

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MÉIS IRRADIADOS PRODUZIDOS POR *Apis mellifera*

[Physicochemical characteristics of irradiated honey produced by *Apis mellifera*]

Roberta de Oliveira Resende Ribeiro<sup>1</sup>, Rami Fanticelli Baptista<sup>2</sup>, Helio de Carvalho Vital<sup>3</sup>, Carla da Silva Carneiro<sup>1</sup>, Sérgio Borges Mano<sup>4</sup>, Eliane Teixeira Mársico<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Discentes do Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ

<sup>2</sup> Docente da Escola de Medicina Veterinária, Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), Duque de Caxias, RJ

<sup>3</sup> Pesquisador da Seção de Defesa Nuclear do Centro Tecnológico do Exército (CTEx)

<sup>4</sup> Docentes do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Fluminense (UFF)

**RESUMO** - O mel é um importante alimento em todo o mundo e as preocupações com a manutenção de sua qualidade e conservação são crescentes. A irradiação constitui um interessante processo de conservação alternativo que pode ser usado para garantir a qualidade higiênico-sanitária, muitas vezes, estendendo significativamente a validade comercial de alimentos. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da irradiação na dose de 10 kGy sobre as características físico-químicas de méis de abelhas *Apis mellifera*. Observou-se que os teores de umidade, acidez, resíduo mineral fixo (cinzas), glicídios redutores, glicídios não redutores (sacarose aparente) e cinzas insolúveis não apresentaram alterações significativas com a irradiação, assim como os resultados da prova de Lund e da reação de Fiehe. Concluiu-se, portanto, que a irradiação com 10 kGy não alterou os parâmetros físico-químicos do mel.

**Palavras-Chave:** Mel, *Apis mellifera*, irradiação, propriedades físico-químicas.

**ABSTRACT** - Honey is globally an important food and the concern regarding its conservation is increasing. Irradiation is an interesting alternative process of food conservation known to efficiently improve the quality and extend the durability of many products. The purpose of this work was to investigate the physical and chemical effects of the treatment of honey produced by *Apis mellifera* with a gamma radiation dose of 10 kGy. No significant change was found in the irradiated samples for the levels of humidity, acidity, fixed mineral residue (ashes), reducing glucids, non-reducing glucids (apparent saccharosis) and insoluble ashes, as well as in the results from Lund's and Fiehe's tests. Thus, it can be concluded that irradiation at 10 kGy does not significantly affect the physicochemical characteristics of honey produced by *Apis mellifera*.

**Keywords:** Honey, *Apis mellifera*, irradiation, physicochemical properties.

### INTRODUÇÃO

O mel é um produto de sabor adocicado, constituído por uma mistura complexa de glicídios e, em menores proporções, proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, lipídios, vitaminas, substâncias voláteis, ácidos fenólicos, flavonóides, carotenóides e minerais (Ball, 2007). O consumo desse alimento vem crescendo globalmente, tanto como matéria-prima, quanto como ingrediente (Bera et al., 2009). Ele apresenta elevado valor nutricional, o que demanda algumas operações adequadas de processamento, bem como um acondicionamento apropriado, para que possa manter suas características até a comercialização (Osachlo, 2004). Considerando a importância do mel na alimentação humana e também o aumento do rigor

das exigências mundiais relativas à qualidade e a segurança dos alimentos, e à necessidade da manutenção das características originais para a comercialização, faz-se necessário investigar métodos de conservação, que não alterem significativamente a funcionalidade e as características sensoriais do produto. Neste aspecto, merece destaque a irradiação, processo físico que consiste na exposição controlada a uma fonte de radiação ionizante. Entre vários outros benefícios, o tratamento tem a capacidade de aumentar a validade comercial dos alimentos (FAO, 2009). No entanto, quando algum tipo de tratamento, é aplicado aos alimentos, alguns parâmetros devem ser analisados para verificar se as características e estabilidade das moléculas não foram alteradas, tanto no aspecto nutricional, quanto funcional (Bera et al., 2009). A

