



Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão

[Generalities about honey and quality parameters in Brazil: review]

"Revisão/Review"

Maria Betânia de Queiroz **Rolim**^{1*}, Gilcifran Prestes de **Andrade**²,
Amália Maria de Queiroz **Rolim**³, Alessandro Pelópidas Ferreira de **Queiroz**⁴,
Érika Fernanda Torres Samico Fernandes **Cavalcanti**¹, Andrea Paiva Botelho Lapenda de **Moura**¹,
Paulo Fernandes de **Lima**¹

¹Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

²Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

³Departamento de Ensino a Distância, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife - PE, Brasil.

⁴Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife - PE, Brasil.

*Autor para correspondência/Corresponding author: E-mail: mbveterinaria@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi, por meio de revisão de literatura, tematizar o mel e os parâmetros de qualidade no Brasil. O mel é um produto alimentício elaborado pelas abelhas melíferas, através da transformação de substratos depositados nos alvéolos das colmeias. É composto por diversas substâncias naturais que possibilitam múltiplas aplicações funcionais e terapêuticas. No Brasil a produção comercial foi iniciada na década de 1939, contudo a apicultura passou a ser considerada como agronegócio no ano de 1980. A alta demanda do mel, somado ao razoável valor de revenda, acarretou o surgimento de produtos depreciados e adulterados, sendo as irregularidades identificadas por meio da avaliação isotópica do carbono, análises físico-químicas e microbiológicas específicas. O mel é um alimento saudável e nutritivo. Sua produção gera renda, fixa o homem no campo e contribui ao aumento da diversidade biológica do ecossistema. Os órgãos fiscalizadores, contudo, devem ser atuantes para garantir o comércio de méis adequados ao consumo.

Palavras-chave: histórico; abelha melífera; adulteração do mel; parâmetros físico-químicos; qualidade microbiológica.

Abstract

The purpose of this study was, through literature review, to describe honey and quality parameters in Brazil. Honey is a food produced by honeybees, through the transformation of substrates deposited in the alveoli of the hives. It is comprised of many natural substances that allow multiple functional and therapeutic applications. Commercial production in Brazil started in 1939, however, beekeeping was deemed agribusiness in 1980. The high demand of honey, plus the reasonable resale value, has resulted in the emergence of impure and adulterated products, and irregularities identified by isotopic carbon evaluation, physicochemical and specific microbiological analyzes. Honey is a healthy and nutritious food. Its production generates income, helps keep rural populations in place, and contributes to the increase of the biological diversity of the ecosystem. Surveillance institutions, however, must be active to ensure trade of honey suitable for consumption.

Keywords: historic; honeybee; honey adulteration; physicochemical parameters; microbiological quality.

Introdução

Dos produtos obtidos na colmeia, o mel é o mais importante, sendo o principal objetivo da exploração apícola brasileira (SENAI, 2009). O

alimento representa trabalho e renda para muitas famílias de pequenos e médios produtores rurais do Brasil (USAID, 2006).

O elevado potencial apícola de muitos estados brasileiros é referenciado em função da diversidade da flora melitófila, condições edáficas da região que influenciam na vegetação (Marques et al., 2011) e rusticidade às doenças inerentes às abelhas (Paula, 2008). De acordo com Martinez e Soares (2012), a atividade pode se expandir mais. O entrave à maior produção, entretanto, é a qualidade do mel ofertado ao mercado interno e externo (Pires et al., 2015).

Para isso, as contaminações microbiológicas e alterações físico-químicas devem ser avaliadas, a fim de atender a inúmeros critérios para a certificação, antes da comercialização do alimento (Silva et al., 2008). Porém, do ponto de vista do comprometimento frente à competitividade do produto em âmbito mundial, as adulterações se destacam, sendo as mais frequentes aquelas ocasionadas através da adição de açúcares comerciais, glicose, melado, xarope de milho, caldo de cana-de-açúcar e solução de açúcar invertido (Rossi et al., 1999).

Devido à crescente demanda comercial de mel e a necessidade de informações sobre o produto à sociedade consumidora, objetivou-se, por meio de revisão de literatura, tematizar o mel e os parâmetros de qualidade no Brasil.

Aspectos referentes ao mel

De acordo com legislação (BRASIL, 2017), mel é o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas de plantas que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia.

As abelhas melíferas são aquelas da subespécie *Apis mellifera*. Estes animais transformam os substratos em mel através da perda de água e ação enzimática (Molan, 1992). A elaboração se inicia logo após o material ser colhido na vesícula melífera das abelhas coletoras. As operárias recebem o material bruto, e o processo conclui com o enchimento dos alvéolos. Estes são fechados com uma película de cera, para que ocorra desidratação e inversão de açúcares (Garcia-Cruz et al., 1999).

