}$

Ác. protocatequínico:

$R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = R_3 = \text{OH}$

Ác. vanílico:

$R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = \text{OCH}_3;$

$R_3 = \text{OH}$

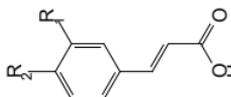
Ác. gálico:

$R_1 = \text{H}; R_2 = R_3 = R_4 = \text{OH}$

Ác. siringico:

$R_1 = \text{H}; R_2 = R_4 = \text{OCH}_3; R_3 = \text{OH}$

Ácidos fenólicos



Ácido cinâmico:

$R_1 = \text{H}$

Ácido *p*-cumárico:

$R_1 = \text{H}, R_2 = \text{OH}$

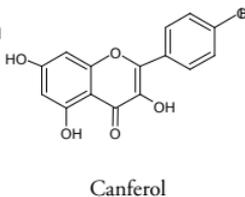
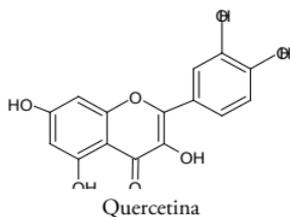
Ácido cafeico:

$R_1 = \text{OH}, R_2 = \text{OH}$

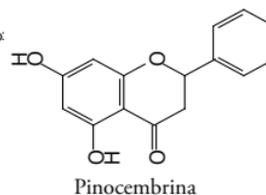
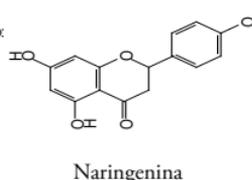
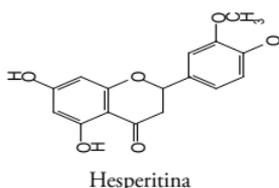
Ácido ferúlico:

$R_1 = \text{OCH}_3, R_2 = \text{OH}$

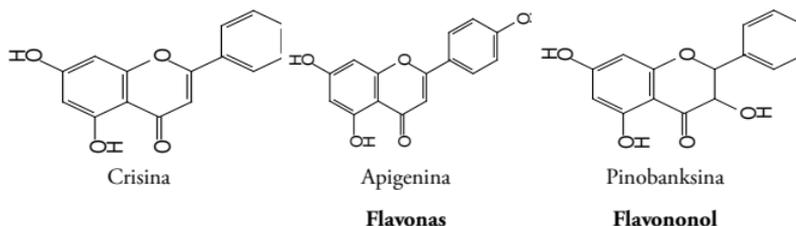
Ácidos cinâmicos



### Flavonóis



### Flavanonas



Os primeiros registros da utilização da própolis pelo homem remontam ao Egito antigo e à Mesopotâmia. Através de comprovações químicas, observou-se que as principais fontes de própolis em zonas temperadas são os brotos e exsudatos de espécies de *Populus* (choupo) e seus híbridos. Na Rússia, especialmente nas regiões do norte, são espécies de bétula (*Betula verrucosa*) aquelas preferidas pelas abelhas. As amostras de própolis originadas destas regiões têm composição química muito similar, e os principais constituintes são: flavonoides agliconas, ácidos aromáticos e seus ésteres.

Em regiões tropicais não existem espécies de choupo e bétula e as abelhas visitam outras plantas, por isso, a composição química das própolis de tais regiões é muito distinta das de zonas temperadas. Investigações em regiões temperadas revelaram que, em muitos casos, os flavonoides são os principais componentes das própolis, similarmente às europeias, embora a sua origem vegetal seja diferente. Nas amostras brasileiras, poucos flavonoides foram identificados, tais como: canferide 5,6,7-triidoxi-3,4'-diidroxiflavona, aromadendrina-4-metil éter (BOUDOROVA-KRAVSTOVA *et al.*, 1997), pinobanksina e um derivado de canferol (MARCUCCI *et al.*, 2006) que foi posteriormente confirmado como sendo o canferide, além de crisina e galangina (Fig. 13).



**Figura 13: Classes de principais flavonoides presentes em mel, própolis e pólen.**

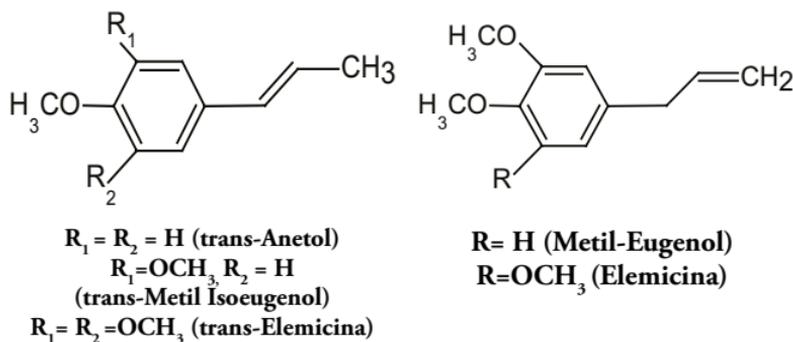
<p>Flavonol (Catequina)</p>	<p>Flavona (Rutina)</p>	<p>Flavanonol (Taxifolina)</p>
<p>Antocianidina (Pelargonidina)</p>	<p>Isoflavona (Genisteína)</p>	<p>Chalcona</p>
<p>Quercetina (Flavonol)</p>	<p>Isoramnetina</p>	<p>Canferol (Flavonol)</p>
<p>Di-hidrochalcona</p>	<p>Hesperitina (Flavanona)</p>	<p>Naringenina (Flavanona)</p>
<p>Pinocembrina (Flavanona)</p>	<p>Miricetina (Flavanol)</p>	<p>Pinobanksina (Flavanonol)</p>

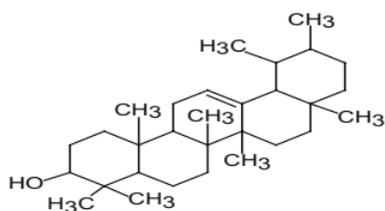
Fonte: Marcucci, 2006.



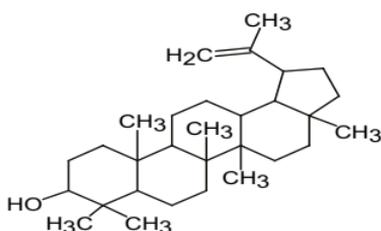
Nestas amostras, por outro lado, foram identificados compostos novos, que possuem uma atividade biológica marcante. Uma classe de fenólicos, os ácidos p-cumáricos prenilados (BOUDOROVA-KRAVSTEVA *et al.*, 1997), foram encontrados em grande quantidade em amostras brasileiras, Ácido 3-prenil-4-hidroxicinâmico (PHCA), 9-E- e 9-Z-2,2-dimetil-6-carboxietenil-8-prenil-2H-1-benzopirano (DCBEN) (MARCUCCI, 1996), Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico (DHCA) e Ácido 2,2-dimetil-8-prenil-2H-1 – benzopirano – 6 propenóico (DPB) (MARCUCCI *et al.*, 2001). Alguns destes compostos possuem atividade antimicrobiana e antitumoral (MARCUCCI, 2006). Trusheva *et al.* (2006) identificaram novos compostos em própolis vermelha brasileira com atividades farmacológicas: trans-Anetol; Metil-Eugenol; trans-Metil-Isoeugenol; Elemicina; trans-Elemicina;  $\beta$ -Amirina; Lupeol; Pterocarpano Medicarpin; 2,3-Epóxi-2-(3-Metil-2-Butenil)-1,4-Naftalenodiona; e dois isômeros de ligação dupla que ocorrem como uma mistura inseparável, R=3-Metil-2-Butenil e R=3-Metil-3-Butenil (Fig. 14).

**Figura 14: Novos compostos encontrados em própolis vermelha brasileira**

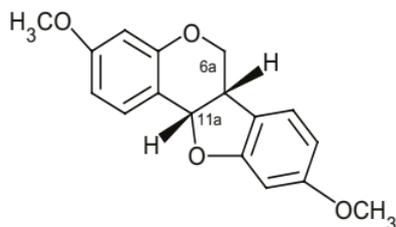




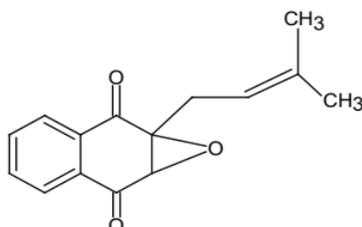
**$\beta$ -Amirina**



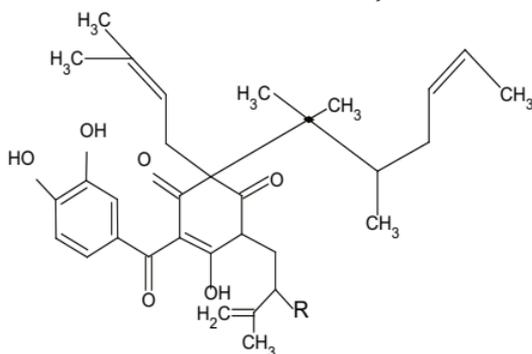
**Lupeol**



**Pterocarpano medicarpin**



**2,3-Epoxi-2-(3-metil-2-butenil)-1,4-naftalenodiona**



**R=3-Metil-2-Butenil e R=3-Metil-3-Butenil (11)**

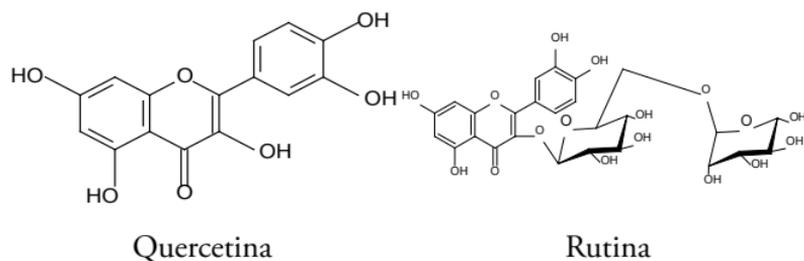
Fonte: Trusheva *et al.*, (2006).

Desde a década de 1980, a própolis vem sendo largamente utilizada em suplementos alimentares e beveragens, como preventivo de enfermidades e em aplicações tópicas. Paralelamente, nota-se um incremento de estudos a partir deste produto, apontando que apresenta toxicidade contra células cancerígenas e as atividades antioxidante, anti-inflamatória, hepatoprotetora, imunoestimulante e antibiótica. Sua composição química é va-



riada, sendo que já foram identificadas mais de 200 substâncias em própolis de diferentes localidades, incluindo ácidos fenólicos, flavonoides, ésteres, diterpenos, sesquiterpenos, lignanas, aldeídos aromáticos, álcoois, aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais. Dentre estas classes de substâncias destacam-se a dos flavonoides e a dos ácidos fenólicos, pois é atribuída a elas grande parte das atividades biológicas constatadas para a própolis (FUNARI e FERRO, 2006). Os flavonoides pinocembrina, pinobanksina e crisina (Fig 15) são reportados como flavonoides característicos de própolis (YAO *et al.*, 2003). Liberato (2011) detectou em amostras de própolis do Ceará, a predominância dos flavonoides Quercetina e Rutina (Fig. 15).

### Figura 15: Flavonoides característicos de própolis do Ceará



A resina contida na própolis é coletada na vegetação das cercanias da colmeia. O espectro de voo de uma abelha *Apis mellifera* abrange um raio de cerca de 4-5 km em torno da colmeia, de onde abelhas coletam pólen e néctar para alimentação, bem como resina para a própolis. Não são conhecidos os fatores que direcionam a preferência das abelhas coletoras de resina por uma determinada fonte vegetal, mas se sabe que elas são seletivas nessa coleta. Possivelmente, esta escolha esteja relacionada com a atividade antimicrobiana da resina, uma vez que as abelhas utilizam própolis como um antisséptico, revestindo toda a superfície interna da colmeia, bem como pequenos animais que tenham mor-



rido em seu interior. A composição de uma própolis é determinada principalmente pelas características fitogeográficas existentes ao redor da colmeia. Entretanto, a composição da própolis também varia sazonalmente em uma mesma localidade. Como consequência desta composição química diferenciada da própolis, ocorre também uma variação nas suas atividades farmacológicas (MENEZES, 2005).

A amplitude das atividades farmacológicas da própolis é maior em regiões tropicais do planeta e menor nas regiões temperadas, refletindo a diversidade vegetal destas regiões: nas regiões tropicais a diversidade vegetal é muito superior à diversidade observada nas regiões temperadas. Embora a composição química da própolis seja um dado extremamente importante, suas distintas atividades farmacológicas podem também decorrer do sinergismo entre seus diversos compostos químicos. Os principais compostos químicos isolados da própolis até o momento podem ser organizados em alguns grupos principais como: ácidos e ésteres alifáticos, ácidos e ésteres aromáticos, açúcares, álcoois, aldeídos, ácidos graxos, aminoácidos, esteroides, cetonas, chalconas e diidrochalconas, flavonoides (flavonas, flavonóis e flavononas), terpenoides, proteínas, vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, E, bem como diversos minerais. De todos esses grupos o que mais vem chamando a atenção dos pesquisadores é o dos flavonóides. Cerca de 4000 substâncias já foram listadas como flavonóides, entre elas apigenina, quercetina, hesperitina, rutina, luteolina, genisteína, daidzeína, antocianidina, canferol (Fig 18). A presença e a concentração destes compostos são utilizadas como índices de qualificação de amostras de própolis (MENEZES, 2005).



Uma revisão da literatura, a partir da década de 80, apresenta as seguintes atividades relacionadas à própolis: atividade antibacteriana, atividade antimicótica, atividade otorrinolaringológica, atividade imunológica, atividade antiviral, atividade hepatoprotetora, atividade antitumoral e radioprotetora. O mecanismo da atividade antimicrobiana da própolis é complexo, podendo ser atribuído à atividade sinérgica entre fenólicos e outros compostos principalmente aos flavonóides pinocembrina, galangina e pinobanksina (Fig. 04) os quais inibem a motilidade bacteriana. A atividade antibacteriana da própolis tem sido relacionada ao conteúdo de galangina, o qual tem sido indicado ser o principal responsável pela atividade bactericida (DRAGO *et al.*, 2007). A atividade anti-inflamatória está relacionada à presença, na própolis, de compostos como o ácido caféico, a quercetina, a naringenina e o Éster Fenílico do Ácido Caféico (NAGAOKA *et al.*, 2003). Esta atividade seria resultante da supressão da síntese de prostaglandinas e de leucotrienos pelos macrófagos. A inibição na geração de óxido nítrico por macrófagos é também apontada como um dos fatores responsáveis pela atividade anti-inflamatória da própolis (MENEZES, 2005). Quanto à atividade antineoplásica, Mitamura *et al.* (1996) sugeriram que esteja relacionada com a inibição na síntese de DNA das células tumorais. Segundo Moreno *et al.*, (2000), o sequestro de radicais livres gerados por neutrófilos poderia ser um mecanismo antioxidante da própolis, que resultaria em uma atividade anti-inflamatória final.

A coloração da própolis é dependente de sua procedência. Pode variar de um marrom escuro, passando a uma tonalidade esverdeada até ao marrom avermelhado. Possui um odor característico que pode variar de uma amostra para outra. Existem amostras de própolis que não possuem nenhum odor. O ponto



de fusão é variável entre 60-70°C, podendo atingir em alguns casos, até 100°C. Em 15°C a própolis é uma substância dura, tornando-se maleável a partir de 30°C. Alguns solventes, tais como: éter, etanol, acetona, tolueno e tricloroetileno, permitem a dissolução de muitos constituintes da própolis. A parte insolúvel é constituída de matéria orgânica, tecidos vegetais, grãos de pólen e outros. Os constituintes solúveis da própolis, obtidos utilizando-se solventes orgânicos, dividem-se em: materiais cerosos (em média 30%), bálsamos, óleos essenciais e derivados fenólicos (em média 60%) (MARCUCCI, 1996).

A própolis brasileira foi classificada em diferentes tipos, de acordo com a região geográfica de origem, pois suas propriedades biológicas e a vegetação de onde foi extraída faz com que apresente coloração e substâncias variadas (PARK *et al.*, 2002). Dentre estas, está à própolis vermelha descoberta recentemente em colmeias localizadas em região litorânea e de manguezal no Nordeste brasileiro. A variedade vermelha vem sendo estudada por apresentar características físico-químicas e biológicas diferenciadas. Segundo Dausch *et al.*, (2006) essa variedade foi apresentada como um novo tipo de própolis de coloração vermelha.

### **15.2 *Própolis Vermelha - Dalbergia ecastophyllum* L. Taub (Fabaceae)**

Sua ocorrência está quase sempre associada aos leitos de rios e manguezais onde é dominante, reunindo um emaranhado de ramos e caules que auxiliam na fixação da areia. Pode ocorrer também em vegetação da costa seca e solos arenosos como um arbusto ou arvoreta, embora este fato não seja comum (CARVALHO, 1997).



Os nomes populares dados a essa espécie são rabo-de-bugio, rabo-de-macaco, marmelo-do-mangue, marmeleiro-da-praia, moeda-de-videira, entre outros (CARVALHO, 1997; FRANCIS, 2004). As cascas e raízes trituradas foram muito utilizadas por índios americanos na pesca, por possuírem substâncias químicas capazes de entorpecer e ajudar na captura de peixes. No Senegal suas folhas são colocadas em inalações e banhos para o tratamento de várias debilidades. Na medicina tradicional extratos são usados como diurético, emético e vermífugo, apesar de poderem apresentar toxicidade para alguns tecidos (FRANCIS, 2004).