análise de parâmetros físico-químicos em méis é importante para sua caracterização (Serrano et al., 2004) e também para assegurar a qualidade desse produto no mercado (Welke et al., 2008). Sendo assim, esse trabalho objetivou investigar os efeitos do tratamento com 10 kGy de radiação gama sobre as características físico-químicas de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trinta amostras de méis, provenientes de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), foram adquiridas no mercado varejista da Cidade do Rio de Janeiro. O conteúdo de cada amostra foi acondicionado em dois frascos fechados iguais, obtendo-se desta forma 60 unidades amostrais. Uma fração das amostras (controle) foi transportada para o Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, onde foram realizadas as análises físico-químicas. As demais foram encaminhadas para a Divisão de Defesa Química, Biológica e Nuclear do Centro Tecnológico do Exército (CTEx) para serem tratadas por exposição à radiação gama. Ao término do tratamento, as amostras foram conduzidas ao LANAGRO para a realização dos procedimentos analíticos. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A irradiação foi realizada com as amostras inseridas em frascos fechados, em atmosfera normal e à temperatura ambiente, sendo que o tempo total de exposição para se atingir a dose absorvida de 10 kGy foi de 6,85 horas.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: umidade, acidez, resíduo mineral fixo (cinzas),

glicídios redutores, glicídios não redutores (sacarose aparente) e cinzas insolúveis, sendo que todos foram avaliados de acordo com as técnicas descritas no manual do Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA, 1981). Foram também realizadas, segundo o manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004), análises para a determinação semi-quantitativa de proteínas (prova de Lund) e de hidroximetilfurfural (reação de Fiehe).

Com o objetivo de comparar os resultados das análises físico-químicas das amostras controle e irradiadas, os dados foram tratados estatisticamente, aplicando-se o teste T de Student, utilizando-se o programa GraphPad InStat®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das amostras não irradiadas e irradiadas com 10 kGy, bem como os valores de referência estabelecidos pela legislação brasileira são apresentados na Tabela 1.

Com relação ao teor de umidade, nenhuma amostra ultrapassou o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, que é de 20% (Brasil, 2000). A comparação sugere uma pequena redução no teor de umidade em virtude do tratamento por irradiação, que, no entanto, não foi estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Padrões de desidratação semelhantes aos obtidos foram descritos em méis irradiados a 10 kGy por Bera et al. (2009), por Vital (2000) e por Souza et al. (2008). Reduções de 10% no conteúdo de água de méis silvestre já foram observadas após irradiação, sendo justificadas pelo arraste de água com os voláteis, devido ao leve aquecimento que ocorre durante o processo (Souza et al., 2008). Tal redução induz efeitos desejáveis

**Tabela 1** – Resultados das análises físico-químicas em méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) não irradiados (controle) e irradiados a 10 kGy.

| Análise<br>Físico-Químicas              | Tratamentos                       |                                   | Limites Oficiais*            |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|   | Média ( $\pm$ Desvio Padrão)      |                                   |                              |
|   | Controle<br>n=30                  | Irradiados<br>(10 kGy) n=30       |                              |
| Umidade (%)                             | 19,4 <sup>a</sup> ( $\pm 0,3$ )   | 18,9 <sup>a</sup> ( $\pm 0,2$ )   | Máx. 20,0%                   |
| Acidez (mEq.Kg <sup>-1</sup> )          | 27,05 <sup>a</sup> ( $\pm 0,69$ ) | 26,98 <sup>a</sup> ( $\pm 0,70$ ) | Máx. 50 mEq.kg <sup>-1</sup> |
| Resíduo mineral fixo (%)                | 0,32 <sup>a</sup> ( $\pm 0,04$ )  | 0,29 <sup>a</sup> ( $\pm 0,04$ )  | Máx. 0,60%                   |
| Glicídios redutores em glicose (%)      | 70,79 <sup>a</sup> ( $\pm 0,37$ ) | 71,56 <sup>a</sup> ( $\pm 0,25$ ) | Mín. 65,0%                   |
| Glicídios não redutores em sacarose (%) | 2,57 <sup>a</sup> ( $\pm 0,28$ )  | 1,75 <sup>a</sup> ( $\pm 0,30$ )  | Máx. 6,0%                    |
| Cinzas insolúveis                       | 0,03                              | 0,03                              | Máx. 0,1%                    |
| Prova de Lund (mL)                      | 0,6 a 3,0                         | 0,6 a 3,0                         | 0,6 a 3,0                    |
| Reação de Fiehe                         | Negativa                          | Negativa                          | Máx. 60 mg.kg <sup>-1</sup>  |

n= número de amostras; \* Legislação brasileira (BRASIL, 2000).

Médias seguidas por mesma letra, na mesma linha, não se diferem significativamente ( $P > 0,05$ ).

para o aumento da validade do produto, uma vez que a umidade possui relação com o crescimento de microrganismos osmofílicos, que podem provocar fermentação no mel (White Júnior, 1978).