As enzimas presentes são provenientes das glândulas hipofaríngeas: invertase, amilase e glucose-oxidase. A invertase converte sacarose em frutose e glicose no momento da coleta; a diastase

hidrolisa o amido; a glucose-oxidase reage com a glicose formando o ácido glucônico e peróxido de hidrogênio, que conferem atividade antimicrobiana, enriquecem e diversificam o sabor característico do alimento (Molan, 1992).

Os principais componentes do mel são os carboidratos. Os monossacarídeos frutose e glicose (acima de 65%), assim como o dissacarídeo sacarose (até 6%), são os mais predominantes (Crane, 1983, BRASIL, 2000). São também encontrados água (17 a 20%), aminoácidos (0,05%), minerais (0,02 a 0,45%), ácidos orgânicos, vitaminas, compostos aromáticos (Bogdanov, 2009), substâncias bactericidas, prebióticas, ácidos fenólicos, flavonoides, grãos de pólen e ceras de abelhas, além de outros açúcares como xilose, ribose, arabinose, manose, galactose, turanose, maltose, isomaltose, trelose, erlose e rafinose (Goodall et al., 1995; Souza et al., 2008; Oliveira et al., 2012).

Devido a esta diversidade de compostos inerentes, o mel é considerado um produto natural com diversas aplicações funcionais e terapêuticas. Na atualidade, atribui-se ao alimento efeito curativo, cicatrizante (Sheikh et al., 1995), reidratante, anti-inflamatório, energético (Silva et al., 2006), anticancerígeno (Swellam et al., 2003), antibacteriano (Jeffrey e Echazarreta, 1996) e conservante (Sharquie e Najim, 2004).

Fatos históricos: produção e consumo do mel

A importância do mel vem sendo mencionada há muitos séculos. Pesquisas arqueológicas mostram que as abelhas sociais já produziam e estocavam o alimento há 20 milhões de anos, antes mesmo do surgimento do homem na Terra, que ocorreu milhares de décadas atrás (Camargo et al., 2002). Há citações do mel no Antigo Testamento da Bíblia, assim como a sua qualidade e excelência medicinal ressaltada pelos povos israelitas que, em agradecimento a Deus pela fartura de suas colheitas, incluíam o produto como presente. Este alimento também foi bastante utilizado na Babilônia e na Grécia Antiga, com a finalidade de conservar os corpos de reis e generais mortos em grandes batalhas (Bogdanov, 2009).

No início das civilizações, o homem promovia uma verdadeira "caçada ao mel", tendo que procurar e localizar as colmeias, cujos insetos nidificavam, muitas vezes, em locais de difícil acesso e de grande risco para os coletores. Naquela época, o alimento ingerido era uma mistura de mel, pólen, crias e cera, pois os produtos

do favo ainda não eram separados. Os enxames, muitas vezes, morriam ou migravam, obrigando as pessoas a procurarem novos ninhos cada vez que necessitassem consumir o mel (SEBRAE, 2006).

Por volta de 2.400 anos a.C., as abelhas começaram a ser exploradas. Os egípcios foram os pioneiros nas técnicas de manejo, introduzindo os insetos em potes de barro, palha e estrume de bovinos, mobilizando-os para próximo das suas residências. Em 1851, na busca de aprimorar a criação e proteger os enxames de forma racional, o Reverendo Lorenzo Lorain Langstroth idealizou uma colmeia com quadros móveis ao descobrir o “espaço abelha”, menor espaço livre existente no interior da colmeia e por onde passam até dois indivíduos ao mesmo tempo. Esta invenção é bastante utilizada na atualidade (Camargo et al., 2002).

Dessa forma, a apicultura foi se desenvolvendo. Esta é definida como a atividade de criação de abelhas melíferas, principalmente das subespécies da Europa (Vilela, 2000).

Introdução de abelhas melíferas e o desenvolvimento da apicultura no Brasil

No Brasil, a introdução das abelhas europeias *Apis mellifera* ocorreu em 1840, oriundas da Espanha e Portugal, pelo Padre Antônio Carneiro. Em 1845, imigrantes alemães introduziram no Sul do País *A. mellifera mellifera*. Entre os anos de 1870 a 1880, as abelhas italianas *A. mellifera ligustica* foram introduzidas no Sul e na Bahia. Não se tem registro preciso sobre a introdução das abelhas no Norte e demais estados do Nordeste, mas acredita-se que os ventos alísios possam ter colaborado na dispersão. Naquela época, a maior parte dos apicultores possuíam poucas colmeias no quintal, onde, em razão da baixa agressividade, criavam suas abelhas de forma rústica, próximas a outros animais (Camargo et al., 2002).