A *D. ecastophyllum* é a principal fonte de resina para a produção da própolis vermelha brasileira (DAUGSCH *et al.*, 2006). Analisando os perfis químicos de *D. ecastophyllum* e da própolis vermelha, vários autores constataram que ambos demonstraram ter constituintes químicos semelhantes, sendo os principais compostos os isoflavonóides medicarpina e 3-hidróxi-8,9-dimetóxipterocarpna (SILVA *et al.*, 2008). Cabral (2008) trabalhou com o extrato etanólico da própolis vermelha da região de mangue do Estado de Alagoas fracionando-o e observou que a fase clorofórmica desse extrato apresentou alta atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* e *Actinomyces naeslundii*. Ele conseguiu isolar e identificar por CLAE, dois compostos, sendo um deles da classe das isoflavonas e o outro uma chalcona (isoliquiritigenina).

Os principais constituintes químicos já relatados para *D. ecastophyllum* são os isoflavonóides: liquiritigenina, daidizeína, dalbergina, isoliquiritigenina, formononetina, biochanin A, medicarpina e 3-hidróxi-8,9-dimetóxipterocarpana, sendo este último considerado o constituinte majoritário (MATOS; GOTTLIEB; ANDRADE, 1975; SILVA *et al.*, 2008; CABRAL, 2008).



## 15.3 Compostos Voláteis

Compostos voláteis são encontrados em baixas concentrações em própolis, mas seu aroma e significativa atividade biológica mostram sua grande importância na caracterização da própolis. É conhecido que os voláteis das própolis reduzem a aeroflora dentro do apiário (GHISALBERTI, 1979). Diferentes autores encontraram que óleos obtidos dos voláteis das própolis possuem uma ação antibacteriana de boa a moderada (PETRI *et al.*, 1986). De acordo com Oliveira *et al.*, (2010) estudando própolis brasileiras, dos 26 constituintes identificados,  $\beta$ -cariofileno (12.7%), acetofenona (12.3%) e  $\beta$ -farneseno (9.2%) foram encontrados como os maiores componentes. Portanto, compostos voláteis, mesmo em baixas concentrações podem assegurar atividade antimicrobiana das própolis.

De acordo com Bankova *et al.* (2000) os voláteis de regiões tropicais continham alguns sesquiterpenóides que não foram encontrados em amostras oriundas de zonas temperadas, por exemplo, espatulenol e germacreno. Pratsinis *et al.* (2010), estudando própolis oriundas da Grécia, encontraram um diferente tipo químico de própolis europeia, pois apresenta-se muito rica em diterpenos.

Extratos etanólicos e óleos essenciais de própolis verde do sudeste brasileiro foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência em Fase Reversa (CLAE-FR) e Cromatografia Gasosa – Espectrometria de Massa (CG-EM). Trinta flavonoides e vinte e três compostos voláteis foram identificados. O principal composto flavonoide foi artepillin C. O principal composto volátil em ambos os óleos essenciais foi nerolidol. Os principais compostos identificados em própolis verde poderiam ser usados como marcadores químicos com o fim de classificar e identificar as origens botânicas da própolis (MARÓSTICA JUNIOR *et al.*, 2008)



## 16 - PÓLEN APÍCOLA

Pólen é o elemento fecundante masculino da flor, que atraído pelo ovário da mesma, fertiliza-o com o objetivo de formar as sementes, garantindo assim, a reprodução da planta. Pólenes são pequenos grânulos de dimensões microscópicas, tendo em média 50 µm. É o elemento reprodutivo da flor. É formado por minúsculos grãos, localizados nas anteras dos estames da flor de onde é coletado pelas abelhas e levados para a colônia para ser utilizado no preparo do alimento das larvas jovens em decorrência do alto valor nutritivo já que é rico em proteínas, minerais e vitaminas (WIESE, 1995). As abelhas coletam o pólen das flores que adere aos pelos do seu corpo quando em contato com os estames. Em seguida, eles são escovados com os pentes tibiais, e os grãos aglutinados em bolotas ou grânulos (BREYER, 2007). Depois de pousar em várias flores a abelha começa a recolher os grãos de sua cabeça, tórax e abdômen, transferindo-os com ajuda das patas dianteiras e intermediárias e colocando-os nas corbículas.

A abelha transporta o pólen até a colmeia onde é depositado nos alvéolos dos favos, comprimido com a cabeça das operárias para obter uma massa compacta que sofre transformações sob ação da temperatura, umidade e enzimas salivares, sendo misturado com o néctar para formar o *pão das abelhas*. O pólen é utilizado no preparo do alimento das larvas jovens em decorrência do alto valor nutritivo, rico em proteínas, minerais e vitaminas (WIESE, 1995). As abelhas só produzem geleia real a partir da matéria liberada pela digestão do pólen, que é metabolizado pelas células das glândulas hipofaríngeas das abelhas nutrízes. Segundo alguns pesquisadores, uma colmeia com grande população chega a consumir 35 kg de pólen para alimentação das crias. Para coletar 250 g de pólen as abelhas



necessitam de 17 mil voos. A necessidade diária de pólen de uma abelha operária é da ordem de 145 mg e é necessária a visita a 84 flores para uma abelha completar uma carga de pólen, que pesa até 15 mg (BREYER, 2007) (Fig 16).

**Figura 16: Pólen Apícola Fresco.**



Fonte: Cedida por Abreu Neto - Centec Quixeramobim - CE

**Figura 17: Pólen Apícola Heterofloral Fresco.**



Fonte: autores



Cada pólen tem suas características específicas ligadas às espécies florais e cultivares, visitadas pelas abelhas. O pólen poderá ser monofloral, quando há uma única origem botânica mantendo as propriedades organolépticas e bioquímicas da planta original. Quando a oferta de plantas poliníferas na área em volta do apiário não é suficiente, as abelhas visitam outras flores ou misturam pelotas de pólen de várias flores. Então esse pólen passa a ser chamado de heterofloral ou polifloral e possui propriedades bioquímicas variadas (BARRETO *et al.*, 2006). O pólen é necessário às abelhas como alimento proteico sendo consumido pelas operárias para a produção de cera e geleia real. É ainda fornecido às larvas que possuem um desenvolvimento rápido, pois em apenas seis dias após terem eclodido dos ovos, multiplicam muitas vezes seu peso e tamanho. Ao retornar à colmeia, as abelhas atravessam armadilhas, deixando cair o pólen nos coletores colocados pelos apicultores que é recolhido diariamente para ser processado. Os coletores de pólen são constituídos essencialmente por trampas com perfurações de aproximadamente 4,5 mm de diâmetro para permitir que as abelhas ao atravessarem, deixem cair, as bolotas de pólen presas em suas patas traseiras (MAGALHÃES, 2005). O pólen apícola é considerado monofloral se a frequência do pólen de uma determinada planta é maior que 45%. As investigações sobre a origem floral dos produtos apícolas brasileiros iniciaram-se na década de 60 e desde então têm se concentrado na região Sudeste do Brasil, com poucos trabalhos sendo conduzidos com méis originados no Nordeste brasileiro (NORONHA, 1997).

As bolotas de pólen são recolhidas em uma bandeja (caixa ou gaveta) que é recoberta por uma tela de arame, de forma que permaneçam isoladas da colmeia e as abelhas não possam recolhê-las novamente. Cada pólen tem suas características específicas ligadas à origem floral, mas a qualidade do produto final também depende do processo de limpeza, secagem, embalagem e armazenamento (BARRETO *et al.*, 2006).



A composição geral do pólen apícola encontra-se na Tabela 08, enquanto o teor de vitaminas nele presente e a sua composição média de aminoácidos encontram-se nas Tabelas 09 e 10 respectivamente.

**Tabela 08 – Composição Geral do Pólen (em %)**

Água (Pólen Fresco)	8 – 16
Água (Pólen Desidratado)	3 – 5
Glicídeos	25 – 42
Lipídios	1 – 14
Protídeos	11 – 29
Sais Minerais	1 – 8
Diversos	21 – 31

Fonte: Donadieu, 1983

**Tabela 09 – Vitaminas do Pólen Apícola (em µg/g)**

Vitamina B <sub>1</sub>	5,75 – 10,80
Vitamina B2	16,30 – 19,20
Vitamina B3	98,0 - 210,00
Vitamina B5	3,0 - 51,00
Vitamina B6	0,0 - 9,00
Vitamina B7	30,0 - 40,00
Vitamina B8	0,1 – 0,25
Vitamina B9	3,4 – 6,80
Vitamina B12	Presente
Vitamina C	152,0 - 640,0
Vitamina D	0,20 – 0,60
Vitamina E	0,10 – 0,32
Vitamina A	Presente

Fonte: Lengler, 2002



**Tabela 10 – Composição Média de Aminoácidos no Pólen Apícola (em g/100g).**

Ácido Aspártico	1,10 – 3,80
Ácido Glutâmico	0,35 – 3,50
Alanina	0,40 – 1,65
Arginina	0,40 – 2,45
Cistina	0,03 – 0,30
Glicina	0,30 – 1,40
Histidina	0,15 – 0,85
Isoleucina	0,25 – 1,50
Leucina	0,40 – 2,45
Lisina	0,35 – 2,30
Metionina	0,10 – 0,75
Fenilalanina	0,30 – 1,55
Prolina	0,35 – 4,95
Serina	0,30 – 1,65
Treonina	0,25 – 1,45
Triptofano	0,40 – 1,10
Tirosina	0,15 – 1,20
Valina	0,30 – 1,70

Fonte: Donadieu, 1983.

O pólen de abelhas é o resultado da aglutinação do pólen das flores com néctar e substâncias salivares das abelhas, o que o torna diferente do pólen colhido diretamente das plantas. Este pólen é acumulado em cargas polínicas nas corbículas (estruturas semelhantes a pequenas bolsas) e pode ser utilizado pelo homem. Há séculos, o pólen das abelhas vem sendo utilizado na medicina popular para aliviar e curar constipações, gripes, úlceras, enve-



lhhecimento precoce e outros problemas, sendo que atualmente existem diversos trabalhos de pesquisa sobre as potencialidades e interesse terapêutico do pólen de abelhas do gênero *Apis*, que vão desde o tratamento de rinites alérgicas, quanto o uso como hepatoprotetor e antiteratogênico. O pólen apícola é utilizado na alimentação humana como um suplemento alimentar por conter carboidratos, proteínas, aminoácidos, lipídios, vitaminas, minerais e traços de outras substâncias que podem compor a dieta da abelha melífera, em função da vegetação presente na região, já que sua composição química e bioquímica é determinada pela origem vegetal. O pólen apresenta quantidades significativas de substâncias polifenólicas que podem variar de 7,4 a 9,7 mg/g, principalmente de flavonoides que exercem um papel antioxidante inibindo a ação lesiva dos radicais livres, prevenindo, desta forma, diversas enfermidades que adviriam com essa lesão celular. O pólen vem sendo usado no tratamento de prostatite, devido às suas propriedades anti-inflamatórias e efeito antiandrogênico, e também para melhorar o desempenho de atletas devido a um efeito positivo no consumo de oxigênio e na recuperação pós-exercício, além de ser útil em problemas de memória e no tratamento de bronquite.

A literatura científica vem relatando as propriedades farmacológicas dos produtos apícolas de interesse médico – farmacêutico tais como atividades bacteriostática e bactericida, fungistática e fungicida, virustática e virucida, antioxidante, antitumoral, cicatrizante, reparadora tissular, anestésica, contra parasitas intestinais e sanguíneos, antimutagênica e contra doenças cardiovasculares e respiratórias (FONTANA *et al.*, 2004). A caracterização de todas estas atividades biológicas associadas à tendência de utilização de produtos naturais tem resultado num aumento da demanda de produtos das abelhas (MENEZES *et al.*, 1997).



Vários trabalhos têm demonstrado que o pólen apícola possui atividade antimicrobiana (BASIM *et al.*; 2006; ÖZCAN *et al.*, 2004) e antioxidante (ALMARAZ-ABARCA *et al.*; 2007; BARRETO, 2006; MARCHINI *et al.*, 2006). Basim *et al.* (2006) avaliaram a atividade antimicrobiana do pólen da Turquia contra treze microrganismos fitopatogênicos causadores de várias pragas em frutas e vegetais. O pólen apícola proveniente da Turquia apresentou-se biologicamente ativo e as zonas de inibição apresentaram variações em relação à concentração de extrato de pólen utilizado. Entre os microrganismos testados, o *A. tumefaciens* foi o mais sensível quando os extratos de pólen foram testados na concentração de 0,2% (m/v). Basim *et al.* (2006) concluíram que o efeito antimicrobiano do pólen apícola é específico para cada espécie de microrganismo utilizado e segundo Kroyer & Hegedus (2001) sua atividade biológica depende da sua composição química que está diretamente relacionada com a origem floral e geográfica. Apesar de existirem vários trabalhos que descrevem o potencial biológico do pólen apícola, pouco se sabe sobre o seu potencial antimicrobiano (CABRAL, 2008; CARPES, 2008; CARPES *et al.*, 2008; CARPES *et al.*, 2007).

O pólen apícola possui também teores significativos de ácido fítico, que podem diminuir a incidência de câncer de colo do útero (GRAF; EATON, 1990) e proteger contra outras doenças inflamatórias (SHOSKES, 2002). Serafini (2013) conseguiu excelentes resultados quanto ao teor de fibras onde se encontra o ácido fítico, bem como Silveira (2012) que observou o fato que o teor de fibras pode sofrer o efeito da temperatura e umidade do ambiente.

A atividade de forragear pólen é um dos comportamentos mais importantes das colônias de *A. mellifera*. No entanto, deficiências no estoque ocorrem devido à sazonalidade da oferta desse recurso alimentar. A atividade de forragear pólen da abelha



*A. mellifera*, segundo alguns pesquisadores, está diretamente associada ao estoque e à quantidade de larvas (MOURA e PEGORARO, 2006). A importância do pólen para a colônia é, portanto, inquestionável, pois dele dependem as abelhas para o seu suprimento de proteínas, sais minerais e produtos biológicos especiais utilizados na sua alimentação. Por essa razão, a produção de mel, cera e geleia real de um apiário está diretamente relacionada com a quantidade de pólen necessária para a alimentação das colmeias. As abelhas, na ausência de pólen, recorrem à sua própria fonte de reserva, metabolizando tecidos de seus corpos para prolongar sua existência. Ao receberem material nutritivo, no caso pólen, rapidamente assimilam os principais nutrientes que haviam perdido, reintegrando-se à normalidade. As abelhas necessitam de 10 aminoácidos essenciais: arginina, histidina, lisina, triptofano, fenilalanina, metionina, treonina, leucina, isoleucina e valina, os quais são obtidos do pólen. Uma dieta deficiente em qualquer um destes aminoácidos pode gerar sintomas específicos de deficiência, uma vez que as abelhas não poderão sintetizar as proteínas que os contêm.

Experimentos de alimentação demonstram uma necessidade média de 145 mg de pólen para que uma abelha operária complete seu ciclo de vida. Assim, 10.000 operárias (que formam uma pequena colônia) consomem 1,5 kg de pólen. O valor nutritivo do pólen armazenado artificialmente depende das condições de secagem, temperatura e duração do tempo de armazenamento e da planta de origem do pólen. Todos esses fatores indicam que a composição química é a chave que determina a utilidade do pólen na nutrição da abelha. A composição do pólen varia entre espécies de plantas sofrendo também a influência da idade, da condição nutricional da planta e das condições ambientais durante o desenvolvimento do pólen.



Os parâmetros físico-químicos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2001), para comercialização de pólen apícola encontram-se na Tabela 08. Além da nutrição das abelhas, o pólen coletado no alvado das colmeias pode ser utilizado como complemento alimentar na nutrição humana, pois é uma importante fonte de proteínas. Assim, o conhecimento de sua composição físico-química, torna-se importante, no sentido de tipificar o produto obtido em diferentes regiões (MARCHINI *et al.*, 2006).

O pólen apícola vem se destacando tanto por suas propriedades terapêuticas, por sua atividade antioxidante (SOMERVILLI, 2005; ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007), quanto pela possibilidade de aplicação na indústria alimentícia, na forma de alimentos funcionais (MARCHINI *et al.*, 2006). Os efeitos terapêuticos têm sido atribuídos aos diversos compostos fenólicos presentes nesses produtos (KROYER e HEGEDUS, 2001; LEJA *et al.*, 2007). Os compostos sintéticos BHT e BHA são antioxidantes efetivos e muito utilizados na indústria de alimentos, porém podem apresentar atividades mutagênicas (NAMIKI, 1990). Assim, a busca por agentes antioxidantes alternativos tornou-se imperativa.

Os principais constituintes do pólen apícola são os flavonoides e os ácidos fenólicos, sendo possível usá-los para a padronização do pólen em relação às suas propriedades nutricionais fisiológicas e no controle da qualidade das preparações de pólen apícola distribuídas no comércio (KROYER e HEGEDUS, 2001).



**Tabela 11 – Especificações do Pólen Apícola segundo a Legislação Brasileira.**

Aroma	Característico, de acordo com origem floral.
Cor	Característica, de acordo com origem floral.
Aspecto	Grãos heterogêneos de forma e tamanhos variados, tendendo a esféricos.
Sabor	Característico
Umidade	Fresco: máximo 30% Desidratado: máximo 4%
Cinzas	Máximo de 4%; m/m, na base seca.
Lipídeos	Mínimo de 1,8%; m/m, na base seca.
Proteínas	Mínimo de 8%; m/m, na base seca.
Açúcares totais	14,5% a 55,0%; m/m, na base seca.
Fibra bruta	Mínimo de 2%; m/m, na base seca.
Acidez livre	Máximo de 300 mEq/kg
pH	4 a 6

Fonte: BRASIL, 2001.