A acidez contribui diretamente com a resistência do mel à ação de microrganismos; realça o sabor e, quando elevada, pode indicar fermentação (Crane, 1983). Os resultados de acidez variaram entre 24,92 e 36,47 mEq.kg<sup>-1</sup> (27,05±0,69 mEq.kg<sup>-1</sup>) nas amostras controle e, entre 16,67 a 33,86 mEq.kg<sup>-1</sup> (26,98±0,70 mEq.kg<sup>-1</sup>), nas amostras irradiadas, estando abaixo do máximo permitido pela legislação brasileira (Brasil, 2000), que é de 50,0 mEq.kg<sup>-1</sup>. A “European Honey Commission” (Bogdanov, 1999) e o Mercosul (Mercosul, 1999) são mais restritos e estabelecem um limite máximo de 40 mEq.kg<sup>-1</sup>. Com a irradiação, a acidez diminuiu em 19 (63%) das 30 amostras analisadas e, apesar do valor médio não ter variado significativamente (P>0,05). Durante a irradiação, sabe-se que ocorrem reações de descarboxilação nas moléculas de ácido glucônico, o principal composto ácido do mel, podendo levar a redução do nível desse parâmetro. Assim como neste estudo, Souza et al. (2008) não observaram redução significativa da acidez em méis irradiados e Bera et al. (2009), após irradiarem amostras de méis com 10 kGy, observaram diminuição da acidez em algumas amostras apenas, enquanto a maioria manteve-se inalterada.

O limite de resíduo mineral fixo (cinzas) exigido pela legislação brasileira (Brasil, 2000), pela “European Honey Commission” e pelo Mercosul (Mercosul, 1999) é de 0,6%. Nenhuma amostra ultrapassou esse limite. Antes da irradiação, os resultados variaram entre 0,06 e 0,6% (0,32 ±0,04%). Após o tratamento, os valores variaram entre 0,05 e 0,57% (0,29 ±0,04). Não houve variação expressiva entre os resultados das amostras controle e das amostras irradiadas, não existindo, portanto, diferença significativa entre as mesmas (P>0,05). Estes resultados estão de acordo com os reportados por Bera et al. (2009) que, ao irradiarem mel com 10 kGy, não evidenciaram diferenças significativas entre o teor de cinzas das amostras não irradiadas (0,32) e das irradiadas (0,31). As cinzas expressam o conteúdo de sais minerais presentes no mel sendo, portanto, um parâmetro utilizado para determinar a qualidade deste alimento (Crane, 1983). Os resultados obtidos corroboram com dados da literatura que afirmam que o processo de irradiação, não acarreta perdas significativas de sais minerais e elementos traços (Diehl et al., 1990; WHO, 1994).

Os percentuais de açúcares redutores em glicose obtidas das amostras não irradiadas variaram de 67,6 a 73,5% (70,79±0,37) e, após a irradiação, entre 70,0

e 74,2% (71,56±0,25). Tanto nas amostras controle, quanto nas amostras irradiadas, os valores obtidos encontravam-se acima do valor mínimo (65,0%) considerado como aceitável pela legislação brasileira (Brasil, 2000). Após a irradiação, 26 amostras apresentaram valores superiores às amostras não irradiadas. Entretanto, a diferença entre as amostras irradiadas e não irradiadas não foi significativa (P>0,05). Bera et al. (2009) também não detectaram diferença significativa (P>0,05) para o teor de açúcares redutores em glicose em méis poli florais controles e irradiados. Estes dados corroboram com a afirmação de que macronutrientes, como proteínas, lipídeos e carboidratos não são significativamente alterados pela irradiação, mesmo quando são utilizadas doses elevadas (IAEA, 1999).

Os resultados das análises de glicídios não redutores variaram entre 1,08 e 5,94% (2,57±0,28%) nas amostras não irradiadas e 0,60 e 5,70% (1,75±0,30%) após a irradiação. Estes valores atendem a norma vigente que considera aceitáveis índices de, no máximo, 6,0% (Brasil, 2000). Após serem irradiadas, todas as amostras apresentaram uma redução nos valores frente às amostras controle, entretanto, sem diferença significativa (P>0,05). Estudos anteriores também relatam ausência de alteração no teor de sacarose em méis após irradiação com 10 kGy (Bera et al., 2009).

