



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

Amanda D'El Rei Fagundes

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS COM ÊNFASE NO FERRO E
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE MELADOS PRODUZIDOS EM
SANTA CATARINA.**

Florianópolis

2010

AMANDA D'EL REI FAGUNDES

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS COM ÊNFASE NO FERRO E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE DE MELADOS PRODUZIDOS EM SANTA CATARINA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientadora: Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte, Dr^a

**Florianópolis
2010**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

F156c Fagundes, Amanda D'El Rei

Características nutricionais com ênfase no ferro e capacidade antioxidante de melados produzidos em Santa Catarina [dissertação] / Amanda D'El Rei Fagundes ; orientadora, Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte. - Florianópolis, SC 2010.

90 f.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Nutrição.

Inclui referências

1. Nutrição. 2. Melado. 3. Ferro. 4. Polifenóis. 5. Antioxidantes. I. Tramonte, Vera Lucia Garcia Cardoso. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. III. Título.

CDU 612.39

DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, Ismael e Rita,
por todo amor, apoio,
exemplo, incentivo ao estudo
e confiança.**

**“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Por isso aprendemos sempre.”
(Paulo Freire)**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças, paciência e conforto sempre que eu precisei.

Aos meus amados pais, pelo exemplo que são, por toda confiança, amor, carinho, apoio sentimental e financeiro e por terem me amparado nos momentos difíceis desta caminhada.

A toda minha família, em especial ao meu afilhado Joaquim, por toda alegria que ele me proporcionou nestes dois anos.

Aos meus amigos, pelo apoio e pelos momentos de descontração e alegrias.

À minha amiga Carolina Blasi, por compreender quando eu não podia ir no cinema, no shopping, tomar chopp e ir pra balada. Também por ter me acompanhado na visita em Antônio Carlos e por ter me agüentado nas alegrias e nas tristezas destes dois anos... Obrigada Carol!

À minha amiga paraguaia Maria Gabriela Villamayor, por ter criado esse projeto junto comigo ainda durante a graduação. Obrigada pelo apoio e pela amizade, que foram além das fronteiras que nos separam.

À Helen Bachmann e ao Anderson Maria, que de maneira peculiar e inesquecível foram os “culpados” pela minha decisão em fazer mestrado.

À Fabiana Ourique e Samanta Thomas - Fabi e Sam - minhas colegas e irmãs do mestrado. Obrigada pelos momentos de risadas, desabafos, pelas saídas, enfim, obrigada por estarem comigo nesses dois anos. Sam, muito obrigada pela tua super, mega ajuda com as análises. Foi fundamental no meu trabalho.

Ao querido amigo Vinícius Ouriques, pela preocupação, amizade, carinho, momentos de descontração e pelos puxões de orelha também... Obrigada Vini!!

Ao amigo Acelon Neto, pela companhia até Santa Rosa de Lima e pelo interesse em ajudar na pesquisa. Gigante, você é dez!

Ao amigo e DJ Caetano Paiva, pela edição dos vídeos. Obrigada Cael!

À minha orientadora, profa. Vera Tramonte, por ter me recebido como aluna e confiado na minha capacidade.

Aos colegas e professores do PPGN pelas contribuições ao trabalho durante as disciplinas.

Aos bolsistas e voluntários do laboratório de Nutrição Experimental pela colaboração na parte prática: Ainelen Radosevich, Melisa Simonella, Diogo Palhano e à Caroline Moreira, que me fez rir muito com suas histórias.

À Professora Sandra Avancini, pela “co-orientação”, contribuições, ideias e interesse em ajudar.

À Professora Edna Amante, por nos receber em seu laboratório e pelo empréstimo de reagentes, materiais e equipamentos.

Aos professores e técnicos do CAL/CCA e do CCS, pelos empréstimos de reagentes e equipamentos. À Patrícia Taha, por ser sempre prestativa e fazer o seu melhor nas análises de alimentos.

À Aureanna Negrão, pela colaboração nas análises de fenólicos e capacidade antioxidante.

Ao nosso querido técnico Gerson Faccin, pelas contribuições e interesse em ajudar no que fosse preciso e à colega Jane Parisenti pelas contribuições, idéias e amostras de melado do oeste.

Ao sr. Armando, pela simpatia e gentileza no empréstimo da moenda de inox, sempre que eu precisei.

Aos produtores de melado de Benedito Novo, Santa Rosa de Lima e Antônio Carlos e suas famílias, os quais me receberam muito bem e colaboraram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao César Schaefer, por ter conseguido a amostra de melado de Mondaí.

À professora Arlete Tittoni, pelo gentil auxílio com o questionário e pelo interesse em ajudar.

À professora Alexandra Boing, pela ajuda com os dados do questionário.

À professora Jussara Gazolla, pela participação na banca avaliadora da defesa dessa dissertação.

À professora Sílvia Cozzolino, pelas contribuições dadas com participação nas bancas de defesa de qualificação e dissertação.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos nos últimos 6 meses de estudo.

A todos que não foram citados, mas que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigada.

FAGUNDES, Amanda D'El Rei. **Características nutricionais com ênfase no ferro e capacidade antioxidante de melados produzidos em Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

RESUMO

O melado é um alimento natural, doce e de boa aceitação pelos consumidores, mas ainda pouco estudado. Este trabalho teve como objetivo analisar as características nutricionais de melados produzidos em Santa Catarina. Para isso, foram observadas algumas características da produção, foi feita a composição centesimal, a determinação do teor de ferro, cálcio, cobre, polifenóis totais e capacidade antioxidante. Além disso, foi realizada uma entrevista sobre o conhecimento e o consumo de melado em uma amostra populacional. Foram analisadas 13 amostras de melados catarinenses, as quais são produzidas em tachos de ferro, cobre ou aço inoxidável. As amostras apresentaram em média 75,51g% de carboidratos, 0,94g% de proteínas, menos de 0,2g% de lipídeos, 0,7g% de cinzas, 19,72g% de umidade, 24,02mg% de cálcio e 1,34mg% de cobre. Foi verificado um valor médio de 0,54mg% de ferro no caldo da cana. Em 13 amostras de melado, foram encontrados em média, 3,30mg% de ferro e 2,958mg GAE/g de polifenóis totais. Quanto à capacidade antioxidante, os melados tiveram a média de $EC_{50} = 0,00014g /g$ DPPH. Foi verificado que os melados de Santa Catarina contêm ferro em quantidades variáveis, que a cana também apresenta ferro na sua composição e o material dos utensílios parece não influenciar o teor de ferro dos produtos. Foi observado também um alto conteúdo de polifenóis e uma alta capacidade antioxidante. A aplicação do questionário mostrou que o melado é consumido de diversas formas por mais da metade dos entrevistados e destes, 36% fez menção ao melado ser rico em ferro ou indicado para combater a anemia ferropriva. São necessários mais estudos com melados de diferentes locais, investigando seu teor e biodisponibilidade de ferro, conteúdo de polifenóis e efeitos de sua atividade antioxidante.

Palavras-chave: melado, composição centesimal, minerais, polifenóis, capacidade antioxidante

FAGUNDES, Amanda D'El Rei. **Nutritional characteristics with emphasis on iron and antioxidant capacity of sugar cane syrup produced in Santa Catarina.** Dissertação (Master Course in Nutrition) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ABSTRACT

Sugar cane syrup is a natural food, sweet and well received by consumers, but still little studied. The aim of this study was to analyze the nutritional characteristics of sugar cane syrup produced in Santa Catarina. For this, some aspects of the production were observed, nutritional composition was determined and iron, calcium, copper, total polyphenols and antioxidant capacity were determined. In addition, an interview was conducted on the awareness and consumption of sugar cane syrup in a population sample. Thirteen samples of sugar cane syrups from Santa Catarina were analyzed, which are produced in pots of iron, copper or stainless steel. The samples had an average of 75,51g% carbohydrate, 0,94g% protein, less than 0,2g% lipids, 0,7g% ash, 19,72g% moisture, 24,02mg% calcium and 1,34mg% copper. It was observed an average of 0,54mg% of iron in the cane juice. In 13 samples of sugar cane syrup, were found on average 3.30mg% iron and 2.958mg GAE/g of total polyphenols. The antioxidant capacity, the sugar cane syrup had a mean EC50= 0.00014g/g DPPH. It was found that the sugar cane syrup from Santa Catarina contain iron in varying quantities, the cane also has iron in its composition and material of the utensils does not influence the iron content of the products. It was also observed a high content of polyphenols and a high antioxidant capacity. The application of the questionnaire showed that the sugar cane syrup is consumed in various forms for more than half of respondents and of these, 36% mentioned the sugar cane syrup as rich in iron or effective to combat anemia. Further studies are needed with sugar cane syrup from different locations, investigating its iron content and bioavailability, polyphenol content and effects of its antioxidant activity.

Keywords: sugar cane syrup, nutritional composition, minerals, polyphenols, antioxidant

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Fluxograma de produção do melado23

Capítulo 4

Figura 2. Moenda e tacho utilizados para a produção de melado em Benedito Novo, Santa Catarina. (Acervo do autor).....42

Figura 3. Moenda, tacho, termômetro e espátula para a produção de melado em Santa Rosa de Lima, Santa Catarina. (Acervo do autor)42

Figura 4. Moenda e tacho utilizados para a produção de melado em Antônio Carlos, Santa Catarina. (Acervo do autor).....43

Figura 5. Moenda de aço inoxidável utilizada para o esmagamento da cana. (Acervo do autor)43

Figura 6. Curva padrão de ácido gálico utilizada para determinação de compostos fenólicos de extratos aquosos de melados de Santa Catarina.....45

Capítulo 5

Figura 1. Variação de ferro de 13 amostras de melado de 8 municípios de Santa Catarina.....57

Figura 2. Conhecimento dos entrevistados sobre o melado. Florianópolis, 2009.....63

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Composição nutricional do açúcar refinado e do melado, por 100g dos produtos	16
Tabela 2 - Tabela comparativa de valores de ferro por 100g de melado de acordo com diferentes fontes bibliográficas	19
Tabela 3. Recomendações de ingestão de ferro - Necessidade média estimada (EAR), Ingestão Dietética Recomendada (RDA) e limite superior tolerável de ingestão (UL).....	26

Capítulo 5

Tabela 1. Composição centesimal e teor de minerais de melados e teor de ferro de caldos de cana de Santa Catarina.	54
Tabela 2. Teor de ferro (mg/100g), tipo de tacho e ferro do rótulo de amostras de melado produzidas em Santa Catarina, agrupadas por municípios.	56
Tabela 3. Comparação do melado do presente estudo com outros alimentos.	58
Tabela 4. Polifenóis totais e capacidade antioxidante de melados de Santa Catarina.	59
Tabela 5. Comparação do teor médio de polifenóis totais do melado do presente estudo com outros alimentos/produtos de origem vegetal.	62

SUMÁRIO

Capítulo 1. INTRODUÇÃO	13
Capítulo 2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Melado.....	16
2.1.1 Cana-de-açúcar.....	19
2.1.2 Produção de melado	21
2.2 Ferro.....	23
2.2.1 Ferro dietético	24
2.2.2 Biodisponibilidade de ferro	27
2.2.3 Deficiência de ferro no organismo.....	32
2.2.4 Migração de ferro de utensílios para alimentos.....	34
2.3 Compostos fenólicos	36
2.4 Radicais livres e antioxidantes	38
Capítulo 3. OBJETIVOS	41
3.1 Objetivo geral	41
3.2 Objetivos específicos	41
Capítulo 4. MÉTODOS	42
4.1 Caracterização da produção de caldo de cana e melado	42
4.2 Coleta e preparo das amostras de caldo de cana e melado	43
4.3 Análise química das amostras.....	43
4.3.1 Composição centesimal	43
4.3.2 Ferro, cálcio e cobre.....	44
4.3.3 Compostos fenólicos	44
4.3.4 Capacidade antioxidante	45
4.4 Consulta sobre o conhecimento e consumo do melado.....	46
4.5 Análise estatística	46
Capítulo 5. ARTIGO ORIGINAL: Composição físico-química, capacidade antioxidante e aspectos da produção de melados de Santa Catarina, Brasil	47
Capítulo 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICES	87
APÊNDICE I – Roteiro de visita aos produtores de melado: caracterização da produção	88

APÊNDICE II – Questionário sobre o conhecimento e o consumo do melado pela população

.....

□

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

O melado é um subproduto da cana-de-açúcar usualmente obtido a partir da evaporação do caldo da cana (ANVISA, 2005). É um alimento doce, de cor escura, com textura semelhante a do mel, podendo ser utilizado de diversas maneiras na alimentação humana (Bayma, 1978; Pinto & Coelho, 1983; SEBRAE, 2004).

A partir do melado, são fabricados a rapadura e o açúcar mascavo. Estes produtos, pelo seu modo de fabricação, preservam os nutrientes da cana, podendo ser considerados superiores a outros adoçantes por apresentarem, além do elevado teor de açúcares, vitaminas e minerais (Valmorbida, Zarpellon & Braga, 1993; Almeida, 2002). Dentre os minerais, o ferro é o que se destaca, conferindo ao melado um status popular de produto antianêmico (Pinto & Coelho, 1983), sem que haja comprovação científica de que seu uso regular pode contribuir para a prevenção ou combate da anemia ferropriva.

As tabelas de composição de alimentos, muito utilizadas para estimar as quantidades de nutrientes das dietas de diferentes populações, realmente mostram que o melado contém ferro (Franco, 1999; USDA, 2001; TACO, 2006), embora em quantidades variáveis.

Sabe-se que apenas o conhecimento do teor de determinado nutriente não é suficiente para garantir que o mesmo será absorvido e utilizado pelo organismo, ou seja, é fundamental conhecer a biodisponibilidade e os fatores que a influenciam (Lynch, 1997; Hallberg, Hulthen & Garby, 1998). No caso do ferro, é necessário saber qual é o tipo (heme ou não heme), a quantidade e se existem outros nutrientes ou compostos que podem prejudicar ou beneficiar a sua utilização no trato gastrintestinal (Sandstrom, 2001; Miret, Simpson & McKie, 2003).

Alimentos de origem animal e vegetal contêm ferro predominantemente na forma heme e não heme, respectivamente. Porém, o ferro também pode ser adicionado na forma de sais para fortificar os alimentos, ou estar como um contaminante inorgânico (Lynch, 1997). Um exemplo comum, mas pouco considerado da contaminação por ferro, é o uso de utensílios culinários de ferro ou aço inoxidável. Durante a cocção nestes utensílios, ocorre a migração do ferro

destes para o alimento. Essa liberação do metal, que ocorre em maior magnitude nas panelas de ferro, contribui para um aumento significativo do conteúdo deste mineral dos alimentos e preparações (Kumar *et al.*, 1994; Quintaes *et al.*, 2004).

Apesar de a palavra “contaminação” ter uma conotação negativa, esse fenômeno de liberação do metal para o alimento contribui para o aumento do aporte de ferro da dieta, o que se torna muito benéfico, uma vez que a anemia por deficiência de ferro é um problema de saúde pública mundial (OMS, 2002).