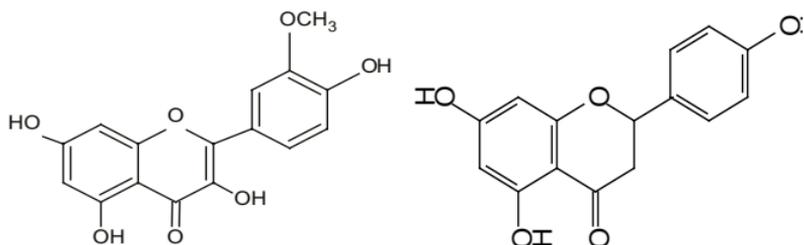
Vários autores relatam a necessidade de maiores estudos para avaliar a composição relativa das substâncias polifenólicas, no pólen apícola brasileiro e nos extratos de pólen, assim como as diferenças em suas especificidades, visando avaliar sua função e contribuição no que diz respeito à atividade antioxidante (BARRETO *et al.*, 2006; MARCHINI *et al.*, 2006; ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007).

Os flavonoides isolados do pólen, segundo pesquisas do início da década de 2000, são geralmente glicosilados, porém, alguns trabalhos citam flavonoides do tipo aglicona. Em pesquisa realizada com pólen da abelha *Melipona subnitida* Ducke, Silva *et al.* (2006) encontraram um pólen de cor amarela composto por três tipos de pólen com predominância dos grãos de pólen de *Mimosa gemmulata* (98,95%) e um pólen marrom com 89,84% de grãos de pólen de Fabaceae predominando. Os compostos naringenina, isoramnetina (Fig. 18) e D-manitol foram isolados do



pólen amarelo e  $\beta$ -sitosterol, tricetina, selagina, e 8-metoxiherbacetina foram encontrados no pólen marrom (SILVA *et al.*, 2006). Tomás-Barberan *et al.* (1989) encontraram no pólen apícola de jará principalmente quercetina e isoramnetina-3-glucosídeo e traços de miricetina e canferol-3-glucosídeo.

**Figura 18: Compostos encontrados no pólen amarelo.**



Naringenina

Isoramnetina

Fonte: Silva *et al.*, 2006.

No Brasil, a produção de pólen apícola foi iniciada no final da década de 80 sendo, portanto, uma atividade recente. Vários autores consideram que o Brasil tem potencial para ser um grande produtor de pólen apícola, devido à riqueza e diversidade da flora aliada ao clima tropical, além da eficiência das abelhas africanizadas (BARRETO *et al.*, 2006).



## 17 - TIPIFICAÇÃO DOS PRODUTOS APÍCOLAS

Alguns dos constituintes presentes no mel (carboidratos, água, traços de ácidos orgânicos, enzimas, aminoácidos, pigmentos, pólen e cera) são devido a sua maturação, outros são adicionados pelas abelhas e ainda outros, são derivados das plantas melíferas (ANKLAM, 1998). Técnicas de adulteração em méis são baseadas em dois princípios diferentes: diluição do mel por adição de água e extensão com açúcar e xaropes como xarope de milho, xarope de milho com alto teor de frutose, outras adulterações devidas a alimentação das abelhas com açúcares e xarope ou mel artificial.

O interesse pela classificação dos méis a partir de suas origens torna-se cada dia maior, sendo exigida na legislação para méis da União Europeia (MENDES *et al.*, 2006). É uma forma de agregar valor aos méis uma vez que combate a fraude econômica e ao consumidor, evitando a mistura de méis originais com outros de pior qualidade, a diluição com água ou a adição com xarope. Fica evidente que a identificação de autenticidade do mel é importante na diferenciação do mel natural original manufaturado em uma dada região por procedimentos tradicionais daqueles que são artificiais, altamente processados, adulterados.

A análise de menores componentes do mel, especialmente conteúdo de metais, pode ser um modo de reconhecer e discriminar o mel, bem como detectar a fraude em seu estado original (RASHED e SOLTAN, 2004), pois metais são bons em identificar as origens florais e geográficas já que são estáveis nos méis por um longo tempo, suas concentrações dependendo do tipo de solo no qual a planta melífera cresce e as condições da vegetação



na área de forrageamento da abelha (TERRAB *et al.*, 2003). Excesso ou deficiência de certos metais no solo e água é usualmente refletido na composição mineral das plantas visitadas pelas abelhas e os materiais coletados por elas para produzir mel. Assim, conteúdo de metais é altamente indicativo de uma dada área e útil para a caracterização e identificação das origens de um mel (SANTOS *et al.*, 2008). A composição mineral pode ser usada, por essas mesmas razões, para detectar adulterações de mel, como por exemplo, diluição com água, adição de açúcares e xaropes ou misturas de méis (RASHED e SOLTAN, 2004).

### 17.1 Metais em méis

O interesse na análise do conteúdo de metais em mel tem crescido bastante nos últimos 15 anos. O solo e as plantas são fontes naturais que têm grande influência na composição de minerais em mel. A informação sobre o perfil de metais pode levar a tipificação dos méis de acordo com sua origem floral e geográfica (POHL, 2009). Dependendo da origem botânica e da composição química do néctar das plantas produtoras ou secreções de onde as abelhas fazem a coleta, o mel contém mistura de carboidratos diferentes, incluindo frutose (27,3 - 44,3%), glucose (22,0 - 40,8%), maltose (2,7 - 16,0%), sacarose (1,5 - 3,0%), açúcares de maiores tamanhos (0,1 - 8,5%), proteínas, aminoácidos, vitaminas e minerais (BELITZ *et al.*, 2004). A contribuição dos minerais é relativamente baixa e normalmente fica entre 0,1 - 0,2% em méis florais. Todos os componentes são dissolvidos em água (13,4 - 22,9%) (POHL, 2009).



As principais concentrações de metais em méis derivam do solo. Eles são transportados para as plantas melíferas através do seu sistema de raízes, passam para o néctar e então ao mel produzido pelas abelhas (STANKOVSKA *et al.*, 2008). De acordo com a composição e o conteúdo de metais em méis, particularmente Ca, K, Mg, Mn, Na, é afetado pela composição do solo (origem geográfica), determinado pela feição geoquímica e geológica (isto é, atividade hidrotermal, condições regionais e mudanças climáticas na área de coleta das abelhas) (ABU-TARBOUSH *et al.*, 1993; HERNÁNDEZ *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008).

Em méis de regiões litorâneas ou ilhas, o oceano é também fonte de K e Na, como consequência do ar marinho (HERNÁNDEZ *et al.*, 2005; TERRAB *et al.*, 2003). Essa fonte não floral pode elevar a concentração de metais alcalinos acima de 10 vezes em relação aos méis de outras regiões (TERRAB *et al.*, 2003). O tipo das plantas melíferas, a densidade floral e composição de néctar e pólen (origem botânica) são também responsáveis pelas variações no conteúdo de metais no mel (ABU-TARBOUSH *et al.*, 1993; RODRIGUÉZ-OTERO *et al.*, 1994; SANTOS *et al.*, 2008). Dessa forma a determinação da concentração de metais é útil para classificar méis de acordo com sua origem botânica e geográfica (ABU-TARBOUSH *et al.*, 1993; FERNÁNDEZ-TORRES *et al.*, 2005). O mais abundante metal em mel é o K, o qual aparece com uma variação percentual de 45 a aproximadamente 85% do perfil total de minerais (ABU-TARBOUSH *et al.*, 1993; FERNÁNDEZ-TORRES *et al.*, 2005; TERRAB *et al.*, 2003). Outros metais encontrados no mel em concentrações também elevadas são o Na, o segundo mais comum, Ca e Mg. Cu, Fe, Zn e Mn estão presentes em quantidades intermediárias (HERNÁNDEZ *et al.*, 2005). Mel também contém metais traços, como Li, Se, Cr etc., presentes em quantidades muito pe-



quenas. A composição mineral do mel está relacionada com a sua cor. Méis de cor escura e âmbar contêm maiores quantidades de certos metais (por exemplo: Al, Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Zn) que aqueles de cor clara (FERNÁNDEZ-TORRES *et al.*, 2005). A cor de méis escuros está mais relacionada a maiores concentrações de Cd, Fe, e Pb, enquanto os méis de cor clara e marrom estão relacionados com altas concentrações de Al e Mg (GONZÁLEZ-MIRET *et al.*, 2005).

A presença de metais pesados em méis pode se originar, também por fatores antropogênicos. As abelhas utilizam uma grande área territorial para coleta de néctar, pólen, e exsudatos de plantas, envolvendo contato com diferentes plantas, ar, água e solo. Onde há contaminação ambiental elas tornam-se contaminadas também carregando os poluentes até suas colmeias (BOGDANOV, 2006). Assim os contaminantes passam a fazer parte do mel, mudando sua composição e qualidade. Portanto, o mel pode ser considerado um biomarcador para poluição ambiental podendo indicar o nível de contaminação do ar, água, planta e solo na área de coleta das abelhas (SANTOS *et al.*, 2008). Liberato *et al* (2013) realizaram um estudo sobre a presença de minerais em méis do Ceará com o objetivo de quantificar macrominerais e também a concentração de elementos traços nas amostras cearenses. Como resultado foi observada a ausência de elementos traços em concentrações anormais sendo possível, portanto, caracterizar-se as amostras de méis estudadas como produtos orgânicos.

O mel também pode ser contaminado com alguns metais de transição durante seu processamento. Possíveis fontes de contaminação são os apicultores, os equipamentos e as ferramentas usadas por eles bem como o ambiente onde ocorre o processamento. Devido ao contato com o mel, alguns metais (por exem-



plo: Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni e Zn) podem ser liberados dos materiais (aço inoxidável, aço galvanizado, e alumínio) dos equipamentos usados para colheita, produção e preparação do mel (ex: extração, centrifugação, amadurecimento e tonéis empregados para estocagem (STANKOVSKA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2008; TUZEN *et al.* (2007). Contaminantes metálicos podem ser introduzidos com substâncias fornecidas para a nutrição das abelhas como xaropes industrializados (RASHED e SOLTAN, 2004).

## 18 - ATIVIDADES BIOLÓGICAS DOS PRODUTOS APÍCOLAS

A literatura científica vem relatando as propriedades farmacológicas dos produtos apícolas de interesse médico – farmacêutico tais como atividades bacteriostática e bactericida, fungistática e fungicida, virustática e virucida, antioxidante, antitumoral, cicatrizante, reparadora tissular, anestésica, contra parasitas intestinais e sanguíneos, antimutagênica e contra doenças cardiovasculares e respiratórias (FONTANA *et al.*, 2004). A caracterização de todas estas atividades biológicas associadas à tendência de utilização de produtos naturais tem resultado num aumento da demanda de produtos das abelhas (MENEZES *et al.*, 1997).



## 18.1 Atividade Antioxidante

Nos átomos, os elétrons ocupam uma região no espaço, conhecida como orbitais. Cada orbital pode ter, no máximo, dois elétrons com spins em direções opostas. Para que uma molécula ou átomo permaneça estável, é necessária a presença de elétrons pareados na sua órbita externa. A falta de paridade forma uma espécie química altamente instável, geralmente de vida média muito curta, o radical livre (RL). Os RLs são átomos ou moléculas que possuem um ou mais elétrons não pareados na sua órbita externa, geralmente formados pela perda ou ganho de elétrons (oxirredução). “Espécies reativas” é o termo coletivo que inclui as espécies reativas de oxigênio (EROs), bem como as espécies reativas de nitrogênio (ERNs).

O oxigênio molecular obtido da atmosfera é vital para os organismos aeróbios, sendo sua função predominante nos eucariontes servir como último acceptor de elétrons na respiração mitocondrial, quando será finalmente reduzido à água durante o complexo processo de fosforilação oxidativa. Radicais livres oxigenados são constantemente gerados *in vivo* para propósitos fisiológicos, porém, quando são produzidos em excesso, em condições patológicas, dão como resultado o estresse oxidativo.

Espécies reativas de oxigênio (EROs) potencialmente danosas são produzidas continuamente nas células como consequência tanto do metabolismo aeróbico normal (reações bioquímicas oxidativas) quanto por fatores externos (RUSSO *et al.*, 2002). A geração dos radicais livres oxigenados ocorre principalmente na mitocôndria na qual mais de 90% do oxigênio usado pela célula é consumido. Para proteger contra possíveis danos às moléculas biológicas, especialmente o DNA, lipídios e proteínas, todos os



organismos consumidores de oxigênio têm um sistema antioxidante bem integrado, incluindo componentes enzimáticos e não enzimáticos (MORAIS, 2007).

Os radicais livres são usualmente removidos ou inativados *in vivo* por enzimas antioxidantes endógenas, como superóxido dismutase (SOD), peroxidase e compostos de baixo peso molecular como tocoferol, ácido ascórbico e polifenóis (NAGAI *et al.*, 2001). Portanto, pode-se dizer que os organismos aeróbios desenvolveram um complexo sistema de defesa antioxidante para combater espécies reativas que são continuamente produzidas por fatores endógenos (respiração aeróbica, algumas funções imunes mediadas pelas células) e exógenos (dieta, medicamentos, fumo, fumaça de exaustão de automóveis, atividade física extenuante) que são prejudiciais à saúde dos mesmos.

As EROs se tornam danosas quando são produzidas em excesso sob certas condições anormais como inflamação, isquemia e na presença de íons catalíticos (ex:  $\text{Fe}^{2+}$ ). Sob essas condições os antioxidantes endógenos podem ser insuficientes para conter a formação dos mesmos. Essas espécies reativas de oxigênio podem causar dano celular pela peroxidação de lipídios da membrana, inativação de sulfidril enzimas, ligações entrecruzadas de proteínas ou quebra de DNA (RUSSO *et al.*, 2002). Estes danos podem estar envolvidos na etiologia de várias doenças, como doença cardíaca coronária, inflamação, doenças neurodegenerativas (Parkinson e Alzheimer), câncer e intoxicação por etanol (BENZIE e STRAIN, 1996; RUSSO *et al.*, 2002).

Os antioxidantes são classificados, segundo o mecanismo de ação, em primários e secundários (sinérgicos). Antioxidantes primários incluem os compostos fenólicos polidroxilados como ésteres do ácido gálico, flavonoides e os fenóis com impedimento estrutural (butil-hidroxianisol, butil-hidroxitolueno, butil-hi-



droquinona e tocoferóis). Atuam bloqueando a ação dos radicais livres, convertendo-os em produtos estáveis pela doação de hidrogênio ou elétrons, além de atuarem nas reações com os radicais lipídicos formando complexo antioxidante-lipídio.

A eficiência de um antioxidante não se restringe a doar elétrons ou hidrogênio, sendo necessário que o radical fenóxido formado possua baixa reatividade, o que lhe é conferida pela ressonância do elétron desemparelhado em volta do anel aromático e pela ausência de sítios capazes de se ligarem ao oxigênio. Portanto, a eficiência de um antioxidante é determinada, pelos grupos funcionais presentes, pela posição que ocupam no anel aromático e pelo tamanho da cadeia desses grupos (MELO; GUERRA, 2002). Os antioxidantes secundários atuam retardando a etapa de iniciação da autooxidação por diferentes mecanismos que incluem complexação com metais, sequestro de oxigênio livre, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete. Atuam de forma sinérgica regenerando o antioxidante primário, ou inativando íons metálicos, neutralizando seu efeito pró-oxidante (MORAIS, 2007). O sistema de defesa nos organismos aeróbios envolve além das enzimas de defesa antioxidante (Catalase, Glutathione Peroxidase, Superóxido Dismutase), compostos não enzimáticos tais como Glutathione, hormônio do crescimento, ácido úrico, bilirrubina e nutrientes, como as vitaminas antioxidantes (GIADA e MANCINI, 2006).

Existem enzimas antioxidantes primárias e secundárias que agem diretamente ou indiretamente sobre espécies reativas de oxigênio (EROs). A primeira linha de defesa contra o ataque das EROs é fornecida por 3 diferentes espécies de enzimas antioxidantes primárias que agem diretamente sobre eles: a primeira é a Superóxido Dismutase (SOD), a segunda é a Catalase e a terceira são as Peroxidases.



Espécies reativas de oxigênio (EROs) potencialmente danosas são produzidas nas células como consequência tanto do metabolismo aeróbico normal (reações bioquímicas oxidativas) quanto por fatores externos (RUSSO *et al.*, 2002). Esses radicais livres são usualmente removidos ou inativados *in vivo* por enzimas antioxidantes endógenas, como superóxido dismutase (SOD), peroxidase e compostos de baixo peso molecular como tocoferol, ácido ascórbico e polifenóis (NAGAI *et al.*, 2001). Os antioxidantes de defesa têm função de prevenção da geração de EROs, destruição de potenciais oxidantes e degradação das EROs formadas. Dessa forma, os danos dos tecidos induzidos pelo estresse oxidativo são mínimos (BENZIE e STRAIN, 1996). Porém, quando as EROs são produzidas em excesso sob certas condições anormais como inflamação, isquemia e na presença de íons catalíticos (ex.  $Fe^{2+}$ ), tornam-se danosas. Então, sob estas condições, os antioxidantes endógenos (ex. glutathiona reduzido) podem ser insuficientes para conter a formação dos mesmos. Por isso a ingestão de antioxidantes através da dieta tem uma importante função na prevenção de doenças (BERG, 1999).

A presença de antioxidantes numa amostra em estudo leva ao desaparecimento da cor de radicais como o ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)) e o DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila). O radical livre DPPH é um cromóforo extremamente estável com pico de absorção em 515 nm e sua solução possui uma coloração violeta intensa. É um radical livre que pode aceitar um elétron ou radical hidrogênio para tornar-se uma molécula diamagnética estável que raramente pode ser oxidada irreversivelmente. Devido ao seu elétron ímpar, a solução etanólica do DPPH mostra uma forte banda de absorção a 515 nm. Radicais DPPH reagem com quantidade adequada de agentes redutores, tornando seus elétrons emparelhados e causando perda estequiométrica da cor da solução com o número de elétrons recebidos (BLOIS, 1958) (Fig. 19). Tal reatividade

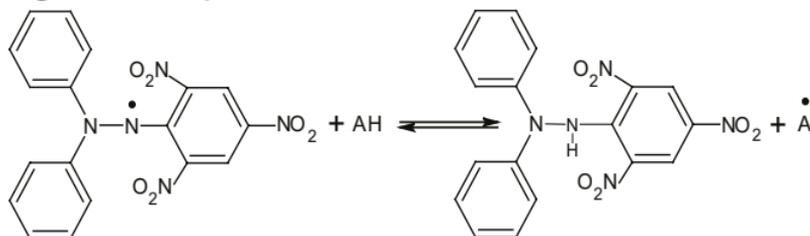


tem sido usada para testar tanto a habilidade dos compostos de agirem como sequestradores de radicais livres, quanto à atividade antioxidante de extratos de plantas, méis, própolis e pólen.