A irradiação fornece energia suficiente para quebrar o amido e outros carboidratos em açúcares mais simples (Sabularse et al., 1992; Sokhey & Hanna, 1993; Wu et al., 2002). Como a maioria dos açúcares presentes no mel são monossacarídeos (glicose e frutose), espera-se que nenhum efeito significativo sobre o teor destes componentes seja observado após tratamento com irradiação (Saxena et al., 2010). Além disso, estes açúcares estão presentes no mel em conjunto com outras macromoléculas, que diminuem a sensibilidade desses à radiação (Diehl et al., 1978). Observações similares às obtidas no presente estudo foram feitas recentemente por Saxena et al. (2010), que não detectaram alterações significativas nos teores de açúcares redutores e sacarose em méis irradiados a 15kGy. Esses autores relatam que os teores de açúcares redutores e sacarose variam, respectivamente, de 43 a 66% e 0,4 a 8,8% antes da irradiação, e de 44 a 66% e 0,2 a 9% após o processo de irradiação.

As cinzas insolúveis estão relacionadas com a quantidade de sujidade no mel (Vilhena & Almeida-Muradian, 1999). Nesta análise, não houve diferença entre os resultados obtidos nas amostras controle e irradiadas. Em ambas, os valores variaram entre 0,00 a 0,07% (0,03±0,02%), estando abaixo do limite

máximo estabelecido pela legislação, que é de 0,1% (Brasil, 2000). Este resultado já era esperado tendo em vista que nas análises de resíduo mineral fixo, componente diretamente relacionado ao teor de cinzas insolúveis, também não foi evidenciada diferença entre os percentuais minerais encontrados nas amostras controle e irradiadas.

Na prova de Lund, as amostras encontravam-se dentro do limite estabelecido, com um depósito de substância albuminóides na faixa de variação de 0,6 a 3mL (IAL, 2004). A reação de Lund é aplicada para determinar fraudes no processo de elaboração. Na presença de um mel natural, esta reação é positiva e, caso o mel seja artificial, não se formaria depósito de substâncias protéicas e, em caso de adulterações, seu volume seria menor. Sendo assim, como as amostras estudadas apresentaram resultados dentro dos parâmetros adequados, antes e após a ação da radiação ionizante, caracterizou-se a inexistência de fraude e também pode se afirmar que, nas condições deste estudo, a irradiação com 10kGy não alterou o parâmetro. Não foram encontrados na literatura estudo que avaliassem o resultado da prova de Lund em mel irradiado.

O hidroximetilfurfural (HMF) é um indicador da qualidade que auxilia na identificação da qualidade do mel, valores elevados de HMF indicam que as amostras podem ter sido tratadas com calor e/ou armazenadas em condições inadequadas e/ou adulterada com xarope de açúcar invertido (Tosi et al., 2002). A reação quantitativa para o HMF utiliza método espectrofotométrico (Bath & Singh, 1999; Nozal et al., 2000). O Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004) recomenda a reação de Fiehe, que é uma análise qualitativa, para indicar a presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento do mel ou adição de xaropes de açúcar. No presente trabalho, todas as amostras apresentaram resultados negativos na reação de Fiehe, mesmo após a irradiação, demonstrando que esse processamento não produziu alterações significativas na quantidade de HMF. Estes dados estão de acordo com outros autores. Saxena et al. (2010) relatam que uma dose de radiação de 15 kGy não foi capaz de elevar o nível de HMF no mel. Migdal (2000) também relatam que, utilizando uma dose 10 kGy em méis, não observaram alterações no teor dessa substância.

## CONCLUSÃO

Com base nas análises físico-químicas realizadas, pode-se concluir que a irradiação com 10 kGy não alterou significativamente a qualidade físico-química do mel produzido pela abelha *Apis mellifera*. No entanto, mesmo não sendo

significativas, as reduções observadas no teor de umidade e na acidez de algumas amostras podem ser benéficas sob o ponto de vista tecnológico, pois podem contribuir para estender a validade comercial do produto.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO/RJ), pelo suporte analítico e ao Centro tecnológico Centro Tecnológico do Exército (CTEx), pela disponibilidade das instalações e equipamentos para a irradiação e dosimetria das amostras.