A anemia afeta indivíduos de países em desenvolvimento e desenvolvidos e a principal causa é o balanço negativo de ferro no organismo, por conta de ingestão inadequada de ferro dietético (Cook, 2005). Esta patologia traz diversos prejuízos para o organismo, dentre eles, o déficit de crescimento e desenvolvimento de crianças, partos prematuros, distúrbios de atenção, cansaço, termorregulação deficiente, entre outros (Andraca, Castillo & Walter, 1997; Brooks, 1997; Beard *et al.*, 1998; Lozoff & Wachs, 2001). Atualmente existem estratégias de combate à anemia por meio da fortificação de alimentos. Apesar disso, é também importante que se conheçam alimentos fontes de ferro, preferencialmente de ferro biodisponível, somado a baixo custo e fácil acesso pela população em geral.

Além da anemia ferropriva, outras doenças têm sido associadas à má alimentação, como é o caso do diabetes, obesidade, cardiopatias e alguns tipos de câncer. Em vista disso, há uma preocupação em consumir alimentos com potencial para reduzir o risco do aparecimento dessas patologias.

Evidências epidemiológicas têm demonstrado que muitos alimentos possuem nutrientes e componentes com atividade antioxidante que podem modular os processos oxidativos no organismo e impedir o desenvolvimento de doenças (Sacalbert & Williamson, 2000). Os polifenóis são metabólitos presentes nos vegetais e muitos apresentam atividade antioxidante (Shahidi, 2004). Existem milhares de compostos fenólicos distribuídos nas plantas, com características diferentes. Alguns estão presentes em todo reino vegetal, enquanto outros são específicos de determinada espécie. Estes compostos também são responsáveis por algumas características organolépticas naturais dos alimentos, tais como cor, aroma, adstringência e estabilidade oxidativa (Peleg, Bodine & Noble, 1998; Shahidi, 2004).

Assim como as frutas, verduras, vinho e chás, a cana e seus derivados também contêm compostos fenólicos. A cana-de-açúcar possui ácidos fenólicos, polifenóis e flavonóides e esses compostos já foram encontrados em produtos como

melado, melaço e açúcar mascavo (Godshall & Roberts, 1982; McGhie, 1993; Takara *et al.*, 2003; Colombo, Lanças & Yariwake, 2006).

Com base no exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar as características nutricionais de melados de Santa Catarina, com ênfase na investigação do teor de ferro. Além disso, pretende-se observar se existe atividade antioxidante nestes melados.

Capítulo 2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Melado

O melado é definido pela ANVISA (2005) como “Produto obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ou a partir da rapadura derretida”. Deve ser produzido com matérias-primas não fermentadas, isentas de matéria terrosa, parasitos e detritos de origem vegetal ou animal; também é proibida a adição de aditivos químicos, tais como corantes, essências, conservantes e edulcorantes (ANVISA, 1978). É importante destacar que melado é diferente de melaço, pois este constitui um produto obtido como resíduo da fabricação do açúcar cristalizado, do melado ou da refinação do açúcar bruto. No Brasil, o melaço é normalmente destinado à alimentação animal ou é fermentado e destilado para produção de álcool (Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração do Estado da Bahia, 1999).

Alguns derivados da cana-de-açúcar, como a rapadura, o açúcar mascavo e o melado, são considerados alimentos puros, por serem produzidos sem aditivos químicos. Além disso, preservam os nutrientes da cana, apresentando valor nutricional superior ao açúcar refinado, o qual se caracteriza apenas pelo seu poder adoçante e energético (Valmorbida, Zarpellon & Braga, 1993; Almeida, 2002). A tabela abaixo apresenta a comparação da composição nutricional do melado e do açúcar refinado.

Tabela 1. Composição nutricional do açúcar refinado e do melado, por 100g dos produtos.

Nutriente	Açúcar refinado	Melado
Energia (kcal)	387	296
Carboidrato (g)	99,5	76,6
Proteína (g)	Tr	0
Lipídeo (g)	Tr	0
Fibra (g)	0	0
Cálcio (mg)	4	102

Continuação Tabela 1. Composição nutricional do açúcar refinado e do melado, por 100g dos produtos.

Nutriente	Açúcar refinado	Melado
Ferro (mg)	0,1	5,4
Magnésio (mg)	1	115
Manganês (mg)	-	2,62
Fósforo (mg)	Tr	74
Potássio (mg)	6	395

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, 2006.

O melado é um produto de boa aceitação pelos consumidores e pode ser consumido de diversas maneiras. Em alguns estados do Nordeste, é utilizado em uma mistura com queijo ralado ou farinha; em Minas Gerais, é apreciado quando consumido com angu de fubá de milho; em outros locais do país, é consumido puro, com biscoitos, bolos, com inhame ou mandioca (Bayma, 1978; Pinto & Coelho, 1983; SEBRAE, 2004).

Em algumas regiões do Brasil, o melado é conhecido e indicado como fonte de ferro, sendo considerado um produto antianêmico (Pinto & Coelho, 1983). No entanto, não são encontrados estudos científicos que respaldem essa crença, apesar de ser de fato um produto que contém ferro, conforme mostram as tabelas de composição de alimentos. Na busca por informações sobre o melado, não se encontram artigos em revistas científicas indexadas, mas apenas em materiais não científicos e manuais de processamento da cana-de-açúcar e seus derivados, nos quais o assunto não é tratado com enfoque nutricional. Os exemplos abaixo demonstram a forte cultura popular sobre o ferro do melado e seu potencial para o tratamento da anemia ferropriva, divulgada em *sites* não científicos da internet:

“O melado de cana em sua forma original é um líquido escuro, um produto integral natural extraído da cana de açúcar. É um alimento energético e que serve como remédio pra muitas situações decorrentes de desequilíbrio da composição química do sangue.” (<http://www.saudedoser.com.br>)

“Sua composição de rico valor nutritivo, contém ferro que ajuda na prevenção e combate da anemia, contém ainda vitaminas e sais minerais. Ajuda a suprir as suas necessidades diárias, devendo ser consumido antes ou depois de qualquer desgaste físico ou mental.” (<http://www.maxway.com.br>)

“O melado é um alimento derivado da cana, altamente nutritivo e energético. Uso Medicinal: anemia, prisão de ventre.”

(<http://www.livrodereceitas.com/diversos/alimentos/melado.htm>)

“O melado de cana e a rapadura são muito ricos em ferro e excelentes para combater os diversos tipos de anemia.”

(<http://www.oquebragelho.com.br/medicinaalternativa/frutasehortalicas1/anemia.htm>)

“Tomar duas vezes por dia um copo de suco de laranja adoçado com melado de cana. O tratamento deve durar 15 dias. Eliminei a anemia sem tomar o medicamento por 15 dias... comprovado com exame de sangue...” Fórum sobre anemia na gestação. (<http://www.e-familynet.com/phpbb/anemia--vt181955.html>)

“Iguarias tipicamente nordestinas, como o melado de cana, a rapadura e o açúcar mascavo, também são importantes no combate à anemia.”

(<http://www.hportugues.com.br/saude/fique/plonearticle.2006-10-23.5573526653>)

“O açúcar mascavo e o melado são ricos em ferro e ajudam a prevenir a anemia fisiológica dos 6 meses de vida.” (<http://www.libertar.com.br/nutricao.html>)

“O melado é um dos alimentos que mais contém ferro na natureza.”

(<http://www.sdnil.com/Alimentos%20que%20curam.htm>)

“Em casos de anemia, têm-se provado que o melado é curativo.”

(<http://www.ceunossasenhoradaconceicao.com.br/saude/vinagre.asp>)

“Melado de cana de açúcar é riquíssimo em ferro, portanto, é fundamental consumir de 1 a 2 colheres de chá do melado diariamente. Ou adoçando um suco, por exemplo, ou chás, ou puro mesmo”

(<http://dietaja.uol.com.br/Edicoes/128/artigo35789-1.asp>)

“Rica fonte de vitaminas, notadamente as do grupo B, assim como de cálcio, fósforo, ferro e outros minerais, o melado nunca deveria faltar à nossa mesa. Graças ao seu conteúdo em ferro, o melado é um poderoso antianêmico, quando tomado em conjunto com a vitamina B12, que se encontra abundantemente no levedo de cerveja, no ovo, no leite, nos cereais integrais.”

(<http://voreniti.blogspot.com/2007/08/melado.html>)

Embora as tabelas de composição de alimentos demonstrem que o melado contém ferro, o teor desse mineral varia de acordo com a fonte bibliográfica, como mostra a tabela abaixo. Isto pode ocorrer, pois sabe-se que a composição dos alimentos varia muito conforme o local onde a matéria-prima é produzida, as condições e a qualidade da mesma e o tipo de processamento. No caso do melado,

seu teor de nutrientes pode variar de acordo com as características da cana-de-açúcar utilizada, local de cultivo da mesma, variedade, condições de cultivo e também como é feita a produção, desde a extração do caldo até concentração final, quando o melado é obtido.

Tabela 2. Tabela comparativa de valores de ferro por 100g de melado de acordo com diferentes fontes bibliográficas.

Fonte	Ferro por 100g
USDA, 2001	4,7mg
TACO, 2006	5,4mg
Hands, 2000	8,8mg
Franco, 1999	22,3mg

Além de se conhecer a quantidade de ferro de um alimento é necessário saber também se o ferro presente é biodisponível. Portanto, são necessários estudos com o melado, por este conter ferro e por ser um alimento artesanal, nutritivo, de baixo custo, produzido em Santa Catarina e em outros estados, mas ainda pouco estudado. Informações sobre o ferro e os demais nutrientes do melado poderiam auxiliar na recomendação do mesmo para crianças, vegetarianos, indivíduos de baixa renda e aqueles que buscam uma alimentação mais saudável e natural.

2.1.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta alimentícia, perene, pertencente à família das gramíneas ou poáceas. São conhecidas seis espécies de *Saccharum*: *S. officinarum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. edule*, *S. spontaneum* e *S. robustum*, as quais tiveram origem na região leste da Indonésia e Nova Guiné (Daniels & Roach, 1987). A cultura da cana-de-açúcar ocorre predominantemente em regiões de clima tropical e subtropical, dentro de uma latitude de 35º ao norte e ao sul da linha do equador. No Brasil, a espécie mais plantada é a *Saccharum officinarum*, por apresentar baixo conteúdo de fibras e alto teor de sacarose.

A cana-de-açúcar é uma planta que apresenta mecanismos fisiológicos próprios para a síntese de sacarose devido à sua capacidade de produzi-la a partir

dos açúcares simples (Taupier & Rodriguez, 1999). A parte agrícola de interesse da cana é o colmo, no qual a sacarose é acumulada no período de maturação.

A cultura da cana-de-açúcar, a qual possui grande importância econômica para o Brasil, pode ser realizada em pequenas propriedades de regiões de clima quente, de forma rústica e fácil de cultivar, constituindo uma matéria-prima de grande utilização para consumo humano, animal e como combustível.

No Brasil, a cana é cultivada em mais de 5 milhões de hectares, o que a torna um produto especialmente importante, empregado na produção de açúcar, álcool, aguardente e ainda utilizada na alimentação de bovinos. O país é líder mundial em área plantada, na produção de açúcar, na exportação e na utilização da cana como energia líquida renovável – álcool – sendo ainda o único a utilizar este subproduto como combustível para veículos. Além de contribuir com a diminuição da poluição por combustíveis fósseis, a cadeia produtiva da cana-de-açúcar e seus subprodutos constitui uma importante fonte de renda para várias comunidades interioranas brasileiras.

São Paulo é o maior produtor de cana, com cerca de 3,1 milhões de hectares plantados, seguido dos estados do Paraná, Alagoas, Minas Gerais e Pernambuco (Crispim, 2006). Em Santa Catarina, as plantações de cana-de-açúcar ocupam aproximadamente 500.000 hectares. A produção catarinense é realizada principalmente em pequenas propriedades rurais e grande parte está sendo destinada à produção de derivados da cana-de-açúcar como melado, açúcar mascavo, rapadura e cachaça (Crispim, Contessi & Vieira, 2000).

Além destes produtos, a cana-de-açúcar é também destinada para o comércio de “alimentos de rua”, pela venda do seu caldo. O caldo de cana ou garapa é uma bebida energética, não alcoólica muito apreciada no Brasil, por suas características refrescantes e seu sabor doce. Esta bebida caracteriza-se por um líquido viscoso, opaco, de coloração que varia de parda a verde escura. Uma das alterações mais importantes no caldo de cana é o escurecimento que ocorre logo após sua extração, o qual está relacionado com a formação de melanoidinas, provenientes da reação de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos presentes na cana, contribuindo para a formação de coloração marrom no caldo (Delgado & César, 1977; Bucheli & Robinson, 1994; Qudsieh, 2002).

A composição do caldo é variável em função das características da cana utilizada, mas de maneira geral, preserva todos os nutrientes e compostos presentes

na planta, entre os quais pode-se citar os minerais (3% a 5%) como ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo e magnésio, as vitaminas do complexo B e vitamina C, a água, cuja composição varia entre 65% e 75%, a sacarose, correspondendo a 70% a 91% do total de sólidos solúveis, a clorofila e os compostos fenólicos (IBGE, 1999; Fava, 2004).

Além dos componentes presentes no caldo, a cana-de-açúcar contém ainda glicose (2% a 4%), frutose (2% a 4%), proteínas (0,5% a 0,6%), amido (0,001% a 0,05%), ceras e ácidos graxos (0,05% a 0,015%) e pigmentos (3% a 5%). A composição físico-química da cana está relacionada a vários fatores, tais como as características genéticas da variedade, as condições de clima e solo, a idade e sanidade da cana e o planejamento agrícola (Delgado & Cesar, 1977).

2.1.2 Produção de melado

Para a produção do melado, a cana pode ser cortada até uma semana antes do dia da fabricação, pois o caldo com maior acidez previne a cristalização da sacarose. A cana colhida deve ser mantida em local onde não receba sol ou chuva, para não haver perdas, resultando em menor rendimento e dificuldades de obtenção do ponto do melado (Valmorbida, Zarpellon & Braga, 1993).

Após a colheita, os colmos da cana devem passar por um processo de limpeza, a fim de se eliminar as sujidades, como barro, palha e ceras. A ponta e as folhas da cana também devem ser aparadas, pois estas contêm substâncias amargas (enzimas), maior acidez, fibras, água e menor teor de açúcar, o que confere ao produto final um sabor menos agradável (Gobato et al., 2002; Bragança, 2007).

Para obtenção do caldo, os colmos devem ser esmagados em uma moenda bem ajustada para possibilitar um melhor rendimento, em uma base de 500 litros de caldo para uma tonelada de cana-de-açúcar (SEBRAE, 2004). O caldo extraído deve ser peneirado para a retirada das impurezas grosseiras (bagacilhos). O caldo peneirado então é aquecido até a temperatura de 70° C, adicionando-se de 0,4 a 0,75g de ácido cítrico por litro de caldo para evitar a cristalização da sacarose. Em seguida, o caldo é colocado em repouso por 30 minutos para que ocorra a decantação das impurezas, sendo que neste momento pode-se adicionar 0,2 a 0,4g de cal por litro de caldo, a fim de melhorar a sua purificação.