A produção comercial do mel demorou a ocorrer: iniciou no ano 1939, no Estado do Rio de Janeiro. Em 1950, o setor passou a enfrentar sérios problemas de sanidade relacionados ao aparecimento de várias doenças e pragas (nosemose, acariose e cria pútrida europeia), levando à redução de 80% da produção apícola no país (Pereira e Vilela, 2003).

Assim, em 1956, o professor Warwick Estevan Kerr dirigiu-se à África, apoiado pelo Ministério da Agricultura, com a incumbência de selecionar rainhas africanas de *A. mellifera*

scutella, subespécie agressiva, mas produtiva e resistente a doenças. A intenção era realizar pesquisas comparando a produtividade, rusticidade e agressividade entre as abelhas europeias, africanas e seus híbridos e, após os resultados conclusivos, recomendar a mais apropriada às nossas condições. Contudo, a experiência falhou e muitas colmeias enxamearam. As “abelhas assassinas” se espalharam e foram consideradas pragas à apicultura. Surgiram campanhas para a sua erradicação, que levaram vários apicultores a desistirem da atividade. A solução foi distribuir rainhas italianas virgens, que se acasalavam com zangões africanos, obtendo uma prole mais produtiva e menos agressiva (Camargo et al., 2002).

Com a africanização das demais subespécies existentes no país, e daquelas posteriormente introduzidas (*A. mellifera caucasica* e *A. mellifera carnica*), houve avanço significativo da apicultura nacional, devido a maior resistência a agentes etiológicos, adaptabilidade ao clima e alta produtividade. Após o desenvolvimento de técnicas adequadas de manejo, ocorrido em 1970, a criação de abelhas passou a ser intensamente praticada em todos os estados da federação. Em 1980, foi considerada agronegócio e conquistou produtores em todo o território brasileiro. No ano de 1990, a cultura zootécnica alcançou pequenos e médios produtores que vislumbravam, na atividade apícola, uma maneira de explorar a mão de obra familiar (Souza, 2004; Santos e Ribeiro, 2009).

Na década de 2002, como advento marcante, os principais fornecedores de mel, China e Argentina, tiveram suas exportações suspensas pela Comunidade Europeia. Assim, o Brasil, emergente na cadeia de exportação do mel, expandiu sua produção e comercialização, ao ponto de se tornar um dos maiores produtores e exportadores mundiais de mel. Agregado à alta demanda do produto e preços favoráveis à venda, a apicultura no Brasil, desta forma, deixou de ser artesanal e voltada apenas ao mercado interno para tornar-se empresarial, com técnicas mais elaboradas e produtivas, voltadas ao mercado externo (Souza et al., 2016).

Adultrações do mel com açúcar comercial

O incremento do consumo, a valorização e o elevado preço do mel acarretaram em consequências. A alta demanda do mel, somado ao razoável valor de revenda, incentivou ao aumento

da manipulação inadequada e surgimento de adulterações (Cano et al., 1992).

Na atualidade, dentre as principais fraudes encontradas no mundo, é possível citar a adição de açúcares comerciais, glicose, melado (Tosun, 2013), xarope de arroz, beterraba (fontes C3) (Li et al., 2013; Zhao et al., 2013); milho, trigo e cana-de-açúcar (fontes C4) (Subari et al., 2012; Agila e Barringer, 2013; Guler et al., 2014). As plantas fontes C3 fixam o dióxido de carbono atmosférico utilizando o Ciclo de Calvin-Benson e as fontes C4 fixam o dióxido de carbono utilizando o Ciclo Hatch-Slack. A classificação como C3 ou C4 se baseia no metabolismo de carbono (ciclo fotossintético) (Záborská e Vorlová, 2014).

De acordo com Rybak-Chmielewska (2003), as adulterações são praticadas durante o processamento do mel (filtração, centrifugação e decantação). Seu comércio é realizado principalmente em feiras, mercados públicos ou comércio informal (Richter et al., 2011).

A detecção de açúcar invertido ou comercial é realizada através da quantificação do hidroximetilfurfural (HMF), no entanto, a revelação quantitativa e qualitativa do HMF é incapaz de garantir a pureza do produto. Isto porque, desde 1974, um novo tipo de adulteração começou a ser realizado nos Estados Unidos por meio da adição de *High Fructose Corn Syrup* (HFCS). O HFCS é um produto com baixo custo de produção, obtido a partir do tratamento enzimático do xarope de milho e que possui glicose e frutose como principais elementos da sua composição (White Junior e Doner, 1978).