A redução do radical DPPH pode ser observada pelo decréscimo na absorbância de 515 nm. Conforme o DPPH vai sendo reduzido por um antioxidante seu elétron se torna emparelhado e a absorvidade desaparece. No método do radical livre DPPH, a eficiência antioxidante é medida à temperatura ambiente e, portanto elimina o risco de degradação térmica das moléculas testadas. Contudo, o mecanismo reacional entre o antioxidante e DPPH depende da conformação estrutural do antioxidante (BONDET *et al.*, 1997).

Uma definição para um antioxidante biológico é a que diz tratar-se de “qualquer substância que, presente em baixas concentrações comparado ao substrato oxidável, reduz ou previne significativamente a oxidação deste substrato” (BENZIE e STRAIN, 1996). No mel, a composição e a capacidade antioxidante variam com a sua fonte floral usada para a coleta de néctar e com alguns fatores externos como o clima, ambiente e o processamento pelo qual tenha passado (BALTRUŠAITYTĖ *et al.*, 2007). Falcão (2013) analisando méis do Ceará encontrou os melhores resultados na atividade antioxidante para os méis oriundos de Capistrano (*A. mellifera*) e Canindé (*A. mellifera*) 30,38 mg/mL e 29,19 mg/mL, respectivamente. As diferenças encontradas estão relacionadas às floradas e às espécies de abelhas.

**Figura 19: Reação do DPPH.**



Fonte: autores.



Vários autores relatam que algumas propriedades biológicas, particularmente a atividade antioxidante, em extratos etanólicos de própolis, têm como responsáveis o seu alto conteúdo de flavonoides (MORENO *et al.*, 2000; NAGAI *et al.*, 2003). Os flavonoides afetam a atividade de uma série de sistemas, entre eles, inibem a atividade de enzimas envolvidas na conversão de ácidos graxos polinsaturados de membrana para ativar mediadores como fosfolipase  $A_2$ , cicloxigenase e lipoxigenase e tem uma potente atividade de combate aos radicais livres (NAGAI *et al.*, 2003). O sequestro de radicais livres gerados pelos neutrófilos em processos inflamatórios pode ser um mecanismo importante para a atividade anti-inflamatória (MORENO *et al.*, 2000). Pascual *et al.* (1994) relataram que a propriedade antioxidante da própolis (0,6  $\mu\text{g/mL}$  – 9,5  $\mu\text{g/mL}$ ) pode ser atribuída a sua atividade anti-radical livre contra radicais alquil e em um grau menor contra o ânion superóxido. Nagai *et al.* (2001) observaram a atividade antioxidante de amostras de mel, geleia real e própolis baseando-se no sistema de peroxidação lipídica. Logo em seguida, Nagai *et al.* (2003) verificaram uma atividade antioxidante alta, utilizando o mesmo sistema modelo de peroxidação lipídica, para os extratos aquosos de própolis, sendo que nas concentrações de 1 e 5  $\text{mg/mL}$  essa atividade foi maior do que a do ácido ascórbico a 5  $\text{mM}$ . A atividade de sequestro dos radicais livres destes extratos também foi alta, e a de 50 a 100  $\text{mg/mL}$  inibiu completamente a produção dos íons superóxidos e dos radicais hidroxila. Os radicais hidroxilas são conhecidos por serem capazes de capturar átomos de hidrogênio de membranas e ocasionar reações de peroxidação de lipídios. Então, era de se esperar que extratos aquosos de própolis teriam um efeito antioxidante contra a peroxidação lipídica em biomembranas e iriam sequestrar radicais hidroxilas e ânions superóxido em estágios de iniciação e término dos radicais peróxidos (NAGAI *et al.*, 2003).



Moreno *et al.* (2000) evidenciaram que vários extratos etanólicos de própolis argentina (20  $\mu\text{g/mL}$  de princípios solúveis) demonstraram atividade anti-radicaís livres baseados na descoloração do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila). A atividade antioxidante de extratos etanólicos de própolis de diversas regiões também foi comprovada por Kumazawa *et al.* (2004) pelas metodologias de descoloração do  $\beta$ -caroteno e do radical livre DPPH. Banskota *et al.* (2000) relataram a atividade anti-radical livre de extratos etanólicos e aquosos de própolis do Brasil, Holanda, Peru e China, sendo os extratos aquosos das própolis do Brasil e China mais efetivos que os metanólicos, e os extratos metanólicos das própolis da Holanda e Peru mais efetivos do que os aquosos.

A atividade antioxidante de própolis da China, Austrália, Nova Zelândia e Japão foi relacionada à presença de  $\alpha$ -tocoferol nas mesmas (KUMAZAWA *et al.*, 2004). Russo *et al.* (2002) verificaram que extratos de própolis com e sem Éster Fenetílico do Ácido Cafeico são capazes de inibir a formação de ânions superóxidos, produzidos durante a autoxidação do  $\beta$ -mercaptoetanol, mas os extratos de própolis com Éster Fenetílico do Ácido Cafeico mostraram um potencial de inibição maior. O que sugere uma significativa contribuição deste composto fenólico na atividade antioxidante da própolis. Foi evidenciado também que o Éster Fenetílico do Ácido Cafeico tem uma maior capacidade de degradar radicaís livres que a galangina. A atividade anti-radical livre, deste tipo de composto, também foi avaliada pela metodologia de descoloração do radical DPPH, demonstrando uma reatividade das amostras frente a um radical livre independente de qualquer ação enzimática (RUSSO *et al.*, 2002).

O pólen apícola é usado por seu valor nutricional para a dieta humana. Ele vem se destacando por suas propriedades terapêuticas e por sua atividade antioxidante (SOMERVILLI, 2005; ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007). Várias pesquisas indicam que



extrato de pólen e seus respectivos compostos isolados têm atividade anti-radical livre (CAMPOS *et al.*, 2003). A capacidade antioxidante relacionada à composição fenólica do extrato de pólen monofloral de *Prosopis juliflora* de Durango, México, foi avaliada em um sistema *in vitro*-biológico (como inibidor da peroxidação lipídica em preparações hepáticas de ratos) e em sistemas *in vivo*, por quantificação de substâncias ácido tiobarbitúricas reativas. Os resultados sugeriram que o pólen de *P. juliflora* é uma importante fonte de flavonoides, os quais podem ser considerados como antioxidantes naturais. Os extratos obtidos apresentaram atividade antioxidante relacionada à concentração de flavonol em ambos os sistemas (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007).

As propriedades medicinais do mel, do pólen e da própolis são conhecidas desde a Antiguidade, sendo, portanto, considerados como parte da medicina tradicional. Os benefícios da própolis, que é usada *in natura* ou associada com outros fármacos, estão relacionados às suas diversas atividades farmacológicas como por exemplo, as atividades antibacteriana, antifúngica, antiviral, imunostimulatória, anti-inflamatória, antioxidante e a ação anti-*Giardia* (MARCUCCI, 2006; BANKOVA *et al.*, 2000). Efeitos preventivos contra diferentes doenças, tais como câncer, doenças coronarianas, distúrbios inflamatórios, degeneração neurológica, envelhecimento têm sido relacionados ao consumo de antioxidantes.

## 18.2 Atividade Antimicrobiana

O mel foi usado no tratamento de feridas infectadas cerca de 2000 anos antes das bactérias terem sido descobertas como causadoras da infecção. O uso do mel como forma de tratamento de algumas doenças em seres humanos é conhecido há milhares



de anos. Seu uso tópico como antibacteriano e cicatrizante, no tratamento de feridas, queimaduras e lesões ulceradas da pele, já era conhecido por antigas civilizações. Os Assírios, Gregos, Egípcios e Chineses usaram o mel para sarar feridas e curar doenças do estômago (ZUMLA e LULAT, 1989). A ação antibacteriana do mel foi relatada pela primeira vez em 1982, segundo Bogdanov (1997). Com o advento dos antibióticos, o uso do mel foi diminuído, porém o uso continuado de alguns agentes antimicrobianos sistêmicos ou tópicos fizeram surgir cepas resistentes aos antibióticos. O primeiro uso clínico da penicilina para o tratamento de infecções bacterianas foi rapidamente seguido pelo aparecimento das cepas produtoras de penicilinas. Desde a introdução da penicilina, houve um aumento significativo no número de classes de antibióticos disponíveis. Infelizmente, se deu o desenvolvimento de resistência contra virtualmente qualquer classe de antibiótico (GINZBURG *et al.*, 2000). Bactérias resistentes às drogas existentes no mercado bem como os efeitos colaterais de certos produtos farmacêuticos fizeram surgir uma aversão às drogas sintéticas. Pesquisadores trabalham no sentido de sintetizar novas drogas, porém o custo é muito alto. Ressurgiu assim, o interesse por terapias alternativas tais como a apiterapia (terapia com produtos das abelhas).

Tem sido relatado que o mel tem um efeito inibitório sobre o crescimento de cerca de 60 espécies de bactérias incluindo aeróbias e anaeróbias, gram-positivos e gram-negativos (MOLAN, 1992). Uma ação antifúngica tem também sido observada para algumas leveduras e espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, bem como para todos os dermatófitos (BRADY *et al.*, 1997). A propriedade antibacteriana do mel foi inicialmente reconhecida em 1892, por van Ketel (DUSTMANN, 1979). Muitas espécies de bactérias têm sido inibidas pelo mel. Em tempos mais recentes, a administração oral do mel para tratar e proteger contra infecções



gastrointestinais tais como gastrite, duodenite e úlcera gástrica causada por bactéria e rotavírus têm sido demonstradas (SOMAL *et al.*, 1994). O mel exibe um amplo espectro de propriedades terapêuticas incluindo atividades antibacteriana, antifúngica, citostática e anti-inflamatória, e antineoplásica (SWELLAM *et al.*, 2003). Cepas antibiótico-resistentes de algumas espécies também têm sido estudadas. O CIM para 82 cepas de *Staphylococcus aureus* metilicina-resistente (MRSA) variou de 3% a 8% (v/v) (ALLEN *et al.*, 2000).

Alnaqdy *et al.* (2005) estudaram o efeito antimicrobiano do mel e sua capacidade de prevenir a aderência de *Salmonella enteritidis* às células epiteliais intestinais, *in vitro*. Os resultados da pesquisa apontaram para a redução da aderência bacteriana de  $25,6 \pm 6,5$  (controle) a  $6,7 \pm 3,3$  bactérias por célula epitelial. A capacidade de uma bactéria sobreviver em mel varia. Tysset e Durand (1973) relataram que *E. coli* sobreviveu menos que 10 dias quando inoculada em um mel estocado a 20°C, enquanto *S. typhimurium* sobreviveu por 30 dias. Outro estudo mostrou que *S. typhimurium* pode sobreviver em mel a 10°C por mais que 2 anos e *Shigella* pode sobreviver por quase 3 meses (TYSSET e DURAND, 1976).

O mel também atua como barreira viscosa, que impede a entrada de substâncias e a perda de fluidos para o meio externo. Os estudos sugerem que a atividade antimicrobiana dos méis explica os efeitos observados. Tem sido frequentemente relatado que a atividade antimicrobiana no mel é devida inteiramente ao efeito osmótico de seu alto teor de açúcar (SOMERFIELD, 1991). O mel como outros xaropes saturados de açúcar e pastas doces, tem uma osmolaridade suficiente para inibir o crescimento microbiano (CHIRIFE *et al.*, 1983). O fato das propriedades antibacterianas do mel sofrerem um aumento quando ele é diluído foi obser-



vada e relatada em 1919. A explicação para isso está na presença de uma enzima contida no mel que produz peróxido de hidrogênio quando diluído segundo White *et al.* (1963). O peróxido de hidrogênio é um conhecido agente antimicrobiano. Em tempos recentes seu uso tem sido minimizado pelo dano causado aos tecidos. Contudo, a concentração do peróxido de hidrogênio produzido no mel ativado pela diluição é ao redor de 1 mmol/L, cerca de 1000 vezes menos que a existente numa solução a 3%, usada como antisséptico. Os efeitos danosos do peróxido de hidrogênio são mais reduzidos porque o mel sequestra e inativa o íon ferro, que catalisa a formação de radicais livres de oxigênio produzidos pelo peróxido de hidrogênio e seus componentes antioxidantes ajudam a varrer esses radicais livres (FRANKEL *et al.*, 1998).

Taormina *et al.* (2001) estudaram comparativamente o comportamento de *S. sonnei*, *L. monocytogenes* e *S. aureus*. Como resultado foi observado que *S. aureus* foi o patógeno mais afetado em soluções de mel a 25%, sendo, portanto, mais sensível ao  $H_2O_2$  presente nos méis testados. Em alguns méis tratados com catalase para remover a atividade do peróxido de hidrogênio, fatores antibacterianos não peróxido foram identificados (ALLEN *et al.*, 1991; BOGDANOV, 1984). A enzima catalase ocorre em plantas, animais e microrganismos. Ela possui 4 grupos prostéticos ferriprotoporfirina ( $Fe^{+++}$ ), que influenciam as reações químicas catalisadas por estas enzimas. A função da catalase e das peroxidases, bem como da superóxido dismutase, é proteger os tecidos animal e vegetal contra os efeitos tóxicos do  $H_2O_2$  formada durante o metabolismo celular.

Atualmente já é possível quantificar a atividade antibacteriana de um mel e também identificar entre os méis, que modo de ação envolve fatores além da sua osmolaridade na limitação do crescimento bacteriano (ALLEN *et al.*, 1991). Estudos indicam



que a atividade antibacteriana do mel ocorre devido a seu alto valor de gradiente osmolar, que o faz agir, tanto como bactericida quanto como bacteriostático. Além disso, o mel apresenta alguns compostos que auxiliam no mecanismo bioquímico da cicatrização, produzidos pela atividade enzimática, como por exemplo o peróxido de hidrogênio e derivados naturais das plantas, de onde é extraído e há também fatores adicionais antibacterianos como fitoquímicos (MOLAN, 1992).

No entanto Weston (2000) determinou que o peróxido de hidrogênio é a única substância antibacteriana de importância no mel e que outras substâncias tais como fenólicos derivados de própolis são insignificantes em comparação ao peróxido de hidrogênio. Segundo ele, o nível de peróxido de hidrogênio é essencialmente determinado pela catalase derivada da planta que deu origem ao mel e que baseado nos resultados encontrados por White *et al.* (1963) e Dustmann (1971), o peróxido de hidrogênio é gerado por glucose oxidase em amostras de mel ou frações enquanto elas são diluídas e preparadas para ensaios antibacterianos e portanto que a quantidade de catalase adicionada a essas amostras nos métodos é insuficiente para destruir todo o peróxido de hidrogênio produzido dessa maneira. Porém, em méis de manuka (*Leptospermum scoparium*) originários da Nova Zelândia, foram encontrados níveis de atividade antibacteriana não peróxido (ALLEN *et al.*, 1991; BOGDANOV, 1984). Este fato está associado a um componente fitoquímico, ainda não identificado.

Nos últimos anos tem sido relatada a atividade antimicrobiana da própolis *in vitro* sendo atribuída aos flavonoides, ácidos aromáticos e ésteres presentes na resina natural. A galangina, pinocembrina e pinostrobina são os flavonoides considerados mais efetivos contra bactérias (KORU *et al.*, 2007). Os ácidos fenólicos ferúlico e caféico também contribuem para a ação bac-



tericida da própolis. O mecanismo de atividade antimicrobiana é complexo e provavelmente baseado na inibição da RNA-polimerase bacteriana (BOSIO, 2000), podendo decorrer de um efeito sinérgico entre flavonóides, hidroxiácidos e sesquiterpenos (MARCUCCI, 1995). Foi observado nas várias pesquisas realizadas que nenhum componente isolado de própolis tem uma atividade maior do que o extrato total inicial (MARCUCCI, 1996; KUJUMGIEV *et al.*, 2000).

A atividade antimicrobiana *in vitro* da própolis foi eficaz, segundo muitos pesquisadores contra várias linhagens de bactérias gram positivas: *Bacillus brevis*, *B. cereus*, *B. megatherium*, *B. polymyxa*, *B. pumilus*, *B. sphaericus*, *B. subtilis*, *Cellulomas funi*, *Nocardia globerula*, *Leuconostoe mesenteroides*, *Micrococcus lysodeikticus*, *Sarcina lutea*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus faecalis* e gram negativas: *Aerobacter aerogenes*, *Alcaligenes* sp., *Bordetella bronchiseptica*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Serratia marcescens*. Na presença de concentrações de própolis menores que 100 µg/mL, foi observada a inibição do crescimento de 25 linhagens de bactérias em um universo de 39 testadas (MARCUCCI, 1996).

Extratos etanólicos de própolis inibiram completamente o crescimento de *S. aureus* (inclusive MRSA), *S. epidermidis*, *Enterococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Branhamella catarrhalis* e *Bacillus cereus* e parcialmente o crescimento da *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, mas não tiveram efeito sobre *Klebsiella pneumoniae*, demonstrando, então, uma inibição preferencial sobre cocos em detrimento de bacilos gram positivos (GRANGE; DAVEY, 1990). Esses autores também observaram que uma diluição 1:320, da amostra de própolis testada, inibia totalmente a cepa *Mycobacterium tuberculosis*.