Após este processo, o caldo é colocado em tachos de ferro ou cobre para ser aquecido em fornalhas de tijolo. Antes do início da fervura, outras impurezas que emergem do caldo devem ser removidas com o auxílio de uma escumadeira. Esta etapa é fundamental para a obtenção de um produto final de qualidade, de coloração adequada e livre de impurezas no fundo da embalagem. Com a evaporação da água do caldo, o volume diminui e o caldo vai ficando mais concentrado. Desta forma, deve-se trabalhar o produto com uma pá apropriada, mexendo até atingir o ponto, evitando que o melado queime. Quando o caldo engrossa, para de subir no tacho e forma um xarope denso e viscoso, obtém-se o ponto de melado. Outra maneira de determinar o ponto do melado é utilizando um refratômetro, de modo que o ponto é atingido quando o caldo concentrado apresentar de 65 a 74º Brix, ou seja, uma concentração de 650 a 740g de sólidos solúveis por quilograma de melado. O melado então deve ser resfriado à temperatura próxima de 90º C e envasado em frascos de vidro ou plástico, com fechamento hermético. Um melado de qualidade não deve apresentar cristais, nem fermentação.

O fluxograma da produção do melado é demonstrado na figura abaixo (SEBRAE, 2004).

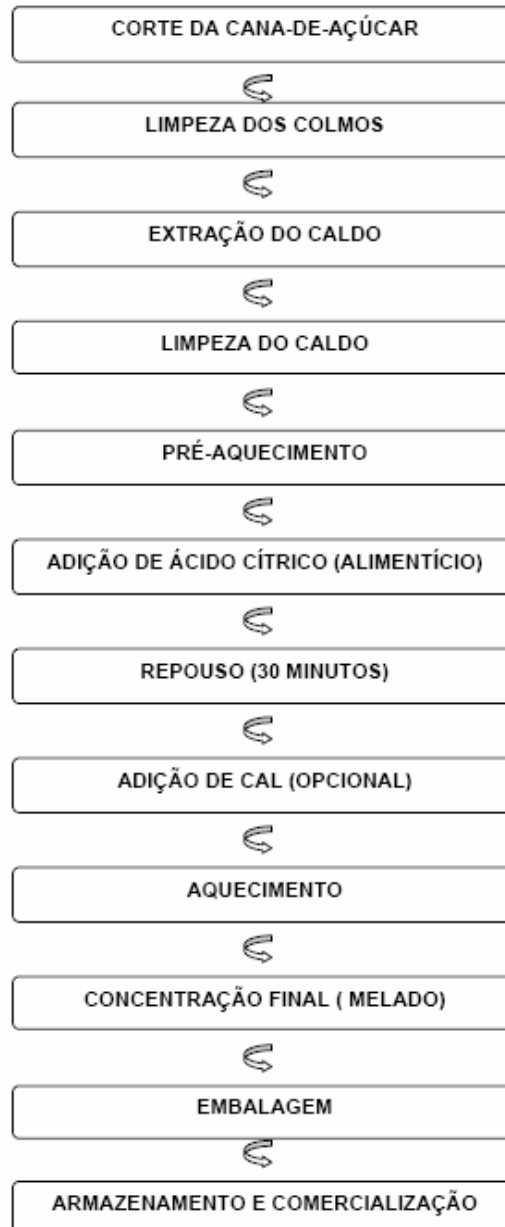


Figura 1. Fluxograma de produção do melado

2.2 Ferro

O ferro (Fe) é o elemento químico de número atômico 26, pertencente à família dos metais de transição da tabela periódica. É o quarto elemento mais abundante da superfície terrestre, onde se encontra nas formas de isótopos estáveis (^{54}Fe , ^{57}Fe , ^{58}Fe e ^{56}Fe) e isótopos radioativos (^{55}Fe e ^{59}Fe) (Fairweather-Tait, 2001) e, após o alumínio, é o metal mais encontrado. É um mineral presente naturalmente no solo, na água e em diversos alimentos em estados de valência que variam de -2

a +6 (Fernández, 1978; Dallman, 1990). Sob o ponto de vista biológico, as formas relevantes de ferro são a férrica, oxidada (Fe^{3+}) e a ferrosa, reduzida (Fe^{2+}).

O ferro é um mineral essencial para o metabolismo das células vivas, por desempenhar um importante papel no transporte de oxigênio, metabolismo oxidativo, proliferação celular e vários outros processos fisiológicos (Sharp & Srai, 2007). Em um homem adulto há cerca 4g de ferro, mas este valor varia de acordo com o sexo, idade, peso, tipo de alimentação, concentração de hemoglobina e estoques corporais do metal, de maneira que mulheres apresentam quantidades menores, de cerca de 2,2g (Beard, 1997; Fairbanks, 1999).

O ferro no organismo encontra-se tanto na forma orgânica, quanto inorgânica, sendo que 70% do total é utilizado para exercer funções fisiológicas (hemoglobina, mioglobina, enzimas), enquanto que 30% do ferro é armazenado (ferritina e hemossiderina) (Korokolvas & Burckhalter, 1988; Yip, 2002).

Diariamente, um adulto saudável perde cerca de 1mg de ferro, através da descamação das células epidérmicas e epiteliais do trato gastrintestinal, suor, degradação de heme biliar, micro sangramento fisiológico intestinal e, no caso das mulheres, perdas sanguíneas menstruais (Conrad & Umbreit, 2002; FAO/OMS, 2002). Em situações de deficiência do mineral, as perdas diminuem cerca de 0,5mg/dia, enquanto que em casos de sobrecarga de ferro no organismo e estoques elevados, a excreção aumenta, não excedendo 4mg/dia (Finch, 1994; Bothwell, 1995). As perdas diárias de ferro devem ser compensadas pela ingestão dietética para não haver déficit do mineral e uma conseqüente deficiência.

2.2.1 Ferro dietético

O ferro está presente em diversos alimentos, nos quais pode ser encontrado sob duas formas, hemínica (orgânica) e não hemínica (inorgânica). Alimentos de origem animal, como carnes e vísceras, contêm ferro heme, ferritina e hemossiderina, enquanto que ovos e leite apresentam ferro não heme, na forma de lactoferrina e ovotransferrina. Nas dietas onívoras de países ocidentais, o ferro heme contribui com apenas 5 a 15% do total de ferro, porém é melhor absorvido e pode-se dizer que praticamente não sofre influência de outros componentes da dieta (Lee & Herbert, 1998).

O ferro não-heme, predominantemente na forma de Fe^{3+} , pode ser encontrado em alimentos de origem vegetal, nos quais faz parte de metaloproteínas, ferritina e outros componentes estruturais das plantas (Lynch, 1997; Santana *et al.*, 1998). O ferro não-heme representa de 85 a 95% do total de ferro da dieta (Lee & Herbert, 1998; Umbreit *et al.*, 1998). A absorção deste tipo de ferro se dá apenas na forma ferrosa e é influenciada por outros componentes alimentares que podem aumentá-la ou reduzi-la.

Após a ingestão de um alimento ou refeição contendo ferro, este mineral chega à câmara gástrica, sendo exposto ao ácido clorídrico e outras secreções gástricas que auxiliam a sua digestão, solubilizando-o e desnaturando proteínas ligadas ao mesmo (Andrews, 2000; Hagar, Theil & Vichinsky, 2002).

Dois transportadores presentes na borda dos enterócitos são responsáveis por permitir a absorção do ferro heme e não-heme, por meio de dois mecanismos distintos. O ferro heme, no pH gástrico, é solubilizado sem sofrer alterações na sua molécula. No duodeno, o transportador HCP-1 (heme carrier protein 1) permite a entrada da molécula de heme aos enterócitos de maneira que a sua estrutura chega intacta ao interior da célula. Uma vez presente no citoplasma do enterócito, o ferro heme sofre ação da enzima heme-oxigenase, a qual libera os íons Fe^{2+} do anel tetrapirrólico (Conrad & Umbreit, 2002; Miret, Simpson & McKie, 2003; Shayeghi *et al.*, 2005).

A absorção do ferro não-heme requer a redução do íon férrico para íon ferroso. A redução do metal ocorre por ação do ácido clorídrico, de outros componentes alimentares e também por ação da enzima Dcytb (duodenal cytochrome b), presente na mucosa intestinal. O ferro não-heme, na forma Fe^{2+} , pode então ser absorvido através do transportador para metais divalentes, DMT-1 (McKie *et al.*, 2001; Miret, Simpson & McKie, 2003; Fleming & Bacon, 2005).

Uma vez no interior da célula, os íons Fe^{2+} provenientes da absorção de todas as formas de ferro dietético formam um *pool* comum de ferro, que pode ser armazenado, utilizado em processos metabólicos ou transportado pela circulação (Conrad & Umbreit, 2002; Miret, Simpson & McKie, 2003). Neste caso, a passagem do ferro para a circulação sanguínea é feita através da membrana basolateral mediante a ação de uma proteína transportadora chamada ferroportina. Para ser transportado, o ferro deve primeiramente ser reoxidado a Fe^{3+} , por meio da ação das proteínas dependentes de cobre, hefestina e ceruloplasmina, que possuem

ferroxidases. O ferro liberado é captado pela apotransferrina, formando a transferrina e então pode ser transportado aos tecidos através do plasma (Miret, Simpson & McKie, 2003; Fleming & Bacon, 2005).

As recomendações de ingestão de ferro têm como objetivo a manutenção de um estado nutricional adequado do mineral no organismo, com o qual seja possível manter as funções fisiológicas. A necessidade de ferro é dependente de dois fatores: depósitos corporais do mineral e a biodisponibilidade do ferro da dieta. Desta forma, varia de acordo com o sexo, a faixa etária e certas condições especiais, como gestação e lactação. Os estoques corporais de ferro, especificamente a concentração de ferritina, irão determinar e regular a necessidade de absorção do ferro dietético. Já a biodisponibilidade do ferro refere-se à composição da dieta e ao tipo de ferro presente, que pode ser mais ou menos bem absorvido e utilizado pelo organismo (Amancio, 2006). A tabela abaixo apresenta as recomendações para ingestão de ferro de acordo com gênero, idade e condições específicas.

Tabela 3. Recomendações de ingestão de ferro - Necessidade média estimada (EAR), Ingestão Dietética Recomendada (RDA) e limite superior tolerável de ingestão(UL).

Estágio da Vida	AI/EAR (mg/d)	RDA (mg/d)	UL (mg/d)
Recém – nascidos e crianças			
0 – 6 meses	0,27	-	40,0
7 a 12 meses	6,9	11,0	40,0
1 a 3 anos	3,0	7,0	40,0
4 a 8 anos	4,1	10,0	40,0
Meninos			
9 a 13 anos	5,9	8,0	40,0
14 a 18 anos	7,7	11,0	45,0
Meninas			
9 a 13 anos	5,7	8,0	40,0
14 a 18 anos	7,9	15,0	45
Homens			
19 a 70 anos	6,0	8,0	45,0

Continuação Tabela 3. Recomendações de ingestão de ferro - Necessidade média estimada (EAR), Ingestão Dietética Recomendada (RDA) e limite superior tolerável de ingestão(UL).

Estágio da Vida	AI/EAR (mg/d)	RDA (mg/d)	UL (mg/d)
Mulheres			
19 a 30 anos	8,1	18,0	45,0
31 a 50 anos	8,1	18,0	45,0
51 a 70 anos	5,0	8,0	45,0
> 70 anos	5,0	8,0	45,0
Gravidez			
< 18 anos	23,0	27,0	45,0
19 a 50 anos	22,0	27,0	45,0
Lactação			
< 18 anos	7,0	10,0	45,0
19 a 50 anos	6,5	9,0	45,0

Fonte: IOM, 2001.

As fontes alimentares com maiores densidades de ferro (mg/kg) são: ostras, fígado, leguminosas, carnes e espinafre (Cozzolino & Henriques, 2007). No Brasil, considera-se fonte de ferro o alimento que contenha mais que 15% da RDA de ferro para cada 100g de alimento comestível, para um valor de RDA de 15mg/dia (Colli, 2006). Vale ressaltar que somente a quantidade de ferro não garante que ele será biodisponível, como será visto a seguir.

2.2.2 Biodisponibilidade de ferro

O termo biodisponibilidade pode ser definido como “fração de qualquer nutriente ingerido que tem o potencial para suprir demandas fisiológicas em tecidos alvos” (Conferência Internacional de Biodisponibilidade em Wageningen, Holanda 1997). Em se tratando especificamente do ferro, a biodisponibilidade pode ser descrita como a eficiência com a qual o ferro obtido da dieta é utilizado biologicamente (Wienk, Marx & Beynen, 1999). De outra maneira, pode-se dizer que a quantidade de ferro biodisponível está relacionada à medida da fração de ferro alimentar capaz de ser absorvida pelo trato gastrointestinal, armazenada e incorporada ao ferro heme (Consaul & Lee, 1983).

A quantidade de ferro em um alimento não indica a quantidade biodisponível, porque a biodisponibilidade depende de fatores importantes, tais como o tipo (heme ou não-heme) e a quantidade de ferro presente no alimento, a

combinação do ferro com outros componentes da dieta, o estado nutricional do indivíduo em relação ao ferro e outras características fisiológicas (processos infecciosos e inflamatórios, hipóxia, anemia hemolítica, etc) que possam modificar a mobilização de ferro dos tecidos e a absorção do mesmo (Lynch, 1997; Hallberg, Hulthen & Garby, 1998). Sabe-se que a biodisponibilidade de ferro está aumentada em indivíduos que apresentam maiores necessidades do mineral, como é o caso dos lactentes, crianças, adolescentes e mulheres, principalmente as gestantes (Contran, Kumar & Robbins, 1996).

Apesar de o ferro não-heme constituir de 90 a 95% do ferro total da dieta, sua biodisponibilidade varia de menos de 1 a 20%, devido à influência de outros componentes que podem interferir na sua solubilização e absorção (Sandstrom, 2001; Miret, Simpson & McKie, 2003). Já o ferro heme apresenta maior biodisponibilidade, de 20 a 30%, por ser pouco suscetível a outros componentes alimentares, manter-se solúvel nas vias gastrintestinais e ser facilmente absorvido (Hallberg *et al.*, 1979; Cook, 1983). Existem, portanto, fatores que podem aumentar ou diminuir a biodisponibilidade do ferro da dieta, principalmente o ferro não-heme e, desta forma, apenas o conhecimento do teor de ferro do alimento ou dieta pode não garantir um suporte adequado para suprir as demandas fisiológicas do mineral. Dentre os compostos que aumentam a biodisponibilidade do ferro, pode-se citar o ácido ascórbico, as proteínas de carnes e peixes, a vitamina A e os beta-carotenos e os açúcares, como será descrito a seguir.