À medida que novas adulterações surgiram, métodos analíticos passaram a ser desenvolvidos no intuito de detectá-los: a análise isotópica do carbono ($\delta^{0/00}^{13}C$) é um deles. Utilizando-a, é possível quantificar se o mel foi adulterado com açúcar comercial ou xarope de plantas. Nesta técnica é obtido o percentual de adulteração utilizando a razão isotópica do mel e de sua proteína ($^{13}C/^{12}C = d^{0/00}^{13}C$) (Souza-Kruliski et al., 2010; Záborská e Vorlová, 2014).

A média da razão isotópica para o mel puro é $-25,4^{0/00}$. A diferença entre $d^{0/00}^{13}C$ mel e $d^{0/00}^{13}C$ proteína não deve ser superior a $1^{0/00}$. Resultados equivalentes a $(-1^{0/00})$ correspondem à inclusão de 7% de açúcar ou xaropes de plantas com ciclo fotossintético C4. Valores maiores que 7% o caracterizam como adulterado (Tosun, 2013).

No Brasil, a eficiência da análise isotópica do carbono em méis tem sido estudada. Porém,

apesar da alta sensibilidade do teste a fraudes, a técnica é pouco empregada por desconhecimento do seu potencial como método analítico por parte dos produtores, proprietários de entrepostos e órgãos fiscalizadores (Souza-Kruliski et al., 2010). Desta forma, a metodologia oficial e atualmente utilizada para a avaliação da qualidade dos méis brasileiros é aquela contida no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000).

Parâmetros físico-químicos e identidade do mel

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (RTIQM) faz parte da Legislação Brasileira. Foi elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo descrito através da Instrução Normativa n. 11, de 10 de outubro de 2000. Neste é descrito o padrão de qualidade físico-químico e identidade do mel comercializado no país, estabelecendo limites que servem para excluir do consumo direto méis que sofreram algumas práticas de adulteração ou processamento inadequado. Através dela fica proibido o uso de corretivos de acidez, além de corantes, aromatizantes, espessantes, conservadores e edulcorantes de qualquer natureza, sejam eles naturais ou sintéticos. As análises citadas na norma são o teor de umidade, índice de hidroximetilfurfural, atividade diastásica, açúcares redutores, sacarose aparente, acidez livre, sólidos insolúveis em água e minerais, além de cinzas (Aroucha et al., 2008).

A umidade do mel é uma das características mais importantes. Ela influencia de forma direta na viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, palatabilidade e conservação do produto (Piana et al., 2004). Sua variação depende das condições climáticas, armazenamento, umidade relativa do ar, grau de maturidade do mel na colmeia e origem botânica (Rodriguez et al., 2004; Silva et al., 2010). A legislação limita o teor de umidade em 20g/100g, porém, valores acima e 18% podem comprometer a qualidade final, principalmente através da fermentação ocasionada pela ação de leveduras osmofílicas (Camargo et al., 2002).

Dentre os constituintes secundários do mel, talvez o mais discutido seja o hidroximetilfurfural (HMF). Este composto resulta da quebra de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido. Além de ser um indicador de qualidade, devido a perda de enzimas e diminuição

do valor nutricional inerentes ao alimento, a ingestão do composto e seus derivados, 5 – clorometilfurfural e 5 – sulfoximetilfurfural, têm apresentado atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica. Valores significativos podem indicar méis velhos, armazenamento prolongado em temperaturas altas, superaquecimento ou adulterações com a adição de açúcar invertido (Crane, 1983; Araújo et al., 2006; Teixidó et al., 2006).

Tais suspeitas podem ser melhor investigadas utilizando como parâmetro de qualidade o índice diastásico. A diastase é uma enzima muito sensível ao calor, e sua ausência reflete procedimentos de beneficiamento inadequados ao mel, inclusive adulterações (Mendes et al., 2009). A legislação permite atividade diastásica de no mínimo 8 na escala Göthe e índice de HMF não superior ao de 60 mg/Kg (BRASIL, 2000).

Os açúcares redutores que estão presentes no mel são a glicose e frutose, monossacarídeos que possuem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Teores variados desses açúcares podem levar a alterações físicas, seja na viscosidade, densidade, higroscopicidade e até mesmo na cristalização (Campos, 1987; Silva et al., 2003).

Ao contrário da glicose e frutose, a sacarose é um carboidrato não redutor, pois não sofre hidrólise da ligação glicosídica. Neste caso, o percentual do dissacarídeo se torna um significativo critério de qualidade do mel porque sinaliza a imaturidade do produto: teor elevado geralmente remete a uma colheita prematura, onde o referido açúcar não foi totalmente transformado em hexoses pela ação da invertase (Azeredo et al., 1999). Segundo a instrução normativa nº 11 de 2000 a quantidade de sacarose e açúcares redutores, é, respectivamente, de 6g/100g e 65g/100g em mel floral (BRASIL, 2000).