Fontana *et al.* (2000) comprovaram que extratos etanólicos de própolis na concentração de 3 mg/mL inibiam o crescimento de cepas *S. aureus*, principalmente a cepa meticilina resistente (MRSA). O fato, segundo os autores, é atribuído ao efeito sinérgico de seus constituintes.

Fuentes e Hernandez (1990) relataram que extratos etanólicos de própolis têm uma atividade pronunciada contra algumas bactérias, incluindo *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. epidermidis* e *Streptococcus sp* ( $\beta$ -hemolítico). Hegazi *et al.* (2000) testaram a inibição das cepas *S. aureus* e *E. coli* por conta de amostras de própolis e obtiveram uma CIM entre 1000 a 8400  $\mu$ g/mL.

Basim *et al.* (2006) investigaram as atividades antibacterianas de extratos metanólicos de própolis da Turquia contra 13 diferentes espécies de patógenos bacterianos agrícolas incluindo *Agrobacterium tumefaciens*, *A. vitis*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Erwinia amylovora*, *E. carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas corrugata*, *P. savastanoi* pv. *Savastanoi*, *P. syringae* pv. *phaseolicola*, *P. syringae* pv. *syringae*, *P. syringae* pv. *tomato*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* e *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*.

Menezes *et al.* (1997) observaram que extratos etanólicos de própolis e tabletes, cápsulas e pós comercializados, contendo própolis têm ação frente à cepa *S. aureus*, *Bacillus subtilis* e *B. cereus*. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Fernandes Jr. *et al.* (1997), Park *et al.* (1997) e Marcucci *et al.* (2001) que verificaram uma ação marcante da própolis sobre bactérias gram-positivas e uma atividade limitada contra as gram-negativas. Dobrowolski *et al.* (1991) verificaram que amostras de própolis obtidas comercialmente (10 mg) na forma de comprimidos ou grânulos possuem atividade antimicrobiana contra cepas gram-positivas: *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *S.*



*viridans*, *Diplococcus pneumoniae* e *Corynebacterium diphtheriae* e cepas gram negativas: *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *S. paratyphi* (-A e -B) e *Shigella*. Marcucci *et al.* (2001) também evidenciaram a inibição da cepa *Streptococcus fecalis* frente ao extrato metanólico de própolis.

Santos *et al.* (2002) relataram que amostras de própolis têm atividade antimicrobiana contra cepas de bactérias anaeróbicas *Prevotella intermedia/Prevotella nigrescens* e *Porphyromonas gingivalis*, tanto de referência quanto isoladas de pacientes com periodontite, possuindo uma CIM entre 64 e 256 µg/mL e CBM de 256 µg/mL. Bosio *et al.* (2000) observaram que extratos etanólicos de própolis têm atividade antimicrobiana contra 46 cepas de *Streptococcus pyogenes* com concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima de menos que 234 µg / mL.

Bianchini e Bedendo (1998) demonstraram que extratos aquosos de própolis têm efeito sobre bactérias fitopatogênicas inibindo totalmente o crescimento de *Agrobacterium tumefaciens*, *Clavibacter michiganensis* e *Xanthomonas axonopodis* e parcialmente *Erwinia chrysanthemi*, sugerindo seu uso em potencial para o controle de doenças de plantas de etiologia bacteriana. Outras atividades relatadas para os extratos etanólicos de própolis são o uso na assepsia das colmeias através da inibição de *Bacillus larvae* e atividade antiúlcera por inibir a *Helicobacter pylori* (FONTANA *et al.*, 2004). Também foi observada a ação da própolis contra dermatófitos, segundo Cizmárik e Trupl (1976).

Amostras de própolis obtidas nas cidades de Alto Santo, Beberibe, Crato e Mombaça no Estado do Ceará, coletadas por apicultores das cidades citadas acima foram analisadas por Liberato *et al.* (2010) quanto à sua atividade antimicrobiana frente as bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e Pro-



*teus mirabilis*. Extratos metanólicos das própolis do Ceará apresentaram bons resultados (com exceção da própolis oriunda da cidade de Crato), contra as três bactérias testadas. Para o inóculo das cepas bacterianas, cada espécie foi repicada em ágar Mueller Hinton e incubada a temperatura de 37°C por 24 horas. O inóculo foi preparado pela diluição da colônia bacteriana em salina 0,9% estéril, para obtenção de suspensão de  $1,5 \times 10^8$  UFC/mL, equivalente a 0,5 na escala de McFarland. A atividade antimicrobiana foi determinada qualitativamente pelo método de difusão em cavidade ágar (MURRAY *et al.*, 1999). A presença de zonas de inibição de crescimento ao redor dos poços foi considerada, neste modelo, como um indicativo de atividade antimicrobiana. Analisando os resultados da atividade antimicrobiana em difusão em disco dos extratos metanólicos das própolis testadas (Tabela 12), observou-se que os extratos apresentaram bons efeitos inibitórios. Comparando-se com dados da literatura os resultados apresentados pelas própolis cearenses contra *Staphylococcus aureus* apresentaram halos de inibição maiores.

**Tabela 12- Resultado dos Testes Antimicrobianos Obtidos com Extratos Metanólicos de Propólis Cearenses.**

	Crato		Beberibe		Alto Santo		Mombaça	
	24hs	48hs	24 hs	48 hs	24 hs	48 hs	24 hs	48 hs
<i>As</i>	7,8	-	13,8	11,3	11,5	9,1	12,3	7,7
<i>Se</i>	10,5	9,5	14,9	11,6	12,0	10,5	14,5	12,5
<i>Pm</i>	-	-	14,0	10,7	15,0	11,2	12,2	8,3

*Sa*: *Staphylococcus aureus*; *Se*: *Staphylococcus epidermidis*; *Pm*: *Proteus mirabilis*.

(Os halos foram medidos em mm).



### 18.3 Atividade Antiacetilcolinesterase

Doenças neurodegenerativas, como a Doença de Alzheimer (DA), são distúrbios do sistema nervoso central, caracterizados pela perda da função e morte dos neurônios no cérebro, levando à perda progressiva da função cognitiva e da memória. Alterações patológicas associadas à DA incluem a formação de placas neuríticas (também chamadas senis) e novos neurofibrilares. As placas neuríticas contêm a proteína  $\beta$ -amilóide derivada de uma conversão proteolítica da proteína precursora da  $\beta$ -amilóide neuronal. Os depósitos de  $\beta$ -amilóide nos neurônios são neurotóxicos (PELLEY, 2007).

A Doença de Alzheimer caracteriza-se, portanto, pela perda progressiva de memória e cognição, e é mais comum em idosos. É responsável por cerca de 50-60% do número total de casos de demência entre pessoas acima dos 65 anos (ALMEIDA, 1997). O envelhecimento da população mundial durante as últimas décadas fez com que a demência passasse a ser um dos mais importantes problemas de saúde pública da atualidade (BROOKMEYER *et al.*, 1998; HENDERSON e JORM, 1998). A Doença de Alzheimer é a causa mais frequente de demência (EBLY *et al.*, 1994) e seu diagnóstico clínico depende da demonstração da existência de declínio em habilidades intelectuais como a memória, linguagem, percepção, atividades motoras, abstração e planejamento. Atinge a memória e a capacidade de raciocínio e de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 35 milhões de pessoas em países industrializados sofrerão da doença até o ano de 2010. Pesquisadores estimam que cerca de quatro milhões de pessoas sofrem com esta doença e que sua incidência duplica a cada cinco anos, após os 65 anos de idade (ALMEIDA, 1999).



A Doença de Alzheimer não é causada por um príon ou outro agente infeccioso externo, mas também se caracteriza por acúmulo intraneural e extracelular de feixes e filamentos que formam placas. O principal componente das placas é a  $\beta$ -amilóide, um peptídeo de 39 a 43 resíduos derivados de uma proteína precursora de amilóide maior (DEVLIN, 2007). A Doença de Alzheimer é uma desordem neurodegenerativa do cérebro, caracterizada por perda das faculdades cognitivas superiores, manifestando-se inicialmente por alterações da memória episódica (ALMEIDA, 1997).

A síntese de acetilcolina a partir de Acetil-CoA e colina é catalizada pela enzima Colina Acetiltransferase (ChAT). Esse passo sintético ocorre no terminal pré-sináptico. O composto é armazenado na vesícula e mais tarde liberado por exocitose mediada por cálcio. A colina é captada pelo terminal pré-sináptico a partir do sangue via um sistema de transporte de baixa afinidade (alto  $K_m$ ) e da fenda sináptica via um mecanismo de transporte de alta afinidade (baixo  $K_m$ ). Ela também é derivada da hidrólise da fosfatidilcolina (e possivelmente esfingomielina) nos lipídios de membrana. A colina é um componente comum da dieta, mas, em seres humanos, ela pode ser sintetizada como parte da via para síntese de fosfolipídios.

A acetilcolina é liberada por neurônios e age sobre receptores de acetilcolina nas junções neuromusculares para estimular a contração muscular. Os níveis de acetilcolina na junção neuromuscular são rapidamente reduzidos pela enzima acetilcolinesterase. Os venenos são modificadores covalentes da acetilcolinesterase, portanto, a recuperação à exposição a eles, requer a síntese de nova enzima. Uma nova geração de inibidores da acetilcolinesterase, que agem reversivelmente (ou seja, não formam ligações covalentes com a enzima), está atualmente sendo utilizada no tratamento da demência, em particular a demência causada pela Doença de Alzheimer.



A acetilcolina é inativada pela acetilcolinesterase, a qual é uma serina-esterase que forma uma ligação covalente com o grupo acetila. A enzima é inibida por uma ampla variedade de compostos (drogas farmacológicas e neurotoxinas) que forma uma ligação covalente com esse grupo serina reativo (SMITH *et al.*, 2007).

As funções da acetilcolina como um neurotransmissor ocorrem no cérebro e nas junções neuromusculares – isto é, nas junções entre nervo e músculo. Ela é inativada pela enzima acetilcolinesterase, a qual hidrolisa acetilcolina a acetato e colina. Esses componentes devem ser reabsorvidos, resintetizados em acetilcolina e estocados em vesículas pré-sinápticas (BLEI e ODIAN, 2006). A acetilcolinesterase (AChE) em nível celular, está associada à redução das taxas de acetilcolina (ACh) no processo sináptico, diminuindo a neurotransmissão colinérgica cortical, além de outros neurotransmissores como noradrenalina, dopamina, serotonina e glutamato. Uma elevação no nível da acetilcolina poderia ser útil para melhorar um dos sinais da doença, a deficiência de aprendizagem (NORDBERG *et al.*, 1992).

Até hoje, os inibidores da colinesterase demonstraram eficiência no tratamento clínico na doença de Alzheimer. A necessidade de novos inibidores naturais de AChE, sem efeitos colaterais, tem proporcionado inúmeras pesquisas na medicina popular, no tratamento da amnésia, depressão, ansiedade e distúrbios cognitivos.

Os portadores da doença de Alzheimer possuem níveis reduzidos de acetilcolina. Os inibidores da acetilcolinesterase controlam o problema evitando que a pequena quantidade de acetilcolina produzida seja degradada pela enzima responsável pela sua destruição, impedindo a ação da enzima. Os pacientes que



respondem aos inibidores da acetilcolinesterase podem manter ou mesmo melhorar a função cognitiva durante um período significativo, porém alguns pacientes não respondem à inibição da acetilcolinesterase.

O medicamento considerado mais efetivo no tratamento da DA é a galantamina, um alcalóide inibidor da enzima acetilcolinesterase (AChE), composto isolado de plantas da família Amaryllidaceae, que se mostrou um inibidor da AChE de longa ação, seletivo, reversível e competitivo, cujos efeitos terapêuticos permanecem mesmo após o término do tratamento (LÓPEZ *et al.*, 2002).

O alcalóide isolado de *Eucharis grandiflora* (Amaryllidaceae), a sanguinina (9-*O*-desmetilgalantamina), mostrou-se 10 vezes mais ativo que a própria galantamina em ensaios *in vitro* (BRUFANI *et al.*, 1997).

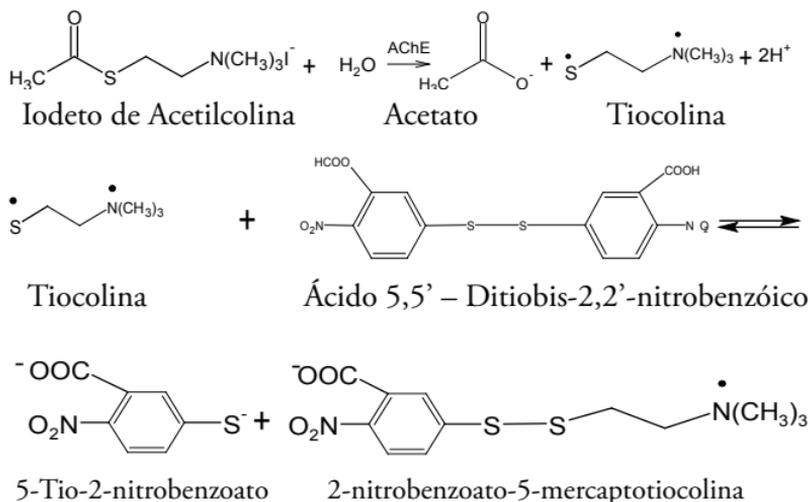
É possível aumentar a atividade da acetilcolina por várias vias e a inibição da enzima que quebra a acetilcolina é apenas uma das formas. Outras incluem aumentar-se a liberação de acetilcolina e estimular diretamente os receptores da acetilcolina. Essas outras vias estão em estudo. Estudos mais aprofundados sobre a enzima acetilcolinesterase têm resultado na purificação e sequenciamento dos aminoácidos da enzima, assim como a descrição da estrutura quaternária por cristalografia de raio-X e modelagem molecular (VELAN *et al.*, 1996; BARAK *et al.*, 2005; SHAFFERMAN *et al.*, 2008).

Esses esforços são realizados na tentativa de uma melhor compreensão do mecanismo de hidrólise da acetilcolina, catalisada pela AChE, sabe-se que dois mecanismos químicos ocorrem paralelamente à catálise enzimática, são eles hidrólise ácida de éster e a hidrólise básica de éster, ambas envolvidas no mecanis-



mo de hidrólise da acetilcolina. A atividade antiacetilcolinesterase pode ser investigada usando-se o teste de Ellman (1961) modificado por Rhee *et al.* (2001), como mostra a Figura 20.

**Figura 20: Reação do Teste de Ellman** (Ellman *et al.*, 1961) **modificado por Rhee.**



Fonte: Rhee *et al.* (2001)

Bezerra (2015) encontrou que a inibição da acetilcolinesterase dos méis de Canindé (*A. mellifera*), Capistrano (*A. mellifera*) e Capistrano (*M. subnitida*) apresentaram valor de inibição de 8 mm, quase igual portanto ao valor do padrão, o alcaloide fisostigmina que é de 9 mm. As diferenças encontradas entre os méis analisados podem estar relacionadas às floradas e às espécies

Liberato *et al.* (2011) analisaram 23 amostras de méis do Ceará, monoflorais e heteroflorais, utilizando a reação do teste de Ellman *et al.* (1961) e verificaram que as amostras de mel de *Apis mellifera* monoflorais das floradas de *Hyptis suaveolens* e *Ziziphus joazeiro* apresentaram halos de inibição de 9 mm, semelhante ao do padrão, o alcaloide fisostigmina, constituindo portanto fontes potenciais de agentes inibidores da enzima acetilcolinesterase.



## OBSERVAÇÕES FINAIS

Esse estudo sobre produtos apícolas cearenses reveste-se de relevância científica e econômica para a região Nordeste e especificamente para o estado do Ceará, uma vez que é possível afirmar que o Nordeste do Brasil é uma das duas regiões do planeta com as melhores condições para produzir produtos apícolas com caráter orgânico, já que sendo oriundo de plantas silvestres, é isento de agrotóxicos, constituindo esse fator, uma vantagem competitiva na exportação. Liberato *et al.*, (2013) analisando méis do Ceará produzidos por *Apis mellifera* observaram a não contaminação desses méis por metais pesados o que reforça a indicação dos produtos apícolas cearenses como orgânicos.



## REFERÊNCIAS

ABU-TARBOUSH, H. M., AL-KAHTANI, H. A., EL-SARRAGE, M. S. Floral-type identification and quality evaluation of some honey types. **Food Chemistry**, v. 46, p. 13-17, 1993.

AGRA, M. F. **Plantas da Medicina Popular dos Cariris Velhos - Paraíba – Brasil**. PNE, João Pessoa. 1996.

AGRA, M. F.; ROCHA, E. A.; FORMIGA, S. C.; LOCATELLI, E. Plantas medicinais dos Cariris Velhos, Paraíba, Parte I: SUBCLASSE Asteridae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 75; n. 3, p. 61-64. 1994.

AIRES, E. R. B; FREITAS, B. M. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 22, n. ½, p. 1-8, 2001.

AJAO, A. O.; SHONUKAN, O.; FEMI-ONADEKO, B. Antibacterial effect of aqueous and alcoholic extracts of *Spondias mombin* and *Alchornia cordifolia*. **Fitoterapia**, v. 60, n. 6, p. 337-9, 1984.

ALBUQUERQUE, I. L.; ALVES, L. A.; LEMOS, T. L. G.; MONTE, F. J. Q.; BRAZ-FILHO, R. Ácido canárico (3,4-seco derivado do lupano) em própolis do Ceará. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 828-831, 2007.

ALEGRONE, G.; BARBENI, M. Identification of volatile components of caja fruit (*Spondias lutea* L.) and chiral analysis of 3-hydroxy aliphatic esters. **Flavour Fragrance Journal**, v. 7, n. 6, p. 337-42, 1992. In: Chem. Abstr., v 118:167-913s.

ALJADI, A. M.; KAMARUDDIN, M. Y. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. **Food Chemistry**, v. 85, p. 513-518, 2004.