Vários ácidos orgânicos podem aumentar a biodisponibilidade do ferro, devido à capacidade que estes compostos têm de reduzir ferro de Fe^{3+} a Fe^{2+} e mantê-lo solúvel no alto pH intestinal (Teucher, Olivares & Cori, 2004). O ácido ascórbico é o mais conhecido agente redutor e quelante do ferro, por mantê-lo solúvel e disponível para ser absorvido. Este efeito do ácido ascórbico sobre ferro é verificado quando o mesmo está na sua forma natural, em frutas e vegetais e também quando é adicionado em alimentos industrializados. Alguns estudos sugerem que o efeito do ácido ascórbico é mais evidente em alimentos que apresentam alto conteúdo de agentes que se ligam ao ferro e inibem a sua absorção, como é o caso dos fitatos (Hallberg, Brune & Rossander, 1986).

Outros ácidos orgânicos como o ácido málico, o ácido cítrico e o ácido tartárico também ajudam a promover a absorção do ferro (Siegenberg *et al.*, 1991; Lynch, 1997). Em um estudo de Shah *et al.* (2003), no qual crianças ingeriram sucos

de laranja ou maçã marcados com ^{58}Fe e ^{59}Fe , foi verificado que a absorção de ferro foi semelhante nos dois grupos, o que pode ser atribuído aos efeitos dos ácidos ascórbico e málico presentes na laranja e na maçã, respectivamente.

A vitamina A e os beta-carotenos são componentes alimentares que também parecem aumentar a absorção de ferro. Diversos estudos têm demonstrado que a vitamina A exerce importante influência sobre as condições hematológicas e de ferro do organismo, inclusive na absorção do mineral. O mecanismo pelo qual a vitamina A e os beta-carotenos atuam é semelhante ao do ácido ascórbico; estes nutrientes aumentam a solubilidade do ferro não-heme e formam um complexo solúvel com o mesmo, protegendo-o da ação de agentes inibitórios presentes na dieta, como é o caso dos fitatos e dos polifenóis (Lynch, 1997; Garcia-Casal *et al.*, 1998; Garcia-Casal, Leets & Layrisse, 2000).

Outro agente promotor da biodisponibilidade do ferro não-heme é a carne. As proteínas animais, com exceção da caseína do leite e a albumina do ovo, produzem um aumento na absorção do ferro não-heme. A este efeito dá-se o nome de “fator carne” e o mesmo está relacionado aos aminoácidos ricos em histidina e em ligações sulfidrilas da proteína ingerida. Estas ligações promovem a solubilização do Fe^{2+} e ajudam a reduzir o Fe^{3+} (Mulvihill *et al.*, 1998). Em estudos *in vitro*, foi verificado que a cisteína, aminoácido sulfurado, aumenta a absorção do ferro não-heme (Baech *et al.*, 2003). As proteínas animais parecem também contribuir para o aumento da biodisponibilidade do ferro heme, evitando a degradação do anel de protoporfirina e participando do mecanismo de captação da heme pelo enterócito (Gaitán *et al.*, 2006).

Os carboidratos apresentam a capacidade de interferir na biodisponibilidade de alguns minerais. Carboidratos simples e complexos podem atuar positiva ou negativamente, dependendo do mineral em questão e de outros fatores. Foi verificado que a frutose, que é considerada um açúcar redutor, parece aumentar a absorção do ferro, através de sua ação redutora e quelante (Charley *et al.*, 1963; O'Dell, 1993; Lynch, 1997).

Em relação aos componentes que diminuem a biodisponibilidade do ferro, os mais conhecidos são: fitatos, compostos fenólicos, alguns minerais como o cálcio, o zinco e cobre e algumas proteínas de origem vegetal e animal.

Apesar de cereais e leguminosas serem considerados ricos em ferro não-heme, estes alimentos apresentam também elevadas quantidades de fitatos, que

são potentes inibidores da biodisponibilidade do mineral (Hurrell, 2003). O fitato ou ácido fítico representa uma classe de compostos orgânicos que estão naturalmente presentes nas plantas, sementes, raízes, grãos e tubérculos, em concentrações diversas (Harland & Oberleas, 1986).

O ácido fítico (hexafosfato de mioinositol) é formado a partir de um álcool cíclico (mio-inositol) por esterificação dos grupos hidroxilas com grupos fosfatos. Nos alimentos, os fitatos podem estar também como pentafofato (IP5), tetrafofato (IP4), trifosfato (IP3), difosfato (IP2) e monofosfato (IP1) de mioinositol, porém somente nas formas de hexafosfato e pentafofato de mioinositol que estes compostos têm efeito negativo sobre a biodisponibilidade de minerais. Isto ocorre, pois os fitatos nos alimentos encontram-se carregados negativamente, o que os confere potencial para formarem complexos com moléculas carregadas positivamente, como proteínas e cátions (Cheryan, 1980), como é o caso do ferro. Uma vez que o complexo insolúvel é formado, o ferro torna-se indisponível para absorção (Reddy *et al.*, 1996; Sandberg *et al.*, 1999).

Outro grupo de compostos que pode interferir negativamente na biodisponibilidade do ferro é o dos polifenóis. Deste grupo fazem parte os flavonóides, ácidos fenólicos, cumarinas e seus produtos de polimerização (Manach *et al.*, 2004). Estes compostos pertencem a uma classe de metabólitos secundários naturalmente presentes em muitos vegetais e apresentam um anel aromático ligado a uma ou mais hidroxilas. Estes grupos hidroxila formam complexos com a molécula de ferro, inibindo sua absorção (Lynch, 1997). Dentre os polifenóis, o tanino é o mais potente inibidor da absorção do ferro e está presente em muitos alimentos, tais como feijões, ervilhas, alguns cereais, folhosos verde-escuros, café, chás, cidra, vinho tinto e chocolate (Clifford & Scalbert, 2000; Santos-Buelga & Scalbert, 2000). O efeito negativo do tanino sobre o ferro pode ser minimizado pela administração de ácido ascórbico na mesma refeição (Siegenberg *et al.*, 1991). Apesar do efeito negativo sobre a biodisponibilidade de ferro, os compostos fenólicos têm sido estudados pelo seu potencial antioxidante relacionado à prevenção de várias doenças (Scalbert & Williamson, 2000).

Muitos minerais presentes na dieta podem interferir na biodisponibilidade do ferro. No entanto, a interação entre o cálcio e o ferro apresenta uma importância particular, pois além de diminuir a biodisponibilidade do ferro não-heme, o cálcio é o único componente alimentar que pode afetar também a biodisponibilidade de ferro

heme (Lynch, 1997; Gaitán *et al.*, 2006). O cálcio tem este efeito negativo tanto na forma de sais inorgânicos adicionados, quanto na sua forma natural nos produtos lácteos e outros alimentos, mas o grau de inibição depende da quantidade dos dois minerais e da composição total da dieta. De acordo com Hallberg *et al.* (1991), quantidades de cálcio menores que 40mg não possuem efeito sobre o ferro, enquanto que se forem maiores que 300mg, podem reduzir a absorção de ferro em até 50%. O cálcio também compete pelo transportador DMT-1 para ser absorvido, o que explica a inibição sobre a absorção do ferro não-heme. Sobre o ferro heme, alguns autores sugerem que a biodisponibilidade do mineral diminui quando é administrado em solução, junto com o cálcio, mas em refeições completas, o mesmo efeito não é percebido (Hallberg *et al.*, 1993; Grinder-Pedersen *et al.*, 2004). No entanto, em um estudo realizado por Gleerup *et al.* (1995), a absorção de ferro heme de uma refeição com hambúrguer foi afetada pelo cálcio.

Além do cálcio, outros minerais parecem estar implicados na diminuição da biodisponibilidade do ferro, como é o caso do zinco. O zinco também compete com o ferro pelo transportador DMT-1, o que leva a diminuição da biodisponibilidade dos dois minerais. No entanto, existem evidências de que o zinco interfere na absorção do ferro somente quando são ingeridos em solução, em relações molares de Zn:Fe maiores do que 5:1, ou seja, quando a concentração de zinco é mais elevada que a de ferro. Em refeições mistas, na presença de outros componentes e nutrientes, o mesmo efeito não é observado (Sharp, 2004; Arredondo *et al.*, 2006).

O cobre é um mineral que também compete com o ferro não-heme pelo transportador DMT-1, podendo diminuir a sua biodisponibilidade (Arredondo & Nunez, 2005). Entretanto, apesar deste efeito negativo, o cobre atua no metabolismo do ferro como um fator antianêmico, por ser essencial ao funcionamento das proteínas hefestina e ceruloplasmina, que estão envolvidas na oxidação do ferro para que este possa ser transportado aos tecidos (Sharp, 2004).

Quanto às proteínas, sabe-se que alguns peptídeos resultantes da digestão das mesmas podem reduzir a biodisponibilidade do ferro. Estas proteínas podem ser de origem animal e vegetal. A caseína, proteína encontrada no leite, possui fosfopeptídeos que formam complexos insolúveis com o ferro, impedindo sua absorção. Da mesma maneira atua a fosvitina, fosfoproteína da gema do ovo e a albumina, proteína da clara (Monsen, 1988). Das proteínas de origem vegetal, a 7S conglucina, derivada da proteína da soja, é a mais conhecida por afetar a

biodisponibilidade do ferro, por ter um efeito inibitório semelhante ao dos fitatos (Derman *et al.*, 1987; Hurrell *et al.*, 1992; Lynch *et al.*, 1994).

2.2.3 Deficiência de ferro no organismo

A deficiência de ferro é um distúrbio nutricional que afeta cerca de 30% da população mundial tanto de países desenvolvidos, quanto dos em desenvolvimento, o que equivale a cerca de 2 bilhões de pessoas (OMS, 2002). Os determinantes de uma ingestão adequada de ferro são a quantidade do mesmo, a proporção de ferro heme e não-heme, a presença de inibidores e ativadores da absorção, o estado nutricional e as características fisiológicas do indivíduo (Layrisse & Garcia-Casal, 1997). Em muitos países em desenvolvimento, estima-se que uma a cada duas gestantes e um a cada três pré-escolares estão anêmicos (OMS, 2007).

A anemia pode ser definida como baixas concentrações de hemoglobina no sangue, o que pode ser causado devido a vários fatores, tais como doenças que podem levar a perdas sanguíneas ou prejudicar a produção de hemoglobina, perdas sanguíneas menstruais e ingestão inadequada de ferro dietético (Biesalski & Erhardt, 2007). Este último fator representa a principal causa da anemia, de modo que quando as demandas fisiológicas de ferro não são atendidas pela dieta, o ferro é mobilizado dos estoques até que estes sejam esgotados, causando uma deficiência do mineral; neste caso, a síntese de hemoglobina é diminuída, resultando em anemia (Cook, 2005).

Em países onde o consumo de carne é baixo, mais de 90% das mulheres apresentam anemia durante a gravidez (Allen *et al.*, 2006). No Brasil, pesquisas têm mostrado um aumento na prevalência de anemia ao longo dos anos, sobretudo nas classes econômicas menos favorecidas (Batista & Rissin, 2003), sendo que alguns estudos de base populacional indicam uma prevalência que varia de 30 a 60%, de acordo com a região (Monteiro & Szarfarc, 1987; Neuman *et al.*, 2000; Assis *et al.*, 2000; Monteiro, Szarfarc & Mondini, 2000; Osório *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2002; Lima *et al.*, 2004; Assunção *et al.*, 2007).

Os grupos mais afetados pela deficiência de ferro são as crianças, devido a maiores requerimentos necessários ao crescimento, e as mulheres em idade fértil, por conta das perdas menstruais e dos períodos de gestação. O aumento das

demandas de ferro nestes grupos muitas vezes não é suprido pela dieta habitual, a qual fornece uma baixa quantidade de ferro biodisponível (Olivares *et al.*, 1999).

No caso das crianças, durante os primeiros quatro a seis meses de vida, a necessidade de ferro é suprida pelas suas reservas corporais e pelo leite materno, que apesar de apresentar um baixo conteúdo de ferro, este é altamente biodisponível. A partir dos seis meses, as reservas corporais estão depletadas, então a alimentação complementar deve ser introduzida para suprir os requerimentos de ferro da criança. Muitas vezes, aliado à depleção dos estoques de ferro do organismo, está o consumo de leite de vaca e outros alimentos pobres em ferro biodisponível e isto aumenta a situação de risco desse grupo (Taylor *et al.*, 1990). Crianças prematuras são ainda mais suscetíveis a desenvolver anemia, pois ao nascimento apresentam menores estoques de ferro do que crianças nascidas a termo. A susceptibilidade também é grande em crianças que recebem aleitamento artificial no lugar do leite materno, a menos que as fórmulas sejam fortificadas com ferro (Stekel *et al.*, 1986).

Durante a adolescência, o risco para deficiência de ferro se deve ao rápido crescimento e desenvolvimento corporal, que vem acompanhado da síntese de várias moléculas que contêm ferro na sua estrutura, principalmente a hemoglobina. Para adolescentes do sexo feminino, o risco aumenta, sendo necessário maior aporte de ferro dietético para compensar as perdas pela menstruação (Dallman, 1990; Yip, 2002). O mesmo é válido para mulheres adultas em idade reprodutiva, apesar de que com a utilização de contraceptivos orais, as perdas de sangue podem diminuir significativamente. Por outro lado, o uso de dispositivos intra-uterinos pode elevar as perdas de sangue em até 50%, aumentando conseqüentemente, as perdas de ferro (Dallman, 1990).

Durante o período de gestação ocorre um aumento dos requerimentos de ferro, para compensar o crescimento da placenta e do feto e o sangramento do parto, sendo necessários 450mg de ferro para cobrir a demanda imposta pela expansão da massa eritrocitária materna (Dallman, 1990; Hallberg, 1992; Yip, 2002).

Normalmente, quando a ingestão de ferro não é suficiente para suprir os requerimentos do organismo, pode ocorrer deficiência de ferro, que acontece em três etapas de desenvolvimento: depleção das reservas de ferro (deficiência latente) caracterizada por diminuição da ferritina sérica; eritropoiese deficiente, que compromete o aporte de ferro aos tecidos, aumentando os receptores de transferrina

séricos (RTf); e, no estágio mais avançado da deficiência de ferro, no qual o balanço negativo persiste, instala-se o quadro de anemia (Dallman, 1993; Olivares, 1997; Olivares & Walter, 2003).