Outro critério de avaliação do mel é a quantificação de ácidos orgânicos, cuja predominância é do ácido glucônico. Valores elevados de acidez podem indicar deterioração, porque a enzima glucose-peroxidase permanece ativa no mel estocado, assim como uma possível fermentação dos açúcares, causada por leveduras xerotolerantes (Finola et al., 2007). A existência destes ácidos pode ser responsável, em parte, pela excelente estabilidade do mel frente aos microorganismos (Camargo et al., 2002). A legislação

permite acidez máxima de 50 mEq.Kg⁻¹ de mel (BRASIL, 2000).

Quanto a variação de cor, o mel pode sofrer influências relacionadas à origem floral, fatores climáticos durante o fluxo do néctar, temperatura de amadurecimento na colmeia e processamento. O tempo de estocagem, luz, calor e as possíveis reações enzimáticas podem afetar esta propriedade. Fatores como velocidade do escurecimento estão relacionados à proporção de frutose, glicose, conteúdo de nitrogênio e aminoácidos livres à reação de substâncias polifenólicas com sais de ferro, ao conteúdo de minerais (cor escura é correlata à maior quantidade) e a instabilidade da frutose em meio ácido (Bath e Singh, 1999).

Os méis também podem ser analisados quanto a sua pureza e controle higiênico. São dois índices: sólidos insolúveis e cinzas. Os sólidos insolúveis correspondem às partículas do mel maiores que 15,4 µm, insolúveis em água a 80°C (SENAI, 2009). Os resíduos mais encontrados são cera, patas e asas das abelhas, além de outros elementos como areia, restos de vegetais e madeiras. O índice das cinzas está correlacionado com a qualidade botânica do mel, assim como irregularidades decorrentes da não filtração ou decantação do mel (Evangelista–Rodrigues, 2005; Silva et al., 2006). O máximo permitido de sólidos insolúveis é de 0,1g/100g, exceto para o prensado. Para as cinzas, o limite é 0,6g/100g de mel (BRASIL, 2000).

Neste contexto, é importante ressaltar que a qualidade do mel, na maioria das circunstâncias, é dependente da ação antrópica. Porém, as condições climáticas, florada, estágio de maturação e espécie de abelha podem ocasionar, de forma similar, variações dos valores físico-químicos. A microbiota também varia, pois está relacionada à qualidade e segurança deste alimento. Fontes primárias de contaminação microbiana no mel (antes da colheita) são decorrentes do pólen, aparelho digestivo das abelhas melíferas, pó, ar, solo e néctar. As fontes secundárias de contaminação para o mel incluem os manipuladores, contaminação cruzada, equipamentos, instalações e extrações (Silva et al., 2004).

Qualidade microbiológica do mel e contaminantes químicos

O RTIQM não estabelece padrões microbiológicos para o mel (BRASIL, 2000), todavia perigos biológicos ou contaminações

cruzadas podem disseminar agentes etiológicos ao alimento. Os micro-organismos de importância são primariamente leveduras, fungos filamentosos e bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e algumas do gênero *Clostridium*, responsáveis pela formação de esporos. Estes podem estar envolvidos em atividades de deterioração do produto, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica do alimento, produção de fatores do crescimento (vitaminas e aminoácidos) e de inibição de micro-organismos competidores (Pereira et al., 2007).

Leveduras e bolores estão naturalmente no mel. A exceção das leveduras osmofílicas, a maioria se desenvolve em condições adequadas de umidade e temperatura. Elas causam fermentação quando agem sobre a glicose e frutose, formando álcool e gás carbônico. O álcool, na presença de oxigênio, pode ser desdobrado em ácido acético e água, alterando o sabor original do produto. Diferente das leveduras, os bolores não se reproduzem no mel. Apesar de serem frequentemente encontrados, apenas indicam uma contaminação ambiental recente ou durante seu beneficiamento. Alguns produzem micotoxinas, sendo *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicilium* e *Saccharomyces* predominantes (Rolim et al., 2016).

Os coliformes totais compõem as bactérias da família Enterobacteriaceae. São encontradas em vegetais e solo. As que apresentam origem fecal são consideradas termotolerantes, onde a mais estudada é *Escherichia coli*. É um micro-organismo indicador, portanto. Geralmente à contaminação é atribuído o descuido do manipulador com sua higiene pessoal, além de remeter a condições inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (Franco e Landgraf, 2008). Mesmo estando presente, a exceção de *Clostridium botulinum*, a identificação de *E. coli* remete um risco baixo de toxinfecção, uma vez que não há relatos na literatura de doenças veiculadas, por este agente etiológico, depois do consumo do mel (Pereira et al., 2007).