ALLEN, K. L., HUTCHINSON, G., MOLAN, P. C. **The potential for using honey to treat wounds infected with MRSA and VRE**. 2000. In: FIRST WORLD HEALING CONGRESS. Melbourne, Australia, 2000.



ALLEN, K. L., MOLAN, P. C., REID, G. M. A Survey of the Antibacterial Activity of Some New-Zealand Honeys. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 43, p. 817-822. 1991.

AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nut. Res.*, v.22; p. 1041-1047, 2002.

ALMARAZ-ABARCA, N.; CAMPOS, M. DA G.; ÁVILA-REYES, J. A.; NARANJO-JIMÉNEZ, N.; CORRAL, J. H.; GONZÁLEZ-VALDEZ, L. S. Antioxidant activity of polyphenol extract of monofloral honeybee- collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 119-124, 2007.

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**. Piracicaba: USP, 2002. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ALMEIDA, O. P. Instrumentos para a avaliação de pacientes com demência. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 26, p. 78-89, 1999.

ALMEIDA, O. P. Biologia molecular da doença de Alzheimer: Uma luz no fim do túnel? **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, p. 77-81, 1997.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; CORTEZ, P. H. M.; FRANCO, J. M. V.; UZUNIAN, A. **Caatinga**. Coleção Biomas do Brasil - São Paulo: HARBRA. 2007. 64p.

ALNAQDY, A.; AL-JABRI, A.; MAHROOQI, Z. A.; NZEAKO, B.; NSANZE, H. Inhibition effect of honey on the adherence of *Salmonella* to intestinal epithelial cells *in vitro*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 103, p. 347-351, 2005.

AMIOT, M. J., AUBERT, S., GONNET, M., TACCHINI, M. Les composés phénoliques des miel: étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. **Apidologie**, v. 20, p. 115-125, 1989.



ANDRADE-LIMA, D. de. **Plantas das Caatingas**. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 1989. 126p.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4; n. 2; p. 149-163; 1981.

ANDRADE, P. B.; AMARAL, M. T.; ISABEL, P.; CARVALHO, J. C. M. F.; SEABRA, R. M.; CUNHA, A. P. Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. **Food Chemistry**, v. 66, n. 4, p. 503-510, 1999.

ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, v. 63, n. 4, p. 549-562, 1998.

ANUÁRIO DO CEARÁ. 2014. Fortaleza: Jornal O POVO, 2014. 690p.

ANUÁRIO DO CEARÁ. 2008 - 2009. Fortaleza: Jornal O POVO, 2008. 752p.

APICULTURA E MELIPONICULTURA DO CEARÁ – Disponível em: [www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads](http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads). Acesso em 15/02/11.

ARRUDA, C. M. F. de **Características Físico-Químicas e Polínicas de Amostras de Méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) da Região da Chapada do Araripe, Município de Santana do Cariri, Estado do Ceará**. Piracicaba: USP, 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

AS ABELHAS. Disponível em <<http://www.portugalfarm.com/Bees.htm>> Acesso em: 14/01/09

ASSUNÇÃO, J. C. C. **Estudo químico de própolis do Ceará**. Fortaleza: UFC, 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

AZEREDO, L. DA C., AZEREDO, M. A. A., SOUZA, S. R. DE, DUTRA, V. M. L. Protein contents and Physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. **Food Chemistry**, v. 80, p. 249-254, 2003.



BALDI-CORONEL, B.; DALL'OGGLIO, A. M.; LEZCANO, S. Caracterización físico-químico de lãs mieles de La Provincia de Entre Rios. **Alimentación Latinoamericana**, v. 39, p. 39-44, 1993.

BALTRUŠAITYTĖ, V., VENSKUTONIS, P. R., ČEKSTERYTĖ, V. Radical Scavenging Activity of Different Floral Origin Honey and Bee-bread Phenolic Extracts. **Food Chemistry**, v. 101, p. 502-514, 2007.

BANDEIRA, M. A. M. 2002. Myracrodruon urundeuva alemão (aroeira do sertão): constituintes químicos ativos da planta em desenvolvimento e adulta, Tese de Doutorado, DQOI-CC-PG-Q. Orgânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 180p.

BANKOVA, V. S.; DE CASTRO, S. L. MARCUCCI, M. C. Própolis: recent advances in chemistry and plant origin. **Apidologie**, v. 31, p. 3-15, 2000.

BANSKOTA, A. H., TEZUKA, Y., ADNYANA, I. K. MIDORIKAWA, K., MATSUSHIGE, K., MESSAGE, D., HUERTAS, A. A. G. E. KADOTA, S. Cytotoxic, hepatoprotective and free radical scavenging effects of própolis from Brazil, Peru, the Netherlands and China. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 72, p. 239-246, 2000.

BARAK, D.; ORDENTLICH, A.; KAPLAN, D.; KRONMAN, C.; VELAN, B.; SHAFFERMAN, A. Lessons from functional analysis of AChE covalent and noncovalent inhibitors for design of AD therapeutic agents. **Chemico-Biological Interactions**, v. 157, p. 219-226, 2005.

BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, R. C.; ORSI, R. O.; DIB, A. P. S. **Produção de pólen no Brasil**. Taubaté; São Paulo, Cabral Editora e Livraria Universitária, 2006. 100p.

BASIM, E.; BASIM, H.; ÖZCAM, M. Antibacterial activities of Turkish pollen and própolis extracts against plant bacterial pathogens. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 992-996, 2006.

BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**, 3<sup>rd</sup> edition. Berlin: Springer, 2004. p. 888-891.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.



BERDINI, J. N.; FARIA JÚNIOR, L. R. R.; BARRETO, L. M. R. C. **Análise físico-química dos méis produzidos em quinze municípios do Vale do Paraíba.** In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 14, 2002, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002, p.63.

BERETTA, G.; GRANATA, P.; FERRERO, M.; ORIOLI, M.; FACINO, R. M. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. **Analytica Chimica Acta**, v. 533, p. 185-191, 2005.

BERG, R. v. d., HAENEN, G. R. M. M., BERG, H. v. d. e BAST, A. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. **Food Chemistry**, v. 66, p. 511-517, 1999.

BERTONCELJ, J; DOBERŠEK, U; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. **Food Chemistry**, v. 105; p. 822-828, 2007.

BEZERRA, F. N. **Fragmentando o território – Bases para o desenvolvimento do semi-árido do Ceará.** Fortaleza – Ceará. Fundação Konrad Adenauer. 2004. 190p.

BEZERRA, P. F. 2015. Monografia. **Caracterização de méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona subnitida* do semiárido cearense.** Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza. 2015.

BIANCHI, E. M. **Determinacion de HMF em la miel.** Argentina: Centro de Investigaciones Apícolas/Facultad de Agronomía y Agroindustrias/Universidad Nacional Del Estero, 1989. 81p.

BIANCHINI, L. e BEDENDO, I. P. Efeito antibiótico do própolis sobre bactérias fitopatogênicas. **Science agricultural**, v. 55, p. 149-152, 1998.

BLANCHI, E. M. **Control de calidad de la miel y la cera.** Roma: FAO, 1990. 69p.

BLEI, I.; ODIAN, G. **Organic and Biochemistry – Connecting Chemistry to your life.** 2<sup>nd</sup> ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2006. 561p.



BLOIS, M. S. Antioxidant determination by the use of stable free radical. **Nature**, v. 181, p. 1199-1200, 1958.

BLUM, M. Designing foods for better health. **Int. Food Ingredients**, v.3, p. 25-29, 1996.

BOGDANOV, S. Contaminants of bee products. **Apidologie**, v. 37, n. 1, p.1-18, 2006.

BOGDANOV, S., LULLMANN, C., MARTIN, P., VON DER OHE, W., RUSSMANN, H., VORWOHL, G., ODDO, L. P., SABATINI, A. G., MARCAZZAN, G.L., PIRO, R., FLAMINI, C., MORLOT, M., LHÉRITIER, J., BORNECK, R., MARIOLEAS, P., TSIGURI, A, KERKULIET, J., ORTIZ, A, IVANOV, T., D'ARCY, B., MOSSEL, B., VIT, P. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, v. 80, n. 2. p. 61-69, 1999.

BOGDANOV, S. Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey. **LWT-Food Science and Technology**, v. 30, p. 748-753, 1997.

BOGDANOV, S. Characterisation of antibacterial substances in honey. **Lebensmittel –Wissenschaft + Technologie**, v. 17, n. 2, p. 74-76, 1984.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 609-615, 1997.

BORSATO, D. M.; VARGAS, T.; KOOP, L.; FARAGO, P. V.; ALMEIDA, M. M. Physicochemical Quality Control of Bee Honeys from Campos Gerais Region of Paraná – Brazil. **B. CEPPA**, v.28, n.2, p. 205 – 212, 2010.

BOSIO, K., AVANZINI, C., D'AVOLIO, A., OZINO, O.; SAVOIA, D. In vitro activity of propolis against *Streptococcus pyogenes*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 31, p. 174 -177, 2000.

BOUDOROVA-KRASTEVA, G.; BANKOVA, V.; SFORCIN, J.M.; NIKOLOVA, N.; POPOV, S. Phenolics from Brazilian propolis. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 52 C, p. 676-679, 1997.



BRADY, N. F., MOLAN, P. C., HARFOOT, C. G. The sensitivity of dermatophytes to the antimicrobial activity of manuka honey and other honey. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 2, p. 1 – 3, 1997.

BRADFORD, M. M. Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRAGA, R. A. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2ª ed. Imprensa Oficial, Fortaleza. 1960. 540p.

BRASIL. Ministério de Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa no. 3, de 19 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pólen Apícola. Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F. 23 de jan 2001, Seção 16-I, 18-23.

BRASIL, 2001 (disponível em <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=12479&word=>>>. Acesso em: 09/01/06.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 001, p.16-17.

BRASIL. Portaria Nº 006 de 25 de julho de 1985. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados. Brasília: SIPA, 1985.

BREYER, E. U. **O pólen apícola**. Disponível em: <<http://www.breyer.ind.br/apicultura/apicultura Polen. htm>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

BROOKMEYER, R.; GRAY, S.; KAWAS, C. Projections of Alzheimer's disease in the United States and the public health impact of delaying disease onset. **American Journal of Public Health**, v. 88, p. 1337-1342, 1998.

BRUFANI, M.; FILOCAMO, L.; LAPPÀ, S.; MAGGI, A. New Acetylcholinesterase Inhibitors. **Drugs in the Future**, v. 22, p. 397, 1997.

CABRAL, I. S. R. (2008). Dissertação. **Isolamento e Identificação de Compostos com Atividade Antibacteriana da Própolis Vermelha Brasileira**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP - Piracicaba, 2008; 94p.



CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. "Meliponini Lepeletier", 1836". In: Moure, J. S.; URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Eds.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, p.272-578. 2007.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Neotropicais: O gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae): bionomia e biogeografia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 3, p. 311-372, 2003.

CAMPOS, G. **Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias**. Belo Horizonte: UFMG, 1998. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

CAMPOS, M. D. G. R., SABATIER, S., AMIOT, M.-J., AUBERT, S. Characterisation of flavonoids in three hive products bee pollen, propolis and honey. **Planta Medica** v. 56, p. 580-581, 1990.

CAMPOS, M. G., WEBBY, R. F., MARKHAM, K. R., MITCHELL, K. A., PROENÇA DA CUNHA, A. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 742-745, 2003.

CAMPOS, M. G. R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.

CANO, C. B.; FELSNER, M. L.; MATOS, J. R. Comparison of methods for determining moisture content of citrus and eucalyptus brazilian honeys by refractometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 101-109, 2001.

CARNEIRO, J. G. M.; SOUZA, D. C.; MURATORI, M. C. S. **Características físico-químicas de 132 amostras de mel de abelhas da microrregião de Simplício Mendes, PI**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14, 2002, Campo Grande, Anais... Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002, p.76.



CARPES, S. T.; CABRAL, I. S. R.; ROSALEN, P. L.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Caracterização do potencial antimicrobiano dos extratos de pólen apícola da região Sul do Brasil. **Alim. Nutr.**, v.20, n.2, p. 271-277, 2009.

CARPES, S. T. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de Apis mellifera L. da região Sul do Brasil.** 2008. 245f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CARPES, S. T.; PRADO, A.; MORENO, I. A. M.; MOURÃO, G. B.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1660-64, 2008.

CARPES, S. T.; BEGNINI, R.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6. p. 1818-1825, 2007.

CARVALHO, A. M. A Synopsis of the genus Dalbergia (Fabaceae: Dalbergiae) in Brazil. **Brittonia**, v. 49, n.1, p. 87-109, 1997.

CARVALHO, R. L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises químicas de alimentos.** Campinas: ITAL, 1990. 121p.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C. Tipos Polínicos Coletados por Nannotrigona testaceicornis e Tetragonisca angustula (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Scientia Agricola**, v.56, n.3, 1999.

CASTRO, M. L., CURY, J. A., ROSALEN, P. L., ALENCAR, S. M., IKEGAKI, M., DUARTE, S., KOO, H. Própolis do sudeste e nordeste do Brasil: influência da sazonalidade na atividade antibacteriana e composição fenólica. **Química Nova**, v. 30, n. 7, p. 1512-1516, 2007.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: Unicamp, 1999.

CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: histórico e desenvolvimento.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1992. 31p.

CHIRIFE, J., HERSZAGE, L., JOSEPH, A., KOHN, E. S. In vitro study of bacterial growth inhibition in concentrated sugar solutions: microbiological basis for the use of sugar in treating infected wounds. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 23, n. 5, p. 766-73, 1983.



CIZMÁRIK, J.; TRUPL, J. Effects of própolis on dermatophytic fungi. **Pharmazie**, v. 31, n. 1, p. 55, 1976.

COOPER, R. A.; MOLAN, P. C.; HARDING, K. G. Antibacterial activity of honey against strains of *Staphylococcus aureus* from infected wounds. **Journal of Royal Society of Medicine**, v. 92, n. 6, p. 283-285, 1999.

CORONA, M.; ROBINSON, G. E. Genes of the antioxidant system of the honey bee: annotation and phylogeny. **Insect Molecular Biology**, v. 15, n. 5, p. 687-701, 2006.

CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. (Ed). **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, 1988. p. 145-171.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; ALVES, D. A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Árvores Neotropicais, Recursos Importantes para a Nidificação de Abelhas sem Ferrão (Apidae, Meliponini). **Mensagem Doce**, v. 100, p. 21-28; 2009.

COSTA, S. M. O.; LEMOS, T. L. G.; PESSOA, O. D. L.; PESSOA, C.; MONTENEGRO, R. C. and BRAZ-FILHO, R. Chemical Constituents from *Lippia sidoides* and cytotoxic activity. **Journal of Natural Products**, v. 64, n. 6, p. 792-5. 2001.

COSTA, S. M. O. LEMOS, T. L. G.; PESSOA, O. D. L.; ASSUNÇÃO, J. C. C.; BRAZ-FILHO, R. Constituintes Químicos de *Lippia sidoides* (Cham.) Verbenaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12 (Supl), p. 66-67. 2002.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 368p.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983.

CRAVEIRO, A. A.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W. Essential and Fatty Oils of *Croton sonderianus*. **Revista Latino-Americana de Química**, v. 9; p. 95-97.

CUSTÓDIO, A. R.; FERREIRA, M. M. C.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Clustering of Comb and Propolis Waxes Based on the Distribution of Aliphatic Constituents. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 354-357, 2003.



DANFORTH, B. N.; SIPES, S.; FANG, J.; BRADY, S. G. The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**. v. 103, n. 41, p. 15118-15123, 2006.

DAUGSCH, A.; MORAES, C. S.; FORT, P.; PACHECO, E.; LIMA, I. B.; ABREU, J. A.; PARK, Y. K. Própolis Vermelha e sua Origem Botânica. **Mensagem Doce**, 89, 2006.

DAYRELL, I. O.; VITAL, N. C. Comparação entre dois métodos oficiais para determinação de hidroximetilfurfural (HMF) em mel brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 11, n. 1, p. 137-141, 1991.

DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. São Paulo: Editora Blücher, 2007. 1186p.

DONADIEU, Y. **Le pollen – Thérapeutique naturelle**. 6<sup>a</sup> ed., Paris: Editora Librairie Maloine S. A., 1983. 99p.

DOBROWOLSKI, J. W., VOHORA, S. B., SHARMA, K., SHAH, S. A., NAQVI, S. A. H., e DANDIYA, P. C. Antibacterial, Antifungal, Antiamoebic, Antiinflammatory and Antipyretic studies on própolis bee products. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 35, p. 77-82, 1991.

DRAGO, L.; DE VECCHI, E.; NICOLA, L.; GISMONDO, M. R. *In vitro* antimicrobial activity of a novel própolis formulation (Ac-tichelated propolis). **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 1914-1921, 2007.

DUARTE, R. B. de A. **Histórias de Sucesso: Agronegócios – Apicultura**. Brasília: SEBRAE, 2006.

DUSTMANN, J. H. Antibacterial effect of honey. **Apiacta**, v. 14, n. 1, p. 7 – 11, 1979.

DUSTMANN, J. H. Catalase activity in honey of heather plant (Ericaceae) flow. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung – und – Forschung**, v. 145, n. 5, p. 294 – 295, 1971.

EBLY, E. M., PARHAD, I. M., HOGAN, D. B, FUNG, T. S. Prevalence and types of dementia in the very old: results from the Canadian Study of Health and Aging. **Neurology**, v. 44, p. 1593-1600, 1994.



ELLMAN, G. L.; COURTNEY, K. D.; ANDRES JR., V; FEATHERSTONE, R. M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. **Biochemical Pharmacology**, v. 7, n. 2, p. 88-90, 1961.

FELLER-DEMALSY, M. J.; VICENTE, B.; BEAULIEU, F. Teneur en minéraux et origine géographique des miels du Canada. **Apidologie**, v. 20, n. 1, p. 77-91, 1989.