A deficiência de ferro no organismo desencadeia importantes transtornos funcionais, pelo fato de que o ferro é um mineral essencial a vários processos bioquímicos e fisiológicos. As principais conseqüências atribuídas à deficiência de ferro são: a diminuição da capacidade para trabalhos físicos e exercício prolongado (Li *et al.*, 1994; Hunt *et al.*, 1994); alterações no metabolismo, secreção e utilizações de hormônios da tireóide, levando a problemas na regulação da temperatura corporal (Beard, Tobin & Green, 1989; Beard *et al.*, 1998); prejuízos no desenvolvimento psicomotor de crianças (Lozoff, Brittenham & Wolf, 1987; Andraca, Castillo & Walter, 1997); diminuição da imunidade (Scrimshaw & SanGiovanni, 1997); aumento da absorção de outros metais, sendo alguns deles tóxicos (Goyer, 1995); falha na mobilização da vitamina A hepática; alterações funcionais e histológicas no tubo digestivo; e em gestantes, existe maior risco de partos prematuros e mortalidade perinatal (Walter *et al.*, 1997; Allen, 2000; Haas & Brownlie, 2001; Beard, 2001; Lozoff & Wachs, 2001).

2.2.4 Migração de ferro de utensílios para alimentos

Apesar de existir diversos alimentos que contêm ferro, ao se estimar a quantidade do metal ingerida por uma população, utilizam-se apenas as tabelas de composição de alimentos, desconsiderando-se a possível contribuição de ferro dos utensílios culinários (Quintaes, 2005). Diversos estudos mostram que a cocção em panelas de ferro e aço inox aumenta significativamente o conteúdo de ferro do alimento, fato que pode contribuir para a prevenção e tratamento da anemia ferropriva (Martinez & Vannucchi, 1986; Park & Brittin, 1997; Quintaes *et al.*, 2003).

Há muitos anos atrás, nos países em desenvolvimento, existia o hábito de se utilizar panelas de ferro. No entanto, a partir da segunda metade do século XX, estas panelas de peso elevado e cor escura foram sendo substituídas pelas de alumínio, mais baratas e leves. De acordo com Martinez & Vannucchi (1986), esta mudança pode ter ajudado a contribuir para o aumento da incidência de anemia, pois mesmo antes da comprovação científica da eficácia destes utensílios, já havia

evidências de que poderiam atuar como coadjuvantes no tratamento da deficiência de ferro no organismo.

As panelas de ferro liberam quantidades expressivas do mineral ao alimento devido a um processo de erosão microscópica da área superficial do utensílio, sendo que a frequência e o tempo de uso não impedem que o ferro continue sendo liberado. Já foi observado que um utensílio novo libera menos ferro do que aquele utilizado várias vezes, portanto a liberação de ferro não cessa e somente tende a aumentar (Cheng & Brittin, 1991). No entanto, existem alguns fatores que influenciam a migração do metal, como o tempo de contato, a acidez e a quantidade de água do alimento ou preparação. Quanto maiores forem o tempo de cocção, a acidez e o teor de umidade do alimento, maior será a liberação de ferro. Kröger-Ohlsen *et al.* (2002) em um estudo com soluções de farinha de milho ajustadas para pH ácido ou básico, cozidas em panela de ferro, verificaram que o teor de ferro aumentou de 2 a 9 vezes quando o pH era reduzido. Em um estudo com simulantes de alimentos, de Quintaes *et al.* (2004), foi observado que a solução de ácido acético provocou uma maior liberação de ferro da panela, quando comparada com a solução de ácido láctico. Ocorre também um acréscimo expressivo de ferro ao alimento, quando este é armazenado nesses utensílios de ferro.

Já está bem evidenciada a contribuição destes utensílios para a quantidade de ferro dos alimentos e preparações culinárias. Porém, em algumas situações o uso pode ser contra-indicado. Dependendo das características físico-químicas do alimento, o ferro desprendido do utensílio pode causar um aspecto indesejado, em termos de cor e sabor, deixando o alimento menos atrativo e palatável (Quintaes, Haj-Isa & Morgano, 2005). É também desaconselhável o uso de utensílios de ferro por indivíduos com alterações no metabolismo do ferro, como a hemocromatose (Bothwell, 1995). Além disso, a migração excessiva de ferro para o alimento pode resultar em efeitos colaterais no trato digestório, tais quais os causados pelo uso do sulfato ferroso.

As panelas de ferro fundido utilizadas atualmente são compostas por uma combinação de ferro com outros metais, como manganês, zinco, carbono e silício (AFIBA). Os utensílios de aço inoxidável também contêm ferro (50 a 88%) na sua composição, combinado com cromo (11 a 30%) e níquel (0 a 31%) (Quintaes, 2000). É notável o fato de que os utensílios de aço inoxidável estão ganhando espaço no mercado no lugar dos utensílios de alumínio, por sua durabilidade, resistência e

segurança no uso, uma vez que o acúmulo de alumínio no organismo pode trazer prejuízos para a saúde. Além dessas vantagens, também constituem uma maneira de contribuição de ferro para a dieta.

Estudos têm demonstrado que o aço inox é uma boa fonte de ferro para a alimentação por meio da cocção de alimentos, por liberar quantidades significativas de ferro, embora de forma menos intensa que as panelas de ferro fundido (Kuligowski & Halperin, 1992; Kumar *et al.*, 1994). Uma pesquisa realizada por Park & Brittin (1997) demonstrou que o teor de ferro de 10 alimentos foi significativamente superior quando preparados em utensílios de aço inox, em relação aos mesmos preparados em utensílio de vidro. Entretanto, no estudo de Quintaes e colaboradores (2004), foi constatado que a partir da segunda utilização, o utensílio de aço inox apresenta uma tendência a diminuir sua liberação de ferro, ao contrário do que acontece nos utensílios de ferro.

Várias pesquisas *in vivo* e *in vitro* já foram realizadas objetivando investigar a biodisponibilidade do ferro oriundo de utensílios culinários. Foi verificado que o ferro migrante apresenta biodisponibilidade semelhante a do ferro não heme (Martinez & Vannucchi, 1986; Adish *et al.*, 1999; Trumbo *et al.*, 2001; Quintaes, 2004). Desta forma, o ferro dos utensílios estará sujeito às condições do trato digestório e aos demais nutrientes e compostos da dieta, que podem aumentar ou diminuir a biodisponibilidade do ferro dietético.

A literatura técnica sobre o melado menciona que para a produção do mesmo, utiliza-se tacho de cobre ou ferro (SEBRAE, 2004) e, portanto, poderia haver a migração de ferro para o produto.

2.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos têm recebido crescente interesse desde a última década por diversas razões, sendo a principal delas a relação entre o consumo de alimentos e bebidas ricas nesses compostos e a prevenção de doenças (Scalbert & Williamson, 2000).

Os compostos fenólicos estão distribuídos no reino vegetal, originados do metabolismo secundário das plantas em situações de defesa, sendo fundamentais para seu crescimento e reprodução (Shahidi, 2004). Estão presentes na forma livre ou ligados a proteínas e açúcares (Bravo, 1998), somando aproximadamente 5 mil

fenóis, dos quais destacam-se os flavonóides, ácidos fenólicos, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (Shahidi, 1995). A molécula do composto fenólico varia de acordo com a espécie ou mesmo com o órgão ou tecido específico da planta, mas de maneira geral, é formada por um anel aromático e um ou mais grupos hidroxila, incluindo seus derivados funcionais (ésteres, metilesteres, glicosídeos, etc).

Nos alimentos, os fenólicos conferem cor, aroma, adstringência e estabilidade oxidativa. Os fenólicos mais frequentemente encontrados são o ácido cafeico e o ácido ferúlico. Frutas e bebidas como o chá e o vinho tinto constituem as maiores fontes de polifenóis da dieta. A maioria dos alimentos apresenta uma mistura de polifenóis, mas certos compostos estão presentes em praticamente todos os alimentos, como é o caso da quercetina, enquanto que outros são específicos, tais como as flavanonas de frutas cítricas e as isoflavonas da soja (Manach *et al.*, 2004).

Vários fatores podem influenciar o conteúdo de compostos fenólicos dos alimentos e estes fatores incluem: tempo de colheita, fatores ambientais, armazenamento e processamento. Em relação aos fatores ambientais e de colheita, sabe-se que os compostos fenólicos sofrem influência das condições agrônômicas e climáticas (tipo de solo, exposição ao sol, quantidade de chuva, tipo de cultura, grau de maturação da planta) (Macheix, Fleuriet & Billot, 1990). De modo geral, os ácidos fenólicos sofrem um decréscimo com a maturação, enquanto que os níveis de antocianinas aumentam. O estresse sofrido pela planta também influencia os níveis de compostos fenólicos e isto está relacionado ao tipo de cultura, convencional ou orgânica, de maneira que o cultivo orgânico parece causar um aumento no teor desses compostos, pois a planta sofre ação de predadores e desenvolve de defesa própria (Asami *et al.*, 2003).

O modo de armazenamento pode causar perdas pela oxidação dos polifenóis, alterando as características sensoriais dos alimentos, como é o caso do escurecimento das frutas. O processamento dos alimentos também pode reduzir o teor de polifenóis, quando, por exemplo, a casca das frutas e legumes é retirada (Manach *et al.*, 2004). Nesses alimentos, a maior quantidade de polifenóis está normalmente presente na parte mais externa, junto da casca. A cocção também pode reduzir os polifenóis, como acontece com o tomate e a cebola, que perdem parte considerável do seu conteúdo de quercitina aos serem cozidos em água por 15 minutos (-70 a 80%), cozidos sob microondas (-60%) ou fritos (-30%) (Crozier *et al.*,

1997). Batatas perdem quantidades consideráveis de ácido clorogênico durante o cozimento e, após uma fritura, seu valor de ácidos fenólicos é praticamente nulo (Clifford, 2000).

Os compostos fenólicos são agentes redutores e, em conjunto com outros componentes da dieta, podem proteger os tecidos corporais contra os danos causados pelos radicais livres nos lipídeos, proteínas e no DNA (Birch *et al.*, 2001; Yildirim, Mavi & Kara, 2002). Conhecidos por seu poder antioxidante, os fenólicos estão associados à prevenção de patologias como câncer, doenças cardiovasculares, inflamações e outras (Scalbert & Williamson, 2000). Compostos como o resveratrol, a quercetina, o ácido cafeico e os flavonóis demonstram potencial para prevenir o desenvolvimento de cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele (Pimentel, Francki & Gollücke, 2005).

Assim como as frutas, verduras e alimentos/bebidas à base de vegetais, a cana-de-açúcar também é uma fonte natural de compostos bioativos, incluindo os compostos fenólicos (Payet, Sing & Smadja, 2006). Esta afirmação decorre de estudos já realizados com a cana e seus derivados, como o caldo de cana (Duarte-Almeida *et al.*, 2006; Kadam *et al.*, 2007), melão (Takara *et al.*, 2007; Guimarães *et al.*, 2007), açúcar mascavo (Payet, Sing & Smadja, 2005) e outros, nos quais foram encontrados diversos polifenóis.

2.4 Radicais livres e antioxidantes

Existem moléculas, orgânicas e inorgânicas e átomos que apresentam um ou mais elétrons desemparelhados livres. As moléculas e átomos que apresentam esta configuração são extremamente reativas, instáveis, possuem meia-vida curta e são normalmente chamados de radicais livres (Halliwell, 1994).

Radicais como o superóxido (O_2), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidroxil (OH^{\cdot}) podem danificar vários alvos celulares. Isso ocorre, pois estas espécies reativas de oxigênio (EROs) promovem uma oxidação prejudicial de diversos compostos orgânicos, como lipídeos, carboidratos e proteínas. A oxidação do DNA pode levar a mutações e carcinogênese; já a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) tem sido relacionada ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Rahman & Adcock, 2006).

A formação de radicais livres é um processo natural nos seres humanos por meio da ação catalítica de enzimas nos processos celulares (Antolovich *et al.*, 2002). Além disso, existem enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, glutationala peroxidase, glutationala redutase, glutationala tranferase, catalase) atuando na remoção ou impedimento da formação destes radicais. No entanto, fatores exógenos como radiações gama e ultravioleta, cigarro, medicamentos, poluentes atmosféricos, má alimentação e outros também podem desencadear a formação de radicais livres. Quando o aumento dos radicais livres no organismo não é acompanhado pelo aumento de compostos antioxidantes, ocorre um processo chamado estresse oxidativo (Dávalos, Gomez-Cordovés & Bartolomé, 2004).

A principal consequência do estresse oxidativo é a peroxidação lipídica, a qual pode desencadear inúmeros prejuízos metabólicos, estando relacionada à etiologia de muitas doenças: diabetes, aterosclerose, artrite, catarata, cânceres, doenças neurodegenerativas, efisema e outras. Além disso, o estresse oxidativo está associado à aceleração do processo de envelhecimento (Halliwell & Gutteridge, 2000; Hermes-Lima, 2004).

No combate às espécies reativas não existe apenas a defesa antioxidante das enzimas; antioxidantes naturais e sintéticos podem ser fornecidos pela alimentação e por medicamentos, reagindo com os radicais livres e inibindo sua ação danosa no organismo. Os antioxidantes são definidos como quaisquer substâncias que, quando presentes em baixas concentrações, comparadas as de um agente oxidante, são capazes de prevenir a oxidação do substrato (Halliwell & Gutteridge, 2000). Além disso, os antioxidantes podem eliminar precursores de radicais, quelar metais e aumentar os níveis de antioxidantes endógenos (Pimentel, Francki & Boiago, 2005).

Dentre os compostos antioxidantes fornecidos pelos alimentos, estão o ácido ascórbico, a vitamina E, os carotenóides e os compostos fenólicos. Dietas contendo frutas, verduras, óleos, cereais, chás, condimentos e outras fontes de antioxidantes podem proteger o organismo contra o estresse oxidativo e o aparecimento de doenças (Diplock, 1995; Araújo, 2004). Em vista disso, vários estudos têm sido realizados para determinar a atividade antioxidante de alimentos.

Estudos já demonstraram que o extrato da cana-de-açúcar pode apresentar vários efeitos biológicos, incluindo imunoestimulação (Lo *et al.*, 2005), atividade anti-trombose (Molina *et al.*, 2000), atividade antiinflamatória (Ledon *et al.*,

2003), atividade antioxidante (Nakasone *et al.*, 1996; Takara *et al.*, 2002) e efeitos antiestresse (Brekhman *et al.*, 1978).

A capacidade antioxidante total tem sido usada como parâmetro para identificar alimentos ricos em compostos antioxidantes, que possam trazer benefícios para a saúde (Phillips *et al.*, 2009). Várias metodologias são utilizadas para determinar a capacidade antioxidante total, dentre as quais pode-se citar o método FRAP (ferric-reducing ability of plasma) (Benzie & Strain, 1996), baseado na capacidade de redução do ferro, método ORAC (oxygen radical absorbance capacity) (Cao & Prior, 1999), método ABTS (2,2 - azinobis 3 - etilbenzotiazolina - 6 - sulfonato) (Re *et al.*, 1999) e o método DPPH (2,2 - difenil - 1 - picril-hidrazil), em que ocorre a redução do radical DPPH na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1995). Este último tem sido considerado um dos métodos mais representativos para a avaliação da capacidade antioxidante total de alimentos (Genovese *et al.*, 2008).