Assim como a Enterobacteriaceae, a composição do mel não favorece o desenvolvimento de *Salmonella* spp. Entretanto, o micro-organismo deve ser considerado: a transmissão ocorre, geralmente, pela ingestão de produtos animais. Pessoas acometidas apresentam febre, dor abdominal, diarreia, náuseas e vômitos ocasionais. Em alguns casos, especialmente em

grupos populacionais vulneráveis, a sintomatologia pode se tornar grave e com risco de vida (Franco e Landgraf, 2008; Shinohara et al., 2008).

No mesmo sentido, *C. botulinum* é uma espécie de bactéria que pode acarretar perigo à saúde de muitas pessoas, principalmente crianças menores de um ano de idade. Estas são as maiores vítimas de intoxicação decorrida da toxina produzida durante o crescimento do micro-organismo no estômago, favorecido pelo pH. Tal preocupação se deve ao fato de que o botulismo é causado pela ingestão de uma potente neurotoxina de *C. botulinum*, cujos esporos estão frequentemente distribuídos na natureza e podem ser carregados às colmeias, presos às asas e patas das abelhas, ou através da força dos ventos (Ragazani et al., 2008).

Quando se trata de contaminantes químicos, como drogas veterinárias e/ou contaminantes ambientais, estes devem ser mensurados e avaliados. O Programa de Controle de Resíduos do Mel é a legislação para isto. Ele objetiva garantir a produção e a produtividade do mel no território nacional, bem como o aporte dos produtos similares importados. Dentre os contaminantes pesquisados são listadas as seguintes substâncias: penicilina, estreptomicina, cloranfenicol, tetraciclina, eritromicina, neomicina, oxitetraciclina, clortetraciclina; sulfadimetoxina, sulfametazina e sulfatiazol; nitrofurazona e furazolidona, além de metais pesados como arsênio, chumbo, cádmio (BRASIL, 2007).

Boas práticas apícolas

A alternativa para a produção de um mel seguro para o consumo é a implantação das Boas Práticas Apícolas (BPA) em todas as etapas do processo produtivo. As BPA consistem em ferramentas que o apicultor utiliza para a diminuição de riscos de contaminação microbiológica (manipuladores destreinados, equipamentos e instalações sujas) e a manutenção da qualidade do mel produzido (Ragazani et al., 2008; SENAI, 2009).

Considerações finais

O mel é um alimento saudável e nutritivo. Sua produção gera renda, fixa o homem no campo e contribui ao aumento da diversidade biológica do ecossistema. Os órgãos fiscalizadores, contudo, devem ser atuantes para garantir o comércio de méis isentos de irregularidades.

Referências

- Agila A.; Barringer, S. Effect of adulteration versus storage on volatiles in unifloral honeys from diferente floral sources and locations. **Journal Food Science**, 78(2): 184-191, 2013.
- Aroucha, E.M.M.; Oliveira, A.J.F.; Nunes, G.H.S.; Maracajá, P.B.; Santos, M.C.A. Qualidade do mel de abelha produzido pelos incubados da Iagram e comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, 21(1): 211-217, 2008.
- Araújo, D.R.; Silva, R.H.D.; Sousa, J.S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, 6(1): 51-55, 2006.
- Azeredo, M.A.A.; Azeredo, L.C.; Damasceno, J.G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 19(1): 3-7, 1999.
- Bath, P.K.; Singh, N.A. Comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Food Chemistry**, 67(4): 389-397, 1999.
- Bogdanov, S. The book of honey. In: . **Introduction and short history of honey**, 2011. p. 1-6.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm>. Acesso em: 22. out. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797>>. Acesso em: 22. out. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 9 de 30 de março de 2007**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 11. mar. 2018.
- Camargo, R.C.R.; Pereira, F.M.; Lopes, M.T.R. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2002. 138p.
- Campos, M.G.R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geleia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra** 11(2): 17-47, 1987.
- Cano, C. B.; Zamboni, C. Q.; Alves, H.I.; Spiteri, N.; Atui, M.B.; Santos, M.C.; Jorge, L.I.F.; Ferreira, U.; Rodrigues, R.M.M. Mel: fraudes e condições sanitárias. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 52(1/2): 1-4, 1992.
- Crane, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983. 226p.
- Evangelista-Rodrigues, A.; Silva, E.M.S.; Bezerra, E.M.F.; Rodrigues, M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, 35(5): 1166-1171, 2005.
- Finola, M.S.; Lasagno, M.C.; Marioli, J.M. Microbiological and chemical characterizations of honey from central Argentina. **Food Chemistry**, 100(4): 1649-1653, 2007.
- Franco, B.D.G.M.; Landgraf, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.
- Garcia-Cruz, C.H.; Hoffmann, F.L.; Sakanaka, L.S.; Vinturim, T.M. Determinação da qualidade do mel. **Alimentos e Nutrição**, 10(1): 23-35, 1999.
- Goodall, I; Dennis, M.J.; Parker, I.; Sharman, M. Contribution of high-performance liquid chromatographic analysis of carbohydrates to authenticity testing of honey. **Journal of Chromatography**, 706(1-2): 353-359, 1995.
- Guler, A.; Kocaokutgen, H.; Garipoglu, A.V.; Onder, H.; Ekinci, D.; Biyik, S. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. **Food Chemistry**, 155: 155-160, 2014.
- Jeffrey, A.E.; Echazarreta, C.M. Medical uses of honeys. **Revista Biomédica**, 7(1): 43-49, 1996.
- Li, S-F.; Wen, R-Z.; Yin, Y.; Zhou, Z.; Shan, Y. Qualitative and quantitative detection of beet syrup adulteration of honey by near-infrared spectroscopy: a feasibility study. **Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi**, 33(10): 2637-2641, 2013.
- Martinez, O. A.; Soares, A. E. E. Melhoria genética na apicultura comercial para produção da própolis. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 13(4): 982-990, 2012.