FERNANDES JUNIOR, A.; LOPES, C. A. M.; SFORCIN, J. M. e FUNARI, S. R. C. Population analysis of susceptibility to propolis in reference strains of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 3, n. 2, 1997.

FERNÁNDEZ – TORRES, R., PÉREZ – BERNAL, J. L., BELLO – LÓPEZ, M. A. CALLEJÓN – MOCHÓN, M., JIMÉNEZ – SÁNCHEZ, J. C., GUIRAÚM – PÉREZ, A. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. **Talanta**, v. 65, p. 686-691, 2005.

FERREIRA, L. A. Plantas Melíferas da Caatinga. Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. 2013.

FERRERES, F., TOMÁS-BARBERAN, F. A., GIL, M. I., TOMÁS-LORENTE, F. An HPLC technique for flavonoid analysis in honey. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 56, p. 49-56, 1991.

FIGUEIREDO, M. A. 1991. **A cobertura vegetal do Estado do Ceará e as condições ambientais**. Tese de Professor Titular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.

FLECHTMANN, C. H. W.; CALDAS FILHO, C. F.; AMARAL, E. Análise de méis do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 21, p. 65-73, 1963.

FONTANA, J. D., ADELMANN, J., PASSOS, M., MARASCHIN, M., LACERDA, C. A. de e LANÇAS, F. M. **Propolis: chemical micro-heterogeneity and bioactivity**. In: New Jersey: Human press, 2004, p.203-218.



FONTANA, J. D., PASSOS, M., SANTOS, M. H. R. D., FONTANA, C. K., OLIVEIRA, B. H., SCHAUSE, L., PONTAROLO, R., BARBI-RATO, M. A., RUGGIERO, M. A. e LANÇAS, F. M. Profiling própolis flavonoids by means of micellar electrokinetic capillary chromatography, capillary gás chromatography and bactericidal action. **Chromatographia**, v. 52, n. 3/4, p. 147-151, 2000.

FRANCIS, J. K. Wildland shrubs of the United States and its territories: thamnisc descriptions. International Institute of Tropical Forestry: United States Department of Agriculture, Forest Service. 2004. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Dalbergia%20ecastaphylla.pdf>. Acesso em: 20/03/2013.

FRANKEL, S., ROBINSON, G. E., e BERENBAUM, M. R. Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. **Journal Apicultural Research**, v. 37, n. 1, p. 27-31, 1998.

FREITAS, D. G. F.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Nível tecnológico e rentabilidade da produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, n.1, 2004.

FRÍAS, I.; HARDISSON, A. Estudio de los parámetros analíticos de interes em La miel. II. Azúcares, cenizas y contenido mineral y color. **Alimentaria**, v. 28, n. 235, p. 41-43, 1992.

FUENTES, A. M. O.; HERNÁNDEZ, N. R. Accion antimicrobiana de los extractos alcoholicos de propoleo. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 24, n. 1, p. 34-44, 1990.

FUNARI, C. S., FERRO, V. O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, 2006.

GHELDOF, N., WANG, X. H., & ENGESETH, N. J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 5870-5877, 2002.

GHISALBERTI, E. Propolis: a review. **Bee World**, v. 60, p. 59-84, 1979.

GIADA, M. de L. R.; MANCINI, J. F. Importância dos Compostos Fenólicos da Dieta na Promoção da Saúde Humana. **Public UEPG Biology Health Science**, v. 12, n. 4, p. 7-15, 2006.



GINZBURG, E., NAMIAS, N., BROWN, M., BALL, S., HAMEED, S. M. e COHN, S. M. Gram positive infection in trauma patients: new strategies to decrease emerging Gram-positive resistance and vancomycin toxicity. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 16, p. S39-S42, 2000.

GÓMEZ-CARAVACA, A. M., GÓMEZ-ROMERO, M., ARRÁEZ-ROMÁN, D., SEGURA-CARRETERO, A. FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41. p. 1220-1234, 2006.

GOMEZ, M. E. M.; HERNANDEZ, E. G.; GOMEZ, J. Y. M. Physicochemical analysis of Spanish commercial *Eucalyptus* honeys. **Journal of Apicultural Research**, v. 32, 3/4, p. 121-126, 1993.

GONNET, M. **Le miel: composition, propriétés, conservation**. 2. Ed. Montfavet: OPIDA, 1982. 109p.

GONZAGA, S. R. Como criar abelhas sem ferrão – Meliponídeos. Cuiabá: SEBRAE, 2004. 174p.

GONZÁLEZ-MIRET, M. L., TERRAB, A., HERNANZ, D., FERNANDEZ- RECAMALES, M. A., HEREDIA, F. J. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and their botanical origin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2574-2580, 2005.

GRAF, E.; EATON, J. W. Antioxidant functions of phytic acid. **Free Radical Biology Medical**, v. 8, n.1, p.61-69, 1990

GRANGE, J. M. e DAVEY, R. W. Antibacterial properties of propolis (bee glue). **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 83, n. 3, p.159-160. 1990.

GRUPO MERCADO COMUM (GMC). Resolução nº 15 de 1994, do GRUPO MERCADO COMUM.

HEGAZI, A. G., HADY, F. K. A. E. e ALLAH, F. A. M. A. Chemical composition and antimicrobial activity of European propolis. **Zeitschrift Fur Naturforschung**, v. 55 C, p.70-75, 2000.



HENDERSON, A. S.; JORM, A. F. **Dementia in Australia**. Aged and Community Care Service Development and Evaluation Reports, No. 35, Canberra: Commonwealth of Australia. 1998.

HERNÁNDEZ, O. M., FRAGA, J. M. G., JIMENEZ, A. I., JIMENEZ, F., ARIAS, J. J. Characterization of honey from the Canary Island: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. **Food Chemistry**, v. 93, p. 449-458, 2005.

HOOPER, T. **Guia do Apicultor**. [S.1]: Publicações Europa-América, 1976, p.223-266.

HORN, H., DÚRAN, J. E. T., CORTOPASSI-LAURINO, M., ISSA, M. R. C., TOLEDO, V. A. A. de, BASTOS, E., SOARES, A. E. E. (1996). **Méis Brasileiros: resultados de análise físico-química e palinológica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, nº 11. 1996, Teresina. Anais... Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, p. 403-429.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). (1985). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Vol. 1 Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. São Paulo: IAL, 1985.

ITAGIBA, M. G. O. R. Noções básicas sobre a criação de abelhas. São Paulo: Nobel, 1997. 110p.

KERR, W. E. The history of the introduction of African bees to Brazil. **South African Bee Journal**, v. 39, p. 3-5, 1967.

KHAN, A. S.; MATOS, V. D.; LIMA, P. V. P. S. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.47, n.3, 2009.

KOMATSU, S. S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) de diferentes municípios do Estado de São Paulo**. USP, 1996. 90p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

KOMATSU, S. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. de C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranja, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no Estado de São Paulo. 1. Índice de diástase e hidroximetilfurfural. **Revista de Agricultura**, v. 76, n. 3, p. 381-392, 2001.



KOO, M. H. e PARK, Y. K. Investigation of flavonoid aglycones in propolis collected by two different varieties of bees in the same region. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 61, n. 2, p. 367-369, 1997.

KORU, O.; TOKSOY, F.; ACIKEL, C. H.; TUNCA, Y. M.; BAY-SALLAR, M.; USKUDAR GUCLU, A. *et al.* In vitro antimicrobial activity of propolis samples from different geographical origins against certain oral pathogens. **Anaerobe**, v. 13, p. 140-145, 2007.

KROYER, G., HEGEDUS, N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 2, p. 171- 174, 2001.

KÜÇÜK, M., KOLAYH, S., KARAOĞLU, Ş., ULUSOY, E., BALTA-CI, C., CANDAN, F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. **Food Chemistry**, v. 100, p. 526-534, 2007.

KUJUMGIEV, A., TSVETKOVA, I., SERKEDJIEVA, Y., BANKOVA, V., CHRISTOV, R. e POPOV, S. Antibacterial, Antifungal and Antiviral Activity of propolis of different geographic origin. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 64, p. 235-240, 2000.

KUMAZAWA, S., HAMASAKA, T. e NAKAYAMA, T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. **Food Chemistry**, v. 84, p. 329-339, 2004.

LABORIAU, M. L. S. **A contribuição à palinologia dos cerrados**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1973. 219p.

LEJA, M., MARECZEK, A., WYZGOLIK, G., KLEPACZ-BANIAK, J. CZEKONSKA, K. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 237-240, 2007.

LEMOS, T. L. G.; MONTE, F. J. Q. MATOS, F. J. A., ALENCAR, J. W. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from brazilian plants. **Fitoterapia**, v. 63; p. 266-268, 1992.

LEMOS, T. L. G.; MATOS, F. J. A., ALENCAR, J. W. *et al.* Antimicrobial Activity of Essential oils of Brazilian Plants. **Phytotherapy research**, v. 4, n. 2, p. 82-83, 1990.

LEGLER, S. **Apicultura: manejo, nutrição, sanidade e produtos das abelhas**. 6ª ed. Santa Maria: UFMS, 2002. 16p.



LENGLER, S. (2000). **Inspecção e controle da qualidade do mel**. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, nº 5, 2000, São Borja. Anais... São Borja: Encontro de Apicultores do Mercosul, 1., 2000.

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAGALHÃES, I. L.; CAVALCANTI, D. B.; SILVA, M. M. O. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará State, Northeastern Brazil. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 38-46, 2013.

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; MENEZES, J. E. S. A.; ALEXANDRINO, C. D.; SILVA, M. M. O.; MAGALHÃES, I. L.; CAVALCANTI, D. B. Avaliação do Conteúdo de Fenóis Totais e Atividades Biológicas de Méis das Abelhas *Apis mellifera* L. e *Melipona subnitida* D. (Jandaíra) do Bioma Caatinga. **53º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, Rio de Janeiro - RJ, 2013.**

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; SIQUEIRA, S. M. C.; MENEZES, J. E. S. A.; RAMOS, D. N.; MACHADO, L. K. A.; MAGALHÃES, I. L. Phenolic Content and Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Properties of Honeys from Different Floral Origins. **Journal of Medicinal Food**, v. 14; n. 6; p. 658-663, 2011.

LIBERATO, M. C. T. C. 2011. **Estudo químico e bioprospecção de produtos da abelha *Apis mellifera* L. do Estado do Ceará** – Fortaleza, 2011. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Estadual do Ceará. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia. 2011. 232p.

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; COSTA, S. M. O.; SILVA, A. M.; MOREIRA, D. R.; VIEIRA, P. R. N. Atividade Antimicrobiana dos Extratos de Própolis de Alto Santo, Mombaça, Crato e Beberibe – Ceará. **50º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, Cuiabá, MT; 2010.**

LÓPEZ, O. L.; BECKER, J. T.; WISNIEWSKI, S.; SAXTON, J.; KAUFER, D. I.; DeKOSKY, S. T. Cholinesterase inhibitor treatment alters the natural history of Alzheimer's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 72, p. 310-314, 2002.



LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil – nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 512p. 2002.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed. Instituto Plantarum. Nova Odessa. 640p. 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – vol. 02**. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 1999. 384p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas no Brasil**. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum, 360p. 1992.

MACAMBIRA, L. M. A.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A. *et al.* Naphthoquinoids from *Lippia sidoides*. **Journal of Natural Products**, v. 49, p. 310-312. 1986.

MAGALHÃES, E. O. **Produção de pólen apícola**. Itabuna: Magalhães Ed. 2005.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1ª Ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora. 2004. 413p.

MAPA DO BRASIL E BIOMAS – Ministério do Planejamento; orçamento e gestão - IBGE. Disponível: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 09/07/2015.

MAPA DO CEARÁ – Ministério dos Transportes. Disponível em: <<http://webcarta.net/carta/geo.php?r=698.Ig=p>> Acesso em: 12/02/2011

MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A. dos; MORETI, A. C. de C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, 2006.

MARCHINI, L. C., MORETI, A. C. de C. C., OTSUK, I. P. Análise de Agrupamento, com Base na Composição Físico-Química, de Amostras de Méis produzidos por *Apis Mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.



MARCHINI, L. C., SODRÉ, G. da S., MORETI, A. C. C. C. **Condutividade elétrica, teor de proteína, viscosidade e teor de água de amostras de méis de flores de laranjeira produzido por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., 2002, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

MARCHINI, L. C. **Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos e biológicos.** Piracicaba: USP, 2001. 83p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. da S.; RODRIGUES, S. R. (2001a). **Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) provenientes do Mato Grosso do Sul.** In: 4º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTO, 2001, Campinas. Anais... Campinas: Simpósio Latino-Americano de Ciências de Alimento, 2001, p. 60.

MARCUCCI, M. C. Própolis Tipificada: Um Novo Caminho para a Elaboração de Medicamentos de Origem Natural, Contendo este Produto Apícola. **Revista Fitos**, v. 1, n. 3, 2006.

MARCUCCI, M. C.; FERRERES, F.; GARCIA-VIGUERA, C.; BANKOVA, V. S.; CASTRO, S. L. D.; DANTAS, A. P.; VALENTE, P.H.M.; PAULINO, N. Phenolic compounds from Brazilian própolis with pharmacological activities. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 74, p. 105-112, 2001.

MARCUCCI, M. C. Propriedades biológicas e terapêuticas dos constituintes químicos da própolis. **Química Nova**, v. 19, n. 5, p. 529-535, 1996.

MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, v. 26, p. 83-99, 1995.



MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; DAUGSCH, A.; MORAES, C. S.; QUEIROGA, C. L.; PASTORE, G. M.; PARK, Y. K. Comparison of volatile and polyphenolic compounds in Brazilian green propolis and its botanical origin *Baccharis dracunculifolia*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 178-181, 2008.

MATOS, F. J. A. **Farmácias Vivas**. 4ª ed. Fortaleza: Editora UFC, 267p. 2002.

MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais – guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Imprensa Universitária/ Edições UFC, Fortaleza, 2000.

MATOS, F. J. A. **Plantas da medicina popular do Nordeste**. Fortaleza: EUFC, 1999, 80p.

MATOS, F. J. A.; OLIVEIRA, F. *Lippia sidoides* Cham. – farmacognosia, química e farmacologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 79, p. 84-87.1998.

MATOS, F. J. A.; GOTTLIEB, O. R.; ANDRADE, C. H. S. Flavonoids from *D. ecastophyllum*. **Phytochemistry**, v. 14, p. 825 – 826, 1975.

MECKES-LOZOYA, M.; LOZOYA, X.; MARLES, R. J.; SOUCY-BREAU, C.; SEN, A.; ARNASON, J. T. N, N-Dimethyltryptamine Alkaloid in *Mimosa tenuiflora* Bark (Tepescohuite), **Archivos de Investigación Médica**, v. 21, n. 2, p. 175-177. 1990.

MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NA-COULMA, O. G. Determination of the Total Phenolic, Flavonoid and Proline Contents in Burkina Fasan Honey, as well as their Radical Scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, p. 571-577, 2005.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação Antioxidante de Compostos Fenólicos Naturalmente Presentes em Alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 36, n. 1. p. 1-11, 2002.

MELO, Z. F. N. **Características físico-químicas de méis de abelha (*Apis mellifera* L.) em diferentes condições de armazenamento**. Campina Grande: UFCG, 2002. 71 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2002.



MENEZES, H. Própolis: Uma Revisão dos Recentes Estudos de suas Propriedades Farmacológicas. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 72, n. 3, p. 405-411, 2005.

MENEZES, H., BACCI Jr., M. B., OLIVEIRA, S. D. e PAGNOCCA, F. C. Antibacterial properties of propolis and products containing propolis from Brazil. **Apidologie**, v. 28, n. 2, p. 71-76, 1997.

MENDES, T. M. F. F., NIVALDO BACCAN, S., CADORE, S. Sample Treatment Procedures for the Determination of Mineral Constituents in Honey by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 1, p. 168-176, 2006.

MDIC / SECEX. - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR / SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR – Disponível em: <http://www.mdic.gov.br> Acesso em: 05/07/2010.

MITAMURA, T., MATSUNO, T., SAKAMOTO, S. Effects of a new clerodane diterpenoid isolated from própolis on chemically induced skin tumours in mice. **Anticancer Research**, v. 16, p. 2669-2672, 1996.

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey. 1. The nature of the antibacterial activity. **Bee World**, v. 73, n. 1, p. 5-28, 1992.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal Plants of Brazil**. Reference Publications, Inc. Algonac, Michigan. 2000

MORAES, R. M. de., MANTOVANI, D. M. B. (1986). **Composição química de méis de diferentes fontes florais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, nº 7, 1986, Salvador. Anais... Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1986, p.58.

MORAIS, S. M. **Antioxidantes Naturais**. In: Produtos Naturais – Estudos Químicos e Biológicos. / SELENE MAIA de MORAIS, RAIMUNDO BRAZ-FILHO (Organizadores). Fortaleza: EdUECE, 2007.

MORENO, M. I. N., ISLA, M. I., SAMPIETRO, A. R., VATTUONE, M. A. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 71, p. 109-114, 2000.



MOURA, J.; PEGORARO, A. Produção de pólen apícola com coletor nos horários de disponibilidade de alimento no pico da florada da braca-tinga (*Mimosa scabrella*). **Scientia Agraria**, v. 7, n. 1-2, p. 97-100, 2006.

MUÑOZ, O.; COPAJA, S. Contenido de Flavonoides y Compuestos Fenólicos de Mielles Chilenas e Índice Antioxidante. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 848-851, 2007.

MURRAY, P. R.; BARON, E. J.; PFALLER, M. A.; TENOVER, F. C.; YOLKEN, R. H. **Manual of Clinical Microbiology**. 8 ed. Washington: ASM Press, 2003; 2113p.

MUXFELD, H. **Apicultura para todos**. 2ª Ed. Porto Alegre: Sulina, 1970. 303p.