Capítulo 3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar características nutricionais com ênfase no ferro, compostos fenólicos e capacidade antioxidante de melados produzidos em Santa Catarina.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a produção de melado de diferentes produtores do estado;
- Determinar a composição centesimal dos melados;
- Determinar o teor de ferro de caldos de cana e melados;
- Determinar o teor de cálcio e cobre dos melados;
- Determinar o teor de compostos fenólicos dos melados;
- Determinar a capacidade antioxidante dos melados;
- Verificar o conhecimento e o consumo do melado por uma população.

Capítulo 4. MÉTODOS

4.1 Caracterização da produção de melado

Inicialmente, foram selecionados três locais de produção de melado no estado de Santa Catarina (Benedito Novo, Santa Rosa de Lima e Antônio Carlos), nos quais foi feita a caracterização da produção e de onde as amostras foram coletadas. Foram também colhidas informações referentes à cana-de-açúcar, aos utensílios utilizados e às etapas de produção e ao melado. Uma planilha foi elaborada para este procedimento (Apêndice I). Foi feito também um registro fotográfico do local, mediante autorização do produtor (Figuras 2, 3 e 4).

Além dos melados dos locais visitados, foram adquiridas amostras de diferentes cidades de Santa Catarina, a fim de se investigar a variação nos teores de ferro. No total, foram utilizadas 13 amostras de oito municípios catarinenses.



Figura 2. Moenda e tacho utilizados para a produção de melado em Benedito Novo, Santa Catarina. (Acervo do autor)



Figura 3. Moenda, tacho, termômetro e espátula para a produção de melado em Santa Rosa de Lima, Santa Catarina. (Acervo do autor)



Figura 4. Moenda e tacho utilizados para a produção de melado em Antônio Carlos, Santa Catarina. (Acervo do autor)

4.2 Coleta e preparo das amostras de melado e caldo de cana

As amostras de caldo de cana foram coletadas em frascos de plástico desmineralizados e mantidas sob refrigeração até o momento da análise de ferro. Nos locais onde a extração do caldo era feita por moendas de ferro, a cana foi esmagada em moenda de aço inoxidável (figura 5), para que se tivesse o real teor de ferro presente no caldo. As amostras de melado também foram coletadas em frascos plásticos, mas mantidas em local fresco e seco até o momento das análises.



Figura 5. Moenda de aço inoxidável utilizada para o esmagamento da cana. (Acervo do autor)

4.3 Análise química das amostras

4.3.1 Composição centesimal

A determinação da composição centesimal das amostras de melado foi realizada em triplicata pelo Laboratório de Análises do Departamento de Ciência

Tecnologia de Alimentos (LABCAL). A análise de proteínas seguiu a metodologia descrita nos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, nº 991.20, da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). As demais determinações seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Os carboidratos totais foram obtidos pela soma dos açúcares redutores e não redutores.

4.3.2 Ferro, cálcio e cobre

A determinação dos teores de ferro e cobre das amostras de caldo de cana e de melado foi realizada em duplicata pelo Laboratório de Análises do Departamento de Ciência Tecnologia de Alimentos (LABCAL), de acordo com a metodologia da AOAC (2005). A determinação de cálcio foi baseada na Instrução Normativa nº 20 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (Brasil, 1999).

Para remover os compostos inorgânicos que pudessem contaminar as amostras de caldo e melado, os frascos dos mesmos foram previamente desmineralizados. Para isso, os mesmos foram lavados com detergente neutro e enxaguados com água deionizada, sendo em seguida, imersos em ácido nítrico a 30% por 24 horas. Após, foram lavados com água deionizada por cerca de 10 vezes (IZINCG, 2004).

4.3.4 Compostos fenólicos

A determinação do teor de compostos fenólicos totais do melado foi realizada de acordo com o método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton, Joseph & Rossi (1965), com adaptações. Esta metodologia consiste utilizar uma curva padrão de diluições conhecidas feita com ácido gálico (figura 6) para os cálculos da análise de polifenóis totais do extrato da amostra.

Para a determinação da curva, foi utilizada solução de ácido gálico (2mg/ml), solução de carbonato de sódio a 7,5% e o reagente Folin-Ciocalteu. O branco foi feito com água destilada. A leitura das diluições da curva foi feita em espectrofotômetro Spectrumlab 22PC, no comprimento de onda 765nm.

Para a determinação dos compostos fenólicos totais de cada amostra, foi retirado 1ml de cada extrato aquoso, colocado em um tubo de 25 ml coberto com papel alumínio, adicionado de 4,5ml de água destilada e 1ml do reagente Folin.

Após agitação no Vórtex e repouso por 5 minutos, foram adicionados 4ml da solução de carbonato de sódio a 7,5%. Os tubos foram novamente agitados em vórtex e colocados em repouso por 1 hora em local protegido da luz.

Os resultados foram expressos em gramas de equivalente de ácido gálico por 1g do produto (mg GAE/ g).

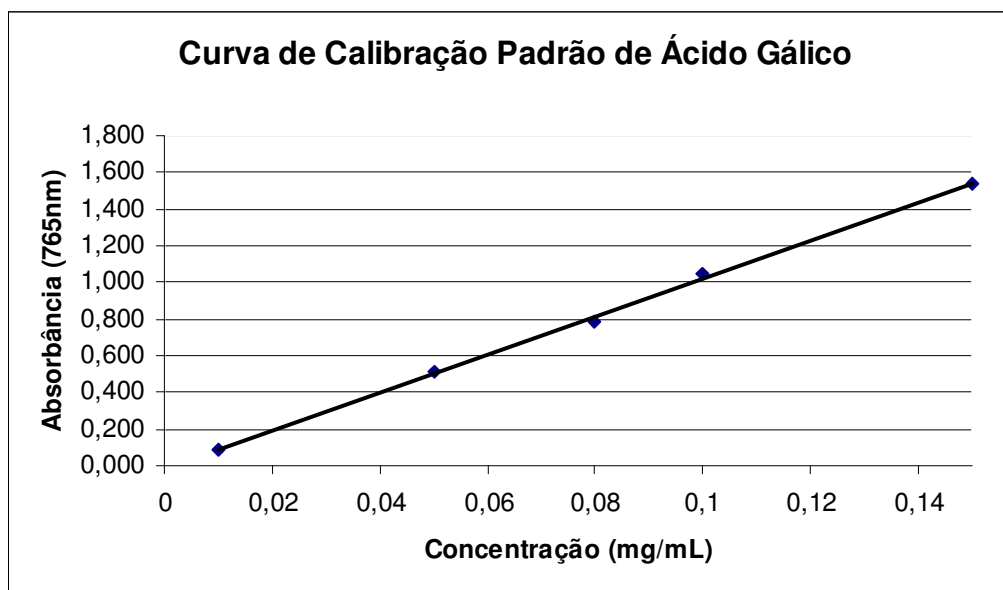


Figura 6. Curva padrão de ácido gálico utilizada para determinação de compostos fenólicos de extratos aquosos de melados de Santa Catarina.

4.3.5 Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante dos melados foi determinada pelo método que utiliza o radical livre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidrazil (DPPH), de Brand-Williams, Cuverlier e Berset (1995). Este método é baseado na captura do radical DPPH por antioxidantes, causando descoloração da solução e um decréscimo na absorbância a 515nm.

Os resultados foram obtidos pela determinação da Concentração Eficiente (EC₅₀), sendo expressos em gramas do produto por grama do radical DPPH. O EC₅₀ é o valor referente à quantidade de antioxidante necessária para reduzir em 50% a absorbância inicial do radical.

4.4 Consulta sobre o conhecimento e o consumo do melado

Foi utilizado um questionário (Apêndice II) para coleta de dados referentes à crença popular sobre o melado como alimento e fonte de ferro. Este questionário foi construído especificamente para a realização desta pesquisa e aplicado durante a 8ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão (SEPEX) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A SEPEX é o principal evento de divulgação científica em Santa Catarina e ocorre desde 2000 no campus universitário, tendo como visitantes alunos de graduação e pós-graduação, professores, crianças de várias escolas e a comunidade em geral. No ano de 2009 o pavilhão da SEPEX foi composto por estandes de diversas áreas de estudo, apresentando atividades desenvolvidas na universidade.

A coleta de dados foi feita nos dias 23 e 24 de outubro de 2009 com pessoas que visitaram o estande do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Nutrição Experimental (NEPNE) da UFSC, o qual continha informações sobre o melado. Todos os visitantes abordados receberam explicações sobre os objetivos da pesquisa e indagados se gostariam de participar da mesma. Se a resposta fosse positiva, o entrevistador preenchia o questionário com as respostas. Do total dos visitantes, 101 pessoas com idade entre 10 e 73 anos aceitaram participar da pesquisa espontaneamente.

4.5 Análise estatística

Todas as determinações foram realizadas em duplicata e os resultados foram expressos em média e desvio-padrão. Foi feita análise de variância (ANOVA) das médias, complementada com o Teste de Tukey, utilizando o programa InStat 3.0. A análise dos dados do questionário foi realizada no software Stata 9, sendo que para avaliar se houve diferenças entre as médias dos grupos utilizou-se o teste t de *Student* e para testar associações entre variáveis categóricas empregou-se o Qui-quadrado. Considerou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Capítulo 5. ARTIGO ORIGINAL

Composição química, capacidade antioxidante e aspectos da produção de melados de Santa Catarina, Brasil.

Chemical composition, antioxidant capacity and production characteristics of sugar cane syrup from Santa Catarina, Brazil.

AMANDA D'EL REI FAGUNDES, VERA LÚCIA CARDOSO GARCIA TRAMONTE

Autor para correspondência:

Profa. Dra. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte

Laboratório de Nutrição Experimental

Programa de Pós-Graduação em Nutrição

Centro de Ciências da Saúde - Universidade Federal de Santa Catarina

Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, Cep 88010-970.

Fone (048) 37219737. E-mail: velutra@yahoo.com.br

Composição química, capacidade antioxidante e aspectos da produção de melados de Santa Catarina, Brasil.

RESUMO

O melado é um alimento natural, doce e de boa aceitação pelos consumidores, mas ainda pouco estudado. Este trabalho teve como objetivo analisar as características nutricionais de melados produzidos em Santa Catarina. Para isso, foram observadas algumas características da produção, foi feita a composição centesimal, a determinação do teor de ferro, cálcio, cobre, polifenóis totais e capacidade antioxidante. Além disso, foi realizada uma entrevista sobre o conhecimento e o consumo de melado em uma amostra populacional. Foram analisadas 13 amostras de melados catarinenses, as quais são produzidas em tachos de ferro, cobre ou aço inoxidável. As amostras apresentaram em média 75,51g% de carboidratos, 0,94g% de proteínas, menos de 0,2g% de lipídeos, 0,7g% de cinzas, 19,72g% de umidade, 24,02mg% de cálcio e 1,34mg% de cobre. Foi verificado um valor médio de 0,54mg% de ferro no caldo da cana. Em 13 amostras de melado, foram encontrados em média, 3,30mg% de ferro e 2,958mg GAE/g de polifenóis totais. Quanto à capacidade antioxidante, os melados tiveram a média de $EC_{50} = 0,00014g /g DPPH$. Foi verificado que os melados de Santa Catarina contêm ferro em quantidades variáveis, que a cana também apresenta ferro na sua composição e o material dos utensílios parece não influenciar o teor de ferro dos produtos. Foi observado também um alto conteúdo de polifenóis e uma alta capacidade antioxidante. A aplicação do questionário mostrou que o melado é consumido de diversas formas por mais da metade dos entrevistados e destes, 36% fez menção ao melado ser rico em ferro ou indicado para combater a anemia ferropriva. São necessários mais estudos com melados de diferentes locais, investigando seu teor e biodisponibilidade de ferro, conteúdo de polifenóis e efeitos de sua atividade antioxidante.

Palavras-chave: melado, composição centesimal, minerais, polifenóis, capacidade antioxidante

Chemical composition, antioxidant capacity and production characteristics of sugar cane syrup from Santa Catarina, Brazil.

ABSTRACT

Sugar cane syrup is a natural food, sweet and well received by consumers, but still little studied. The aim of this study was to analyze the nutritional characteristics of sugar cane syrup produced in Santa Catarina. For this, some aspects of the production were observed, nutritional composition was determined and iron, calcium, copper, total polyphenols and antioxidant capacity were determined. In addition, an interview was conducted on the awareness and consumption of sugar cane syrup in a population sample. Thirteen samples of sugar cane syrups from Santa Catarina were analyzed, which are produced in pots of iron, copper or stainless steel. The samples had an average of 75,51g% carbohydrate, 0,94g% protein, less than 0,2g% lipids, 0,7g% ash, 19,72g% moisture, 24,02mg% calcium and 1,34mg% copper. It was observed an average of 0,54mg% of iron in the cane juice. In 13 samples of sugar cane syrup, were found on average 3.30mg% iron and 2.958mg GAE/g of total polyphenols. The antioxidant capacity, the sugar cane syrup had a mean EC50= 0.00014g/g DPPH. It was found that the sugar cane syrup from Santa Catarina contain iron in varying quantities, the cane also has iron in its composition and material of the utensils does not influence the iron content of the products. It was also observed a high content of polyphenols and a high antioxidant capacity. The application of the questionnaire showed that the sugar cane syrup is consumed in various forms for more than half of respondents and of these, 36% mentioned the sugar cane syrup as rich in iron or effective to combat anemia. Further studies are needed with sugar cane syrup from different locations, investigating its iron content and bioavailability, polyphenol content and effects of its antioxidant activity.

Keywords: sugar cane syrup, nutritional composition, minerals, polyphenols, antioxidant

INTRODUÇÃO

O melado é um subproduto da cana-de-açúcar usualmente obtido a partir da evaporação do caldo da cana (1). É um alimento doce, de cor escura, com textura semelhante a do mel, podendo ser utilizado de diversas maneiras na alimentação humana (2, 3, 4).

O processo de evaporação e concentração do caldo de cana ocorre em um tacho de ferro ou cobre, sendo vedado o uso de aditivos químicos (4, 5). Desta forma, o melado é um adoçante natural e nutritivo, pois mantém boa parte dos nutrientes da cana-de-açúcar, ao contrário do açúcar refinado, que fornece apenas energia na forma de calorias (6).

O melado é popularmente conhecido no Brasil como fonte de ferro, sendo indicado para o combate da anemia ferropriva (3). A literatura científica, no entanto, não traz dados que respaldem essa crença, pois não são encontrados estudos que investiguem o teor e a biodisponibilidade de ferro de melados produzidos em diferentes locais.

A Organização Mundial da Saúde (7) estima que 30% da população mundial apresenta deficiência de ferro, o que caracteriza um problema de saúde pública. No Brasil, pesquisas têm mostrado um aumento na prevalência de anemia ao longo dos anos, sobretudo nas classes econômicas menos favorecidas (8), sendo que alguns estudos de base populacional indicam uma prevalência que varia de 30 a 60%, de acordo com a região (9, 10, 11, 12, 13). O ferro ocorre naturalmente em diversos alimentos de origem vegetal e animal, pode ser adicionado na forma de sais para fortificação de produtos alimentícios (13), ou ainda pode estar presente como um contaminante (14). Como estudos demonstram que panelas e outros utensílios de ferro e aço inoxidável podem liberar o mineral para o meio, aumentando o teor de ferro do alimento ou preparação (15, 16), é importante observar o material dos equipamentos utilizados na produção do melado.