## REFERÊNCIAS

- Ball D.W. 2007. The chemical composition of honey. J. Chem. Educ. 84: 1643-1646.
- Bath P.K. & Singh N. 1999. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatu* honey. Food Chem. 67:389-387.
- Bera A., Almeida-Muradian L.B. & Sabato S.F. 2008. Study of some physicochemical and rheological properties of irradiated Honey. Nukleonika. 53:85-87.
- Bogdanov S. 1999. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. Bee World. 80:61-69.
- Brasil. 2000. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa 11, Diário Oficial, 20 de outubro de Seção 1, p.19696-19697. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel.
- Crane E. 1983. Livro do mel. 2ªed. Editora Nobel, São Paulo, p. 226.
- Diehl J.F., Adam S., Delincee H. & Jakubick V. 1978. Radiolysis of carbohydrates & of carbohydrate-containing foodstuffs. J. Agric. Food Chem. 26:15-20.
- FAO. 2009. The Food Irradiation Regulations. Capturado em 31 jan. 2011. Online. Disponível na Internet <http://faolex.fao.org/docs/pdf/uk89642.pdf>.
- IAEA. 1999. Facts about food irradiation. Capturado em 8 fev. 2011. Online. Disponível na Internet <http://www.iaea.org/nafa/d5/public/foodirradiation.pdf>.
- IAL. 2004. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo. Capturado em 01 fev. 2011. Online. Disponível na internet [http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7)
- Lanara. 1981. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes; II - Métodos físicos e químicos. Brasília.

- Mercosul. 1999. Mercado Comum do Sul. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel". Resolução MERCOSUL/GMC/RES. nº 56/99. Capturado em 30 jan. 2011. On line. Disponível na internet [http://www.mercosur.int/msweb/portal%20intermediario/Normas/normas\\_web/Resoluciones/PT/Res\\_056\\_099\\_RT M%20Identidade%20Qualidade%20Mel\\_At%203\\_99.P DF](http://www.mercosur.int/msweb/portal%20intermediario/Normas/normas_web/Resoluciones/PT/Res_056_099_RT M%20Identidade%20Qualidade%20Mel_At%203_99.P DF)
- Migdal W. 2000. Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. Radiat. Phys. Chem. 57:285–288.
- Nozal M. J.; Bernal J. L.; Diego J. C.; Gómez L. A.; Ruiz J. M. & Higes M. 2000. Determination of oxalate, sulfate and nitrate in honey and honeydew by ion-chromatography. J. Chromat. A. 881: 629-638.
- Osachlo L. 2004. Aplicação do sistema de análises de perigos e pontos críticos de controle no processamento industrial de mel de abelhas *Apis mellifera*. Monografia de especialização, Universidade de Brasília, Brasília. 67p.
- Sabularse V.C., Liuzzo J.A., Rao R.M. & Grodner R.M. 1992. Physicochemical characteristics of brown rice as influenced by gamma irradiation. J. Food Scienc. 57:143–145.
- Saxena S., Gautam S. & Sharma A. 2010. Microbial decontamination of honey of indian origin using gamma radiation and its biochemical and organoleptic properties. J. Food Science.75:19-27.
- Serrano S., Villarejo M., Espejo R. & Jodra M. 2004. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of Citrus and Eucalyptus honeys by discriminant analysis. Food Chem. 87:619-625.
- Sokhey A.S. & Hanna M.A. 1993. Properties of irradiated starches. Food Struct.12:397–410.
- Souza M., Lopes C., Jesus E.F.O., Tadeus R, Lemos C.S., Borges V. B., Assis J. T., Vital H.C., Vila A.J.M. & Gomes S.R. 2008. Caracterização físico-química e sensorial de mel de abelhas de floradas silvestres irradiado. Hig. Aliment. 22:89-92.
- Tosi E., Ciappini M., Ré E & Lucero H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chem. 77:71–74.
- Vilhena F. & Almeida-Muradian L.B. 1991. Manual de análises físico-químicas do mel. Editora Apacame, São Paulo, p.16.
- Vital, H. C. 2000. Experimentos Dosimétricos no Irradiador Gama do IPE. Anais V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares (ENAN), 10-14 out. Rio de Janeiro, RJ. 1 CD-ROM.
- Welke, J.E., Reginatto S., Ferreira D., Vicenzi R. & Soares J. M. 2008. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ciênc. Rural. 38 (6): 1737-1741.
- White Júnio J.W. 1978. Honey. Adv. Food Res. 22:287-374.
- WHO. 1994. World Health Organization:Safety and nutritional adequacy of irradiated food, Geneva, 161 p.
- Wu D., Shu Q., Wang Z. & Xia Y. 2002. Effect of gamma irradiation on starch viscosity & physico-chemical properties of different rice. Radiat. Phys. Chem. 65:79–86.