NAGAI, T., INOUE, R., INOUE, H. e SUZUKI, N. Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. **Food Chemistry**, v. 80, p. 29-33, 2003.

NAGAI, T., SAKAI, M., INOUE, R., INOUE, H., & SUZUKI, N. Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. **Food Chemistry**, v. 75, p. 237-240, 2001.

NAGAOKA, T., BANSKOTA, A. H., TEZUKA, Y., MIDORIKAWA, K., MATSUSHIGE, K., KADOTA, S. Caffeic acid phenethyl ester (CAPE) analogues; potent nitric oxide inhibitors from the Netherlands propolis. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 26, n. 4, p. 487-491, 2003.

NAMIKI, M. Antioxidants/antimutagens in food. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, p. 273-300, 1990.

NCBI / Taxonomy Browser. National Center for Biotechnology Information (NCBI) Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/genbankstats.html>> Acesso em: 22/06/2008.

NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; VIANA, B. F.; CASTRO, M. S. de. **Biologia e Manejo das abelhas sem ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 1986. 54p.

NORDBERG, A., CARLSON, L. A., WINBLAD, B. Biological markers and the cholinergic hypothesis in Alzheimer's disease. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 85, p. 54-58, 1992.



NORONHA, P. R. G. 1997. **Caracterização de méis cearenses produzidos por abelhas africanizadas: parâmetros químicos, composição botânica e colorimetria.** Dissertação – Mestrado. Fortaleza: UFC, 1997, 147p.

OLIVEIRA, A. P., FRANÇA, H. S., KUSTER, R.M., TEIXEIRA, L.A., ROCHA, L.M. Chemical composition and antibacterial activity of Brazilian propolis essential oil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 16, n. 1, p. 121-130, 2010.

OLIVEIRA, F. P. M. **A vegetação secundária no município de Igarapé-Açu e seu reflexo no espectro polínico de *Apis mellifera* L.** Belém: FCAP, 1997. 102p. (Dissertação – Mestrado). Faculdade de Ciências de Alimentos do Pará, Belém, 1997.

ÖZCAN, M.; CHALCHAT, J. C. Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. growing wild in Turkey. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v. 30, n. 3 – 4, p. 68 – 73. 2004.

PAMPLONA, B. C. **Exame dos elementos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas.** São Paulo, 1989, 131p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1989.

PANIZZA, S. *Plantas que Curam* (Cheiro de Mato) – 3ªed. IBRASA, São Paulo. 280p.

PAPOFF, C. M., CAMPUS, R. L., CICU, M. F. I., FARRIS, G. G., FLORIS, I., RICCIARDELLI, D'ÁLBORE, G. Physical, chemical, microbiological and palinological characteristics of Somalian honeys. **Apicultura**, v. 4, p. 147-72, 1988.

PARK, Y. K.; ALENCAR, S. M.; SCAMPARINI, A. R. P.; AGUIAR, C. L. Própolis produzida no sul do Brasil, Argentina e Uruguai: Evidências fitoquímicas de sua origem vegetal. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 997 – 1003, 2002.

PARK, Y. K., KOO, M. H., IKEGAKI, M. e CONTADO, J. L. Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, p. 97-106, 1997.



PASCUAL, C., GONZALEZ, R. e TORRICELLA, R. G. Scavenging action of própolis extract against oxygen radicals. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 41, p. 9-13, 1994.

PELLEY, J. W. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007, 230p.

PEPELJNJAK, S.; JALSENJAK, I., MAYSINGER, D. Flavonoid content in propolis extracts and growth inhibition of *Bacillus subtilis*. **Pharmazie**, v. 40, n. 2, p. 122-123, 1985.

PEREIRA, A. S.; SEIXAS, F. R. M. S.; AQUINO NETO, F. R. Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 321-326, 2002.

PEREIRA, A. V.; RODRIGUES, O. G.; AZEVÊDO, T. K. B.; BEZERRA, D. A. C.; LIMA, E. Q.; PEREIRA, M. S. V. Perfil de extrato de plantas sobre *Staphylococcus aureus* isolado de mastite bovina. **Revista de Biologia e Farmácia - BioFar**, v.3, n.1, 2009.

PERCIVAL M. **Floral Biology**. Pergamon Press, Oxford. 1965.

PERSANO-ODDO, L. P.; PIAZZA, M. G.; SABATINI, A. G. Characterization of unifloral honeys. **Apidologie**, v. 26, p. 453-465, 1995.

PETRI, G.; LEMBERCOVICS, E.; FOLDVARI, M. Examination of differences between propolis (bee glue) produced from different floral environments. In: Lawrence, B. M.; Mookhedjee, B. D. and Willis, B. J. Editors, 1986. **Flavours and Fragrances: A World Perspective**. Amsterdam: Elsevier, 1986, p. 439-446.

PFAU, L. A.; RUHLE, E. R. (1986). **Concurso de mel: método de avaliar a qualidade do mel**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, nº 7, Salvador, 1986. Anais.... Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, p.58.

PINHO FILHO, R. **Criação de Abelhas**. 3ed. Cuiabá: SEBRAE/MT. 2007. 83p.

PINTO, M. S. C.; CAVALCANTE, M. A. B.; ANDRADE, M. V. M. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 4, p. 01-10.



POHL, P. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 28, n. 1, p. 117-128, 2009.

PRATSINIS, H., KLETSAS, D., MELLIYOU, E., CHINOI, I. Antiproliferative Activity of Greek Propolis. **Journal of Medicinal Food**, v. 13, p. 286-290, 2010.

PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. **The natural history of pollination**. Harper Collins Publishers, London. 1996.

RASHED, M. N.; SOLTAN, M. E. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 6, p. 725-735, 2004.

RHEE, I. K.; MEENT, M.; INGGANINAN, K.; VERPOORTE, R. Screening for acetylcholinesterase inhibitors from Amaryllidaceae using silica gel thin-layer chromatography in combination with bioactivity staining. **Journal of Chromatography A**, v. 915, p. 217-223, 2001.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 1ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher. 2004.

RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M. Levantamento florístico da floresta serrana da reserva biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 481-500, 2002.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, 24 p., 1992.

RODRIGUES, A. E.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E. M. F. (2002). **Análise físico-química dos méis de abelha Apis mellifera e melípona scutellaris**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, nº 14, Campo Grande, 2002. Anais... Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 62.

RODRIGUEZ-OTERO, J. L., PASEIRO, P., SIMAL, J., CEPEDA, A. Mineral content of the honeys produced in Galicia (North-west Spain). **Food Chemistry**, v. 49, p.169-171, 1994.



ROOT, A. I. **ABC y xyz de la apicultura: encyclopedia de la cria científica y práctica de las abejas.** Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1985. 723 p.

RUHLE, E. R. **Controle de qualidade dos productos apícolas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, nº 13, 2000, Florianópolis. Anais... Florianópolis. 2000. CD.

RUSSO, A.; LONGO, R. e VANELLA, A. Antioxidant activity of propolis: role of caffeic acid phenethyl Ester and galangin. **Fitoterapia**, v. 73, p. S21-S29, 2002.

RUTTNER, F. **Biogeography and Taxonomy of Honeybees.** Berlin: Springer-Verlag, 1988. 248p.

SAGRENO-NIEVES, L.; DE POOTER, H. L. Volatiles of the jobo fruit (*Spondias mombin* L.). **Journal of Essential Oil Research**, v. 4, n.5, p. 535-7, 1992.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia.** 3ª Ed. – Porto Alegre: Artmed. 2002.

SANCHO, M. T.; MUNIATEGUI, S.; HUIDORO, J. F.; SIMAL, J. Evaluating soluble and insoluble ash, alkalinity of soluble and insoluble ash and total alkalinity of ash in honey using electrical conductivity measurements at 20°C. **Apidologie**, v. 23, p. 291-297, 1992.

SANTOS, F. A., BASTOS, E. M. A., RODRIGUES, P. H., UZEDA, M., CARVALHO, M. A. R., FARIAS, L. D. M. e MOREIRA, E. S. A. Susceptibility of *Prevotella intermedia/Prevotella nigrescens* (and *Porphyromonas gingivalis*) to propolis (bee glue) and other antimicrobial agents. **Anaerobe**, v. 8, p. 9-15, 2002.

SANTOS, J. S. dos; SANTOS, N. SOARES dos; SANTOS, M. L. P. dos; SANTOS, S. N. dos; LACERDA, J. J. de J. Honey classification from semi-arid, Atlantic and transitional Forest zones in Bahia. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 19, p. 502-508, 2008.

SANTOS, K. S.; MALASPINA, O.; PALMA, M. S. Cinética da diástase em méis de diferentes origens florais. Um novo protocolo experimental. **Mensagem Doce**, v. 70, p. 2-4, 2003.



SAWYER, R. M.; PICKARD, R. S. **Honey identification**. Cardiff: Academic Press, 1988, 115 p.

SCHIMID - HEMPEL, P. Efficient nectar-collecting by honeybees. I. Economic models. **Journal Animal Ecologic**, v. 56, p. 209-218, 1987.

SCHOONHOVEN, L. M.; JERMY, T.; VAN LOON, J. J. A. **Insect-Plant Biology: From Physiology to Evolution**. London: Chapman & Hall, 1998.

SCHWEITZER, MONSENHOR PAUL. Qualidade do mel. Revista Abeille de France, 866, janeiro 2001. Sombornon, França. **Mensagem Doce**, v. 61, 2001.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988. 202 p.

SERAFINI, L. F. 2013. **Atividade Antioxidante dos Extratos de Manjeirona e Pólen Apícola: Efeitos na Qualidade de Hambúrguer**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Pato Branco. 2013. 136f.

SHAFFERMAN, A.; BARAK, D.; STEIN, D.; KRONNAM, C.; VELAN, B.; GREIG, N. H.; ORDENTLICH, A. Flexibility versus “rigidity” of the functional architecture of AChE active center. **Chemico-Biological Interactions**, v. 175, n. 1; p. 166-172, 2008.

SHOSKES, D. A. Phytotherapy in Chronic Prostatitis. **Urology**, v. 60, n. 6. Supplement, p. 35 – 37, 2002.

SILVA, B. B. (2008). Dissertação. **Caracterização da própolis vermelha: sua origem botânica e o efeito sazonal sobre sua composição química e atividade biológica**. Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba. 2008.

SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. Ceará: um novo olhar geográfico. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 478p.

SILVA, T. M. S.; CAMARA, C. A.; LINS, A. C. da S.; BARBOSA-FILHO, J. M.; SILVA, E. M. S. da; FREITAS, B. M.; SANTOS, F. A. R. dos. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 507-511, 2006.



SMITH, C.; MARKS, A. D.; LIEBERMAN, M. **Bioquímica Médica Básica de Marks – Uma Abordagem Clínica**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007, 992p.

SINGLETON, V. L.; JOSEPH, A.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOCHA, R.; JUSZCZAK, L.; PIETRZYK, S.; FORTUNA, T. Antioxidant activity and phenolic composition of herbhoneys. **Food Chemistry**, v. 113, p. 568-574; 2009.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Características físico-químicas de amostras de méis de abelha *Apis mellifera* da região litoral norte do Estado da Bahia. **Revista de Agricultura**, v. 77, n. 2, p. 243-256, 2002.

SODRÉ, G. da S. **Características físico-químicas e análises polínicas de amostras de méis *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) da região litoral norte do Estado da Bahia**. Piracicaba: USP, 2000. 83p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.

SOMAL, N., COLEY, K., MOLAN, P., HANCOCK, B., Susceptibility of *Helicobacter pylori* to the antibacterial activity of Manuka honey. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 87, p. 9-12, 1994.

SOMERFIELD, S. D. Honey and healing. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 84, n. 3, p. 179, 1991.

SOMERVILLI, D. C. Lipid content of honey bee-collected pollen pellets from south-east Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 45, p. 1659-1661, 2005.

SOMMER, P. G. (1998). **O desenvolvimento da apicultura brasileira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, 1998, Salvador. Anais... Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 173.

SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: Editora UFC, 2004, 448 p.



STANKOVSKA, E., STAFILOV, T., SAJN, R. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 142, p. 117-126, 2008.

SUGDEN, E. A.; WILLIAMS, K. R. October 15: The day the bee arrived. **Gee Bee Culture**, v. 119, p. 18-21, 1991.

SWELLAM, T., MIYANAGA, N., ONOZAWA, M., HATTORI, K., KAWAI, K., SHIMAZUI, T., e AKAZA, H. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: *In vivo* and *in vitro* studies. **International Journal of Urology**, v. 10, p. 213 – 219, 2003.

TAORMINA, P. J., NIEMIRA, B. A., BEUCHAT, L. R. Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant Power. **International Journal of Food Microbiology**, v. 69, p. 217-225, 2001.

TAUTZ, J. **O Fenômeno das Abelhas**. - Porto Alegre: Artmed, 2010, 288 p.

TERRAB, A., GONZALEZ, A. G., DIEZ, M. J., HEREDIA, F. J. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterization of unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 637-643, 2003.

THE HONEYBEE GENOME SEQUENCING CONSORTIUM. Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. **Nature**, v. 26, n. 443 (7114), p. 931-949, 2006.

THE NATIONAL HONEY BOARD. I'm here to tell you the bear facts about honey. Longmont, Colorado. Disponível em: <<http://www.nhb.org/foodtech>.> Acesso em: 9 jun. 2004.

THRASYVOULOU, A. T. Use of HMF and diastase as quality of Greek honey. **Journal of Apicultural Research**, v. 25, p. 186-195, 1986.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; TOMÁS-LORENTE, F.; FERRERES, F.; GARCIA-VIGUERA, C. Flavonoids as biochemical markers of the plant origin of bee pollen. **Journal Science Food Agricultural**, v. 47, p. 337-340, 1989.



TORLEY, P. J., RUTGERS, R. P. G., D'ARCY, B., BHANDARI, B. R. Effect of honey types and concentration on starch gelatinization. **Lebensmittel –Wissenschaft + Technologie**, v. 37, p. 161-170, 2004.

TRUSHEVA, B.; POPOVA, M.; BANKOVA, V.; SIMOVA, S.; MARCUCCI, M. C.; MIORIN, P. L.; PASIN, F. R.; and TSVETKOVA, I. Bioactive Constituents of Brazilian Red Propolis. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 3, n. 2, p. 249-254, 2006.

TUZEN, M., SILICI, S., MENDIL, D., SOYLAK, M. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 325-330, 2007.

TYSSET, C., DURAND, C. Survival of enterobacteria in honey stored at 10° C. **Bulletin de l'Academie Veterinaire de France**, v. 49, p. 417-422, 1976.

TYSSET, C., DURAND, C. On the survival of some gram negative, non-sporulated bacteria in commercial honey. **Bulletin de l'Academie Veterinaire de France**, v. 46, p. 191-196, 1973.

VELAN, B.; BARAK, D.; ARIEL, N.; LEITNER, M.; BINO, T.; ORDENTLICH, A.; SHAFFERMAN, A.; Structural modifications of the  $\Omega$  loop in human acetylcholinesterase. **FEBS Letters**, v. 395, n. 1, p. 22-28, 1996.

VERÍSSIMO, M. T. da L. Análise dos méis de Santa Catarina. **Apicultura no Brasil**, v. 4, n. 9, p. 39, 1987.

VERÍSSIMO, M. T. da L. Mel, própolis e geléia real: características e utilidades. **Apicultura no Brasil**, v. 2, n. 9, p. 58, 1985.

VIEIRA, L. S. e ALBUQUERQUE, J. M. **Fitoterapia Tropical – Manual de Plantas Mediciniais**. FCAP – Serviço e Documentação e Informação. Belém, 1998.

VIDAL, M. G.; SANTANA, N. S.; VIDAL, D. Flora apícola e manejo de apiários na Região do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 6; n. 4; p. 503 – 509, 2008.

VIDAL, R.; FREGOSI, E. V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Teológico Científico “Roberto Rios”, 1984, 95 p.



VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Análises físico-químicas de méis de São Paulo. **Mensagem Doce**, v. 53, p. 17-19, 1999.

WESTON, R. J. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. **Food Chemistry**, v. 71, p. 235 – 239, 2000.

WHITE JR., J. W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. **Bee World**, v. 75, 3, p. 104-117, 1994.

WHITE JR., J. W. Quality evaluation of honey: role of HMF and diastase assays. **American Bee Journal**, v. 132, n. 11, p. 737-742, 1992.

WHITE JR., J. W. La miel. In: Dadant, H. **La colmena y la abeja melífera**. Montevideo: Hemisfério Sul. 1989, Cap. 1, p. 21-35

WHITE JR., J. W. Composition of honey. In: E. Crane (Ed.), **Honey: A comprehensive survey**. 1979. p. 157-158.

WHITE JR., J.W. Composition of honey. In: CRANE E., editor. **Honey: A Comprehensive Survey**. Chalfont St. Peter, London: Bee Research Association; 1975. p.157-206.

WHITE, J. W. JR., SUBERS, M. H., SCHEPARTZ, A. I. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. **Biochemistry and Biophysics Acta**, v. 73, p. 57-70, 1963.

WIESE, H. **Apicultura – Nonos Tempos**. 2ed. – Guaíba: Agrolivros, 2005, 378p.

WIESE, H. **Novo Manual de Apicultura**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 1995, 292 p.

WILLIX, D. J., MOLAN, P. C., HARFOOT, C. G. A comparison of the sensitivity of wound-infecting species of bacteria to the antibacterial activity of manuka honey and other honey. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, 5, p. 388-394, 1992.



YAO, L., DATTA, N., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., FERRERES, F., MARTOS, I., SINGANUSONG, R. Flavonoids, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand *Leptospermum* honeys. **Food Chemistry**, v. 81, p. 159-168, 2003.

ZUMLA, A.; LULAT, A. Honey: a remedy rediscovered. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 82, p. 384 – 385, 1989.