Desde a década de 90 tem crescido o interesse por compostos com atividade antioxidante em alimentos e bebidas. Vários estudos têm relacionado o consumo de substâncias antioxidantes com a prevenção de várias doenças, tais como cardiopatias, diabetes e câncer (17). Além dos açúcares e minerais, a cana e seus derivados são produtos que contêm ácidos fenólicos, flavonóides e outros compostos fenólicos, os quais contribuem para a atividade antioxidante da planta

(18, 19). Foi demonstrado que o extrato do caldo de cana contém vários fenóis, como flavonóides e ácidos cinâmicos (apigenina, luteolina, derivados de tricina, ácido cafeico e sináptico e derivados do ácido clorogênico) (20). Foram observados também compostos fenólicos no extrato de um produto similar à rapadura, denominado *kokuto* (21), no açúcar mascavo (22) e no melaço (23).

Com base nas evidências sobre as características nutricionais do melado, somadas à escassez de trabalhos sobre este alimento, o objetivo deste estudo foi determinar a composição centesimal, o teor de minerais com ênfase no ferro, o teor de polifenóis totais e a capacidade antioxidante de melados produzidos em Santa Catarina, bem como realizar uma consulta sobre o conhecimento e o consumo do melado e observar algumas características da sua produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta das amostras e caracterização da produção. Foram selecionados inicialmente três locais de produção em diferentes municípios de Santa Catarina, para coleta de amostras de melado e caldo, e caracterização da produção. A partir destas amostras de melado (marcas comerciais 1, 2 e 3) foi feita a composição centesimal, teores de ferro, cálcio e cobre, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. As amostras de caldo foram obtidas com uma moenda de aço inoxidável e foi analisado apenas o ferro para verificar a presença do mineral na cana. Sobre a produção, a investigação foi sobre suas etapas e o material dos equipamentos utilizados.

Outras 10 amostras de melados (marcas comerciais 4 a 13) produzidas em Santa Catarina foram obtidas em mercados para análise de ferro, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. Por meio de contato com as empresas por telefone ou e-mail, foi perguntado o tipo de tacho utilizado na produção. As 13 amostras de melado foram provenientes de 8 municípios catarinenses, coletadas entre julho e dezembro de 2009.

Composição centesimal. A análise de proteínas seguiu a metodologia descrita nos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, da Association of Official Analytical Chemists (24). As demais determinações seguiram as Normas

Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (25). Os carboidratos totais foram obtidos pela soma dos açúcares redutores e não redutores.

Análise de minerais. A determinação dos teores de ferro e cobre das amostras de caldo de cana e de melado foi realizada de acordo com a metodologia da AOAC (24). A determinação de cálcio foi baseada na Instrução Normativa nº 20 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (26).

Para remover os compostos inorgânicos que pudessem contaminar as amostras de caldo e melado, os frascos dos mesmos foram previamente desmineralizados com banho de ácido nítrico a 30%.

Compostos fenólicos totais. A determinação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton, Joseph & Rossi (27).

Capacidade antioxidante. A capacidade antioxidante dos melados foi determinada pelo método que utiliza o radical livre 2,2 – difenil – 1 – picrilhidrazil (DPPH), de Brand-Williams, Cuvelier e Berset, (28). Os resultados foram expressos em Concentração Eficiente (EC50), quantidade de antioxidante da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH.

Consulta popular sobre o conhecimento e o consumo de melado. Foi utilizado um questionário para coleta de dados referentes à crença popular sobre o melado como alimento e fonte de ferro. A coleta de dados foi feita com pessoas que visitaram o estande do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Nutrição Experimental (NEPNE) durante um evento da Universidade Federal de Santa Catarina aberto à comunidade. Todos os visitantes receberam explicações sobre os objetivos da pesquisa e foram indagados se gostariam de participar da mesma. Se a resposta fosse positiva, o entrevistador preenchia o questionário com as respostas. Do total dos visitantes, 105 pessoas aceitaram participar da pesquisa espontaneamente.

Análise estatística. Todas as determinações foram realizadas em duplicata e os resultados foram expressos em média e desvio-padrão. Foi feita análise de variância (ANOVA) das médias, complementada com o Teste de Tukey, utilizando o

programa InStat 3.0. A análise dos dados do questionário foi realizada no software Stata 9, sendo que para avaliar se houve diferenças entre as médias dos grupos utilizou-se o teste t de *Student* e para testar associações entre variáveis categóricas empregou-se o Qui-quadrado. Considerou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características da produção. A fabricação de melado nos locais visitados em Santa Catarina é caracterizada por uma produção caseira e artesanal, onde o chefe da família planta a cana em local próximo a sua casa e fabrica o melado com auxílio dos familiares. Nos três locais foi verificado o uso de moenda de ferro fundido. Em dois locais é utilizado tacho de cobre e em um, tacho de aço inoxidável (**Tabela 2**). Na literatura sobre os derivados da cana-de-açúcar consta que para a produção de melado são utilizados tachos de ferro ou cobre (4, 6). Foi observado que a cana é utilizada integralmente, exceto pelas folhas e palhas. Durante o processo, as impurezas da casca e do bagaço são retiradas com peneiras e escumadeiras. Em nenhum local são empregados quaisquer tipos de aditivos ou outras substâncias, como ácido cítrico ou cal.

Composição centesimal. Os teores de lipídeos, cinzas e umidade dos melados analisados (**Tabela 1**) estão próximos aos da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (29), que aponta, em 100g, 0g de lipídeos, 1,3g de cinzas e 21,87g umidade. Ainda, os valores de umidade e cinzas estão de acordo com os padrões estabelecidos pela ANVISA (5). A TACO mostra um valor de proteínas no melado igual a 0 (zero), enquanto que no presente estudo os valores variaram de 0,53 a 1,51g%, sendo também superiores aos teores de proteínas encontradas no mel, de 0,118 a 0,254g% (30). A tabela abaixo apresenta a composição centesimal das três amostras de marcas comerciais (MC) de melado dos locais visitados em Santa Catarina.

Tabela 1. Composição centesimal e teor de minerais de melados e teor de ferro de caldos de cana de Santa Catarina.

Análise	MC 1	MC 2	MC 3	Média
Carboidratos totais (g%)	81,97	69,76	74,81	75,51
Açúcares não redutores em sacarose (g%)	10,86 ±0,53 ^a	50,46 ±0,15 ^b	22,56 ±0,06 ^c	27,96
Açúcares redutores em glicose (g%)	71,11 ±0,16 ^a	19,3 ±0,49 ^b	52,25 ±0,05 ^c	47,55
Lipídeos (g%)	<0,2 ±0,0	<0,2 ±0,0	<0,2 ±0,0	<0,2
Proteínas (g%)	1,51 ±0,13 ^a	0,53 ±0,01 ^b	0,78 ±0,03 ^b	0,94
Cinzas (g%)	0,37 ±0,02 ^a	1,07 ±0,01 ^b	0,67 ±0,06 ^c	0,70
Umidade (g%)	16,05 ±0,35 ^a	20,82 ±0,08 ^b	22,3 ±0,63 ^b	19,72
Cálcio (mg%)	31,38 ±0,62 ^a	16,1 ±0,14 ^b	24,59 ±0,15 ^c	24,02
Cobre (mg%)	1,93 ±0,00 ^a	2,04 ±0,62 ^b	0,05 ±0,00 ^c	1,34
Ferro (mg%)	1,51 ±0,09 ^a	2,7 ±0,11 ^b	0,9 ±0,04 ^a	1,70
Caldo de Cana				
Ferro (mg%)	0,37 ±0,01 ^a	0,91 ±0,01 ^b	0,35 ±0,06 ^a	0,54

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Quanto aos açúcares, foi observada uma variação significativa nos valores. O processo de produção do melado visa deixar o caldo mais ácido, para que a sacarose seja hidrolisada em açúcares redutores e com isso não ocorra a cristalização da sacarose durante o armazenamento (31). As maneiras de se aumentar a acidez do caldo são pelo emprego de ácido cítrico ou fosfórico (4) ou pelo corte da cana uma semana antes da produção (32). As marcas comerciais 1 e 3 apresentaram proporções de açúcares não-redutores e redutores condizentes com a literatura. A marca comercial 2 apresentou um maior conteúdo de açúcares não-redutores em sacarose provavelmente porque não houve uma acidificação adequada da cana ou do caldo. Não existe lei que estabeleça os teores de açúcares redutores e não-redutores no melado, mas a quantidade de carboidratos totais das três marcas está de acordo com o padrão (mínimo 50% p/p) da ANVISA (5).

Minerais. Os valores de cálcio variaram entre 16,1 e 31,38mg% (**Tabela 1**), apresentando-se bem abaixo do que consta na tabela de composição TACO, de 102mg%. No estudo de Nogueira *et al.* (33), foi encontrado um valor médio de 36mg% de cálcio em melados produzidos no Rio de Janeiro. Borges (34) encontrou, em 100g de melado de algaroba, 125mg de cálcio. Em um estudo com méis venezuelanos, Sulbarán de Ferrer *et al.* (35) verificaram teores de cálcio entre 14,4 e 36,7mg%, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Soares dos Santos *et al.* (36) encontraram valores entre 0,1 e 15mg de cálcio por 100g de méis

da Bahia, Brasil. Stuckel & Low (37) encontraram valores entre 26,6 e 170,7mg/100mL de “maple syrup”, xarope viscoso comumente utilizado na América do Norte.

A alta quantidade de cálcio referenciada pela tabela de composição pode ser devido ao uso de óxido de cálcio (cal), produto recomendado para melhorar a purificação do melado durante a produção (4), o que poderia contribuir para o aumento do cálcio no produto. Como já dito anteriormente, os melados estudados foram produzidos apenas com o caldo da cana.

Os melados apresentaram em média, 1,34mg% de cobre (**Tabela 1**). Na tabela TACO consta um valor de 0,84mg/100g. Valores de cobre mais baixos foram encontrados também no mel, variando entre 0,03 e 0,16mg/100g (35). Em melados produzidos no Rio de Janeiro, foi encontrada uma média de 0,37mg de cobre por 100g de amostra (33). A marca comercial 2, a qual apresentou o maior valor de cobre (2,04mg%), é dentre as três, a única que utiliza tacho de aço inox para a fabricação do melado; as demais usam tacho de cobre (**Tabela 2**). Parece não haver, portanto, influência da composição do tacho sobre os níveis de cobre das amostras, sendo estes provavelmente resultado da própria composição da cana-de-açúcar. Isso é um aspecto positivo, pois o cobre, apesar de ser um mineral essencial ao organismo, em excesso pode ser tóxico (38).

Ferro. Os teores de ferro nos caldos de cana foram proporcionais aos encontrados nos respectivos melados (**Tabela 1**). A marca comercial 2, dentre as três que tiveram o caldo analisado, foi a que apresentou o maior teor de ferro no melado (2,7mg%). Apesar de esta marca utilizar tacho de aço inox, o que poderia contribuir para o aumento do teor de ferro do melado, como mostram alguns estudos (39, 40), o caldo da cana desta marca também continha o maior teor de ferro (0,91mg%).

As tabelas de composição de alimentos IBGE (41), USDA (42), TACO (29), HANDS (43) e FRANCO (44) apresentam diferentes valores de ferro no melado: 1,0mg, 4,7mg, 5,4mg, 8,8mg e 22,3mg%, respectivamente. Os valores de ferro das 13 amostras (**Tabela 2 e Figura 1**) variaram de 0,93 a 7,52mg%, tendo uma média de 3,30mg%. Melados cariocas apresentaram em média, 3,37mg de ferro por 100g do produto (33). Em estudos com méis, foram encontrados valores médios de 0,39mg, 0,87mg e 2,19mg/100g (36) e de 1,35mg/100g (35). No melado de Algaroba

foi verificado 14,54mg de ferro em 100g de amostra (34), valor superior aos dos melados do presente estudo.

Tabela 2. Teor de ferro (mg/100g), material do tacho e ferro do rótulo de amostras de melado produzidas em Santa Catarina, agrupadas por municípios.

Amostras	Procedência	Material do tacho	Ferro (mg%)	Ferro (mg%) do rótulo
MC 1	Benedito Novo	Cobre	1,34 ±0,09 ^a	23,3
MC 6	Benedito Novo	Cobre	1,08 ±0,05 ^c	**
MC 3	Antônio Carlos	Cobre	0,93 ±0,01 ^c	1,0
MC 7	Antônio Carlos	Cobre	3,92 ±0,02 ^g	**
MC 9	Antônio Carlos	Cobre	2,33 ±0,01 ^d	**
MC 12	Antônio Carlos	Cobre	5,22 ±0,04 ^h	22,32
MC 8	Joinville	Cobre	5,39 ±0,04 ^h	1,0
MC 11	Joinville	Cobre	4,17 ±0,05 ^l	1,0
MC 2	Santa Rosa de Lima	Aço inox	2,73 ±0,11 ^m	10,0
MC 4	Luís Alves	Cobre	2,43 ±0,02 ^d	9,15
MC 5	Treze Tílias	*	7,52 ±0,08 ^e	22,3
MC 10	Mondaí	Ferro	3,02 ±0,02 ^j	**
MC 13	Herval d'Oeste	Ferro	2,86 ±0,09 ^{m,j}	**

Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

* Não foi possível obter a informação com a empresa. ** Não consta a informação no rótulo.

Quanto ao tipo de utensílio utilizado para a fabricação do melado, foi verificado que somente dois locais usam tacho de ferro (M10 e M13). Os melados destes locais tiveram teor de ferro sem diferença significativa. Em relação às marcas 5, 7, 8, 11 e 12, os melados 10 e 13 apresentaram teor de ferro significativamente inferior, o que não era esperado. Estudos demonstram que alimentos e/ou simulantes de alimentos aumentam consideravelmente seu conteúdo de ferro quando preparados em utensílios de ferro (16, 45). No presente estudo, o material do tacho pareceu não contribuir para o teor de ferro do produto final. A variação nos teores de ferro dos melados pode ter sido em razão das características da cana utilizada e das variações no clima e no solo (46).