- Mendes, C.G.; Silva, J.B.; Mesquita, L.X.; Maracajá, P.B. As análises do mel: revisão. **Revista Caatinga**, 22(2): 7-14, 2009.
- Molan, P.C. The antibacterial activity of honey. 1. The nature of the antibacterial activity. **Bee World**, 73(1): 5-28, 1992.
- Marques, L.J.P.; Muniz, F.H.; Lopes, G.S.; Silva, J.M. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botanica Brasilica**, 25(1): 141-149, 2011.
- Oliveira, P.S.; Müller, R.C.S.; Dantas, K.G.F.; Alves, C.N.; Vasconcelos, M.A.M.; Venturieri, G.C. Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, 35(9): 1728-1732, 2012.
- Paula, J. **Mel do Brasil: as exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae**. Brasília: Sebrae, 2008. 99p.
- Pereira, F.M.; Vilela, S.L.O. **Estudo da cadeia produtiva do mel do Estado de Alagoas**. Maceió: Sebrae (AL), 2003. 53p.
- Pereira, F.M.; Camargo, R.C.R.; Lopes, M.T.R. **Contaminação do mel por presença de *Clostridium botulinum***. Documentos 161. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2007. 17p.
- Piana, M.L.; Oddo, L.P.; Bentabol, A.; Bruneau, E.; Bogdanov, S.; Declerck, C.G. Sensory analysis applied to honey: state of the art. **Magazine Apidologie**, 35(1): S26-S37, 2004.
- Pires, R.M.C.; Moura, S.G.; Cardoso Filho, F.C.; Monte, A.M.; Pires, L.P.; Lorezon, M.C.A.; Barros, R.O.; Pereira, M.M.G.; Murator, M.C.S. Evaluation of hygienic-sanitary quality of honey from *Apis mellifera* L. obtained in semi-arid region of Piauí, Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, 9(30): 1806-1813, 2015.
- Ragazani, A.V.F.; Schoken-Iturrino, R.P.; Garcia, G.R.; Delfino, T.P.C.; Poiatti, M.L.; Berchielli, S.P. Esporos de *Clostridium botulinum* em mel comercializado no Estado de São Paulo e em outros Estados Brasileiros. **Ciência Rural**, 38(2): 396-399, 2008.
- Richter, W.; Jansen, C.; Venzke, T.S.L.; Mendonça, C.R.B.; Borges, C.D. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimentos e Nutrição**, 22(4): 547-553, 2011.
- Rodríguez, G.O.; Ferrer, B.S.; Ferrer, A.; Rodríguez, B. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, 84(4): 499-502, 2004.
- Rolim, M.B.Q.; Andrade, G.P.A.; Rolim, A.M.Q.; Franque, M.P.; Lima, P.F.; Moura, A.P.B.L. Qualidade microbiológica de méis comercializados em Recife - PE submetidos à avaliação isotópica. **Acta Veterinaria Brasilica**, 10(4): 298-304, 2016.
- Rossi, N.F.; Martinelli, L.A.; Lacerda, T.H.M.; Camargo, P.B.; Victória, R.L. Análise da adulteração de méis por açúcares comerciais utilizando-se a composição isotópica de carbono. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, 19(2): 1-16, 1999.
- Rybak-Chmielewska, H. Honey. In: . Tomasiak, P. **Chemical and functional properties of food saccharides**. Boca Raton: CRC, 2003. p.73-80
- Santos, C.S.; Ribeiro, A.S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 4(3): 1-6, 2009.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena e Microempresa. **Informações de mercado sobre mel e derivados da colmeia**. Relatório completo, série Mercado. 2006. 242p.
- SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Manual de segurança e qualidade para a apicultura**. Brasília: Sebrae/NA, 2009. 86p.
- Sharquie, K.E.; Najim, R.A. Embalming with honey. **Saudi Medical Journal**, 25(11): 1755-1766, 2004.
- Sheikh, D.; Zaman, S. U.; Naqvi, S. B.; Sheikh, M. R.; Ali, G. Studies on the antimicrobial activity of honey. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, 8(1): 51-62, 1995. Shinohara, N.K.S.; Barros, V.B.; Jimenez, S.M.C.; Machado, E.C.L.; Dutra, R.A.F.; Lima Filho, J.L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, 13(5): 1675-1683, 2008.
- Silva, C.L.; Queiróz, A.J.M.; Figueiredo, R.M.F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 8(2/3): 260-265, 2004.
- Silva, E.V.C.; Araújo, A.A.; Venturieri, G.C.; Ozela, E. F. Avaliação microbiológica e