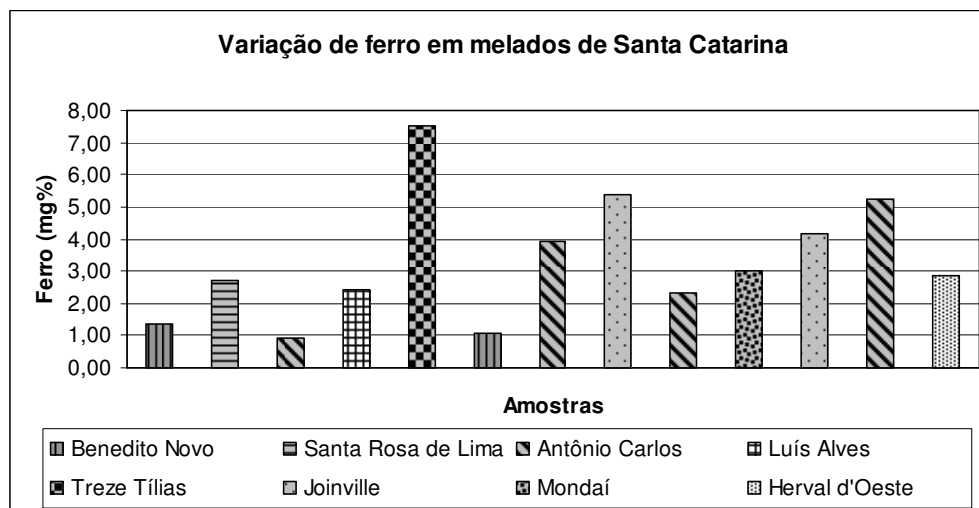


Figura 1. Variação de ferro de 13 amostras de melado de 8 municípios de Santa Catarina.

Foi observado que a maioria das marcas traz no rótulo a informação nutricional com o teor de ferro (**Tabela 2**). Porém, nota-se que os valores informados diferem dos valores analisados, tendo sido provavelmente retirados de tabelas de composição de alimentos. Em uma pesquisa comparando alimentos analisados em laboratório com as respectivas informações em tabelas de composição e *softwares*, Ribeiro *et al.* (47) verificaram que houve diferença nos dados da grande maioria dos alimentos estudados.

As tabelas de composição são instrumentos que auxiliam no conhecimento sobre o valor nutricional dos alimentos, mas deve-se ter cautela ao estabelecer determinado valor a um produto (47). Diferentes tabelas muitas vezes divergem sobre a informação de um mesmo alimento e podem não refletir as características de um alimento de determinado local (48). Segundo Torres *et al.* (49), é importante que se obtenham dados sobre alimentos levando-se em conta a variedade, o solo, o clima e outros aspectos específicos da produção e da região. Atualmente, com o desenvolvimento do projeto TACO (29), é possível obter informações sobre alimentos consumidos no Brasil, pois os dados desta tabela são resultados de amostras de diferentes regiões do país.

Comparando o melado do presente estudo com outros alimentos fontes de ferro (**Tabela 3**), observa-se que o melado apresenta um valor médio de ferro superior aos dos outros alimentos de origem vegetal, por 100g. Em comparação com a carne bovina, o melado também apresenta mais ferro.

Tabela 3. Comparação do melado do presente estudo com outros alimentos.

Alimento	Ferro (mg%)
Melado de Santa Catarina (média)	3,3
Feijão preto cozido*	1,5
Brócolis cozido*	0,6
Couve refogada*	0,5
Carne bovina cozida*	2,6
Ostra crua**	5,78

*TACO (29) **USDA (42)

O valor médio de ferro dos melados analisados é inferior ao da ostra, o que não acontece quando se leva em conta o valor mais elevado, de 7,52mg. No entanto, a porção estimada pela ANVISA (50) é de 20g (aproximadamente uma colher de sopa), de modo que a quantidade de ferro é reduzida em 1/5. Além disso, o ferro presente nos alimentos de origem vegetal, por ser ferro não hemínico, apresenta baixa biodisponibilidade, que pode ser afetada por outros componentes alimentares (51, 52), inclusive componentes próprios dos vegetais, como fitatos (53) e polifenóis (54).

Por outro lado, o melado tem alguns aspectos positivos em relação aos preditores da sua biodisponibilidade. O fato de ser rico em açúcares redutores é um deles (14). Açúcares, principalmente a frutose, formam complexos estáveis com o ferro e também atuam como redutores do metal, auxiliando a sua absorção e aumentando consideravelmente a biodisponibilidade, de modo semelhante ao ácido ascórbico (55, 56).

O fitato é um dos compostos inibidores da biodisponibilidade do ferro e está relacionado às fibras do alimento (57). Segundo as tabelas de composição, o melado não contém fibras alimentares e, portanto, não teria fitato.

O cálcio e o cobre são conhecidos por competir com o ferro pelo mesmo transportador do enterócito e com isso prejudicar sua absorção e biodisponibilidade (58). Apesar de as três amostras de melado analisadas apresentarem cálcio, foi em pequenas quantidades. Sabe-se que o efeito do cálcio sobre a biodisponibilidade do ferro é dose-dependente e torna-se negativa quando ingerido na forma de suplementos ou em grandes quantidades (>300mg), sem efeito quando em doses menores que 40mg (59).

Estudos sugerem que o cobre pode diminuir a biodisponibilidade do ferro por competirem pelo mesmo transportador DMT1 (60, 61). No entanto, o cobre é conhecido por ser um fator antianêmico por ter uma estreita relação com o ferro no

metabolismo e ser fundamental para a hefestina e a ceruloplasmina, enzimas envolvidas na absorção e mobilização do ferro (62).

Apesar de o melado conter ferro e existir alguns fatores que indicam uma provável boa biodisponibilidade do mineral, são necessários estudos que investiguem as variações no teor de ferro de melado de outros locais e a sua biodisponibilidade.

Polifenóis totais e capacidade antioxidante. A cana e seus subprodutos, com exceção do açúcar refinado, são conhecidos por apresentar vitaminas, minerais e compostos com atividade antioxidante, como os polifenóis. A quantidade de polifenóis totais dos melados analisados variou de 1,393 a 5,963mg GAE/g, tendo em média 2,958mg GAE/g de amostra (**Tabela 4**).

Tabela 4. Polifenóis totais e capacidade antioxidante de melados de Santa Catarina.

Amostras	Polifenóis totais (mg GAE/g)	Capacidade antioxidante EC50 (g/g DPPH)
MC 1	1,785 ±0,01 ^a	0,00018 ±0,00001 ^a
MC 2	3,565 ±0,04 ^b	0,00009 ±0,00001 ^b
MC 3	5,963 ±0,12 ^c	0,00009 ±0,00001 ^{c, b}
MC 4	1,393 ±0,14 ^{a, e}	0,00023 ±0,00001 ^a
MC 5	2,132 ±0,07 ^{a, f}	0,00017 ±0,00000 ^{a, f}
MC 6	1,442 ±0,02 ^{a, e}	0,00019 ±0,00002 ^a
MC 7	2,108 ±0,06 ^{a, f}	0,00010 ±0,00000 ^{d, b}
MC 8	3,040 ±0,05 ^d	0,00007 ±0,00000 ^{e, b}
MC 9	2,142 ±0,11 ^{a, f}	0,00013 ±0,00002 ^{a, b}
MC 10	2,653 ±0,10 ^{g, d}	0,00017 ±0,00001 ^{a, f}
MC 11	5,275 ±0,31 ⁱ	0,00012 ±0,00001 ^{f, b}
MC 12	4,597 ±0,13 ^j	0,00010 ±0,00000 ^{g, b}
MC 13	2,355 ±0,09 ^{f, g}	0,00022 ±0,00004 ^a
Média	2,958	0,00014

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (p<0,05).

Segundo Sousa *et al.* (63), quanto maior o consumo do radical DPPH por uma amostra, menor será sua EC50 e maior a capacidade antioxidante. A média de EC50 dos melados foi de 0,00014 (**Tabela 4**) e pode ser considerada baixa se comparada a outros alimentos, como extrato de alho com EC50=1,03 (64), laranja com EC50= 0,18 (65), tomate com EC50= 0,49 (66) e vinhos com EC50 entre 3,1 e 6,1 (67), demonstrando que os melados apresentaram alta capacidade antioxidante.

Duarte-Almeida *et al.* (20) verificaram a presença de diversos compostos fenólicos em caldo de cana brasileiro e um conteúdo de polifenóis totais de 160mg

de equivalentes de ácido clorogênico (CAE) por litro do produto e ainda, o extrato do caldo protegeu ratos contra intoxicação por cloreto de metilmercúrio (MeHgCl) e peroxidação lipídica. Kadam *et al.* (68) encontraram flavonóides em de caldo de cana indiano e polifenóis totais com valores entre 402,3 e 664,5mg GAE/ml. Neste estudo, o extrato do caldo de cana apresentou atividade antioxidante e proteção ao DNA contra radiação.

Em um estudo com açúcares mascavos oriundos da França, Ilhas Maurício e La Réunion, Payet, Sing e Smadja (22) encontraram valores entre 108,1 e 418,1mg GAE/kg de amostra. Apesar de o açúcar mascavo ser mais concentrado do que o melado, apresentou um menor conteúdo de polifenóis totais que o melado do presente estudo. Os mesmos autores (69), em um estudo na França com derivados da cana, verificaram em caldo de cana purificado e melado, valores médios de polifenóis totais de 5,52 e 4,40mg GAE/kg, bem abaixo ao dos encontrados no presente estudo. Assim como os nutrientes e outros compostos dos vegetais, o conteúdo de polifenóis varia de acordo com o cultivar, local, solo, grau de exposição solar, tipo de cultivo e produção (70).

Compostos fenólicos com atividade antioxidante foram encontrados em extratos de melaço em um estudo de Guimarães *et al.* (71). Foram detectados os ácidos siríngico, p-hidroxibenzóico, vanílico, ferúlico e p-hidroxibenzaldeído. Os extratos apresentaram também proteção contra dano oxidativo induzido ao DNA.

Phillips, Carlsen e Blomhoff (72), analisando a capacidade antioxidante de açúcares alternativos ao açúcar branco refinado pelo método FRAP (ferric reducing ability of plasma), verificaram que o melaço apresentou alta atividade antioxidante; o maple syrup, o mel e os açúcares mascavos apresentaram atividade antioxidante intermediária e por fim, o açúcar branco e o xarope de milho mostraram uma atividade antioxidante mínima. Ranilla *et al.* (73), avaliando a possível ação anti-diabetes e anti-hipertensão *in vitro* de adoçantes comumente utilizados, também constataram que o açúcar branco e o xarope de milho não apresentaram compostos fenólicos ou atividade antioxidante. Dentre os açúcares derivados da cana, o açúcar mascavo foi o que apresentou o maior potencial anti-diabetes. O açúcar mascavo do Peru e das Ilhas Maurício tiveram o maior teor de polifenóis e a maior atividade antioxidante.

Durante o processo de refino do açúcar, são retirados os componentes não-açúcares e aqueles que conferem cor ao produto, de maneira que reste apenas

sacarose (74). Isto explica porque o açúcar branco não possui nutrientes e compostos bioativos. Da mesma maneira que se recomenda o consumo de cereais integrais ao invés dos refinados (75), aconselha-se o uso de adoçantes naturais não processados, por conterem mais nutrientes e compostos antioxidantes (72).

Além da presença dos polifenóis, as melanoidinas formadas durante o processamento do caldo de cana também podem contribuir para a atividade antioxidante do melado e outros derivados não refinados (22, 76). As melanoidinas são produtos de coloração escura formados pela condensação de açúcares e aminoácidos por uma reação não enzimática chamada reação de Maillard (77). Estudos mostram que alimentos e bebidas contendo melanoidinas podem apresentar propriedades antioxidantes, antialergênicas e antimicrobiais, oferecendo benefícios à saúde (78, 79).

Comparando o conteúdo de polifenóis totais dos melados do presente estudo (2,958mg GAE/g) com outros alimentos semelhantes, como o mel, foram encontrados valores médios inferiores. Gheldof, Wang & Engeseth (80) encontraram valores entre 61,6 e 456mg GAE/kg em méis de diferentes origens florais. Méis africanos de Burkina Faso apresentaram, em média, 74,38mg GAE/100g (81). Saxena, Gautam e Sharma (82) verificaram teores de polifenóis totais em méis indianos entre 47 e 98mg GAE/100g, valores também inferiores aos do melado. Vit *et al.* (83), encontraram valores médios de 119,74mg GAE/100g de méis da República Tcheca. Em um estudo realizado por Halvorsen *et al.* (84) com alimentos consumidos nos Estados Unidos, em um *ranking* de 50 alimentos com o maior teor de antioxidantes por 100g, o melaço ocupou a 15^a posição, logo após alimentos como cravo, orégano, gengibre, canela e chocolate. No entanto, com a classificação do teor de antioxidantes por porção estimada do alimento, o melaço ficou entre os 15 últimos alimentos da lista.

Em relação a outros alimentos e produtos de origem vegetal, o melado do presente estudo apresenta valores semelhantes ou superiores a alguns deles, como mostra a **Tabela 5**.

Tabela 5. Comparação do teor médio de polifenóis totais do melado do presente estudo com outros alimentos/produtos de origem vegetal.

Alimento	Polifenóis totais (mg GAE/100g)
Melado (presente estudo)	295,8 (139,3 - 596,3)
Laranja (71)	114,6
Banana (71)	215,7
Brócolis (71)	68,0
Geléia de morango (85)	101,4 (58,0 - 136,0)
Geléia de uva (86)	146,3 (63,4 - 235,4)
Geléia de cereja (87)	177,1 (132,9 - 199,9)
Goiabada (88)	1,13

O alto conteúdo de polifenóis totais encontrados no melado, em relação a outros alimentos deve ser pelo fato de que os componentes presentes na cana-de-açúcar são concentrados durante a produção, pela evaporação do caldo. Porém, como já dito anteriormente, a porção diária de alimentos ricos em açúcares, como é o caso do melado, é menor do que a de outros alimentos, como frutas e verduras, os quais têm recomendação de consumo de 400g/dia (89).

Embora alimentos ricos em compostos fenólicos possam trazer benefícios para a saúde pela ação antioxidante, os polifenóis também interagem com alguns minerais da dieta, prejudicando sua absorção e biodisponibilidade, como o que acontece com o ferro.

Conhecimento e consumo do melado. A média de idade dos 105 entrevistados foi de 38,3 anos de idade ($\pm 16,8$ anos), sendo que o mais jovem apresentava 10 anos e o mais idoso 73. Em relação ao sexo, a maioria dos entrevistados pertencia ao sexo feminino (65,7%). Os entrevistados apresentaram alta escolaridade, sendo que 72,3% destes possuíam o ensino superior incompleto e/ou completo, 15,2% possuíam o ensino médio completo e/ou incompleto e 12,3% tinham o ensino fundamental completo e/ou incompleto.

Os participantes foram questionados em relação ao conhecimento, hábito e maneira de consumir o melado e o que conhecem sobre este produto. Verificou-se que 95,2% dos entrevistados conheciam o melado, sendo que 62,9% possuíam o hábito de comê-lo e 32,4% conheciam, mas não o ingeriam. A maioria dos entrevistados que consumiam o melado o faziam junto com outros alimentos (77,3%), como pão, bolachas e frutas. Ainda, foi relatado o consumo do melado

puro, com farinha de mandioca, com batata ou mandioca cozida, em receitas de pão e bolo e para adoçar bebidas.

Em relação ao conhecimento sobre o melado, 36,2% dos entrevistados relataram ou fizeram