- sensorial de méis de abelhas *Apis mellifera* (Africanizadas) e *Melipona fasciculata* (Uruçu Cinzenta) in natura e pasteurizado. **Higiene Alimentar**, 22(162): 83-87, 2008.
- Silva, K.F.N.L.; Santos, D.C.; Silva, C.T.S.; Queiroz, A.J.M.; Lima, A.O.N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do Município de Tabuleiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, 4(1): 52-57, 2010.
- Silva, R.A.; Maia, G.A.; Sousa, P.H.M.; Costa, J.M.C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição**, 17(1): 113-120, 2006.
- Silva, R.N.; Monteiro V.N.; Alcanfor, J.D.X.; Assis, E.M.; Asquiere, E.R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 23(3): 337-341, 2003.
- Souza, D.C. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: Sebrae, 2004. 100p.
- Souza, D.L.; Silva, R.A.; Queiroga, R.C.R.E.; Oliveira, M.E.; Rodrigues, A.E. Análise físico-química de méis de abelha urucu (*Melipona scutellaris*), produzidos na microrregião do Brejo Paraibano. **Higiene Alimentar**, 22(165): 103-106, 2008.
- Souza, J.A.; Souza, E.F.M.; Modro, A.N.H.; Porto, W.S.; Oliveira, D.L. A apicultura em Rondônia (Amazônia Legal): estudo de caso sobre o arranjo produtivo local da apicultura no cone sul. **Estudo & Debate**, 23(2): 115-137, 2016.
- Souza-Kruliski, C.R.; Ducatti, C.; Filho, W.G.V.; Orsi, R.O.; Silva, E.T. Estudo de adulteração em méis brasileiros através de razão isotópica do carbono. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(2): 434-439, 2010.
- Subari, N.; Saleh, J.M.; Shakaff, A.Y.M.; Zakaria, A. A hybrid sensing approach for pure and adulterated honey classification. **Sensors (Basel)**, 12(10): 14022-14040, 2012.
- Swellam, T.; Miyanaga, N.; Onozawa, M.; Hattori, K.; Shimazui, T.; Akaza, H. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: *In vivo* and *in vitro* studies. **International Journal of Urology**, 10(4): 213-219, 2003.
- Teixidó, E.; Santos, F.J.; Puignou, L.; Galcera, M.T. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, 1135(1): 85-90, 2006.
- Tosun, M. Detection of adulteration honey added various sugar syrups with ¹³C / ¹²C isotope ratio analysis method. **Food Chemistry**, 138(2-3): 1629-1632, 2013.
- USAID - Unites States Agency International Development. **Análise da indústria do mel: inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional**. DAI/BRASIL, v.2, 2006. 42p.
- Vilela, S.L.O. **A importância das novas atividades agrícolas ante a globalização: a apicultura no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 228p.
- Zábrowská, B.; Vorlová, L. Adulteration of honey and available methods for detection – a review. **Acta Veterinaria Brno**, 83(10): S85–S102, 2014.
- Zhao, J-W.; Han, X-Y.; Chen, Q-S.; Ouyang, O. Identification of adulterated honey based on three dimensional fluorescence spectra technology. **Spectroscopy and Spectral Analysis**, 33(3): 1626-1030, 2013.
- White Junior, W.; Doner, L.W. Mass spectrometric detection of high-fructose corn syrup in honey by use of ¹³C/¹²C ratio: collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, 61(3): 746-750, 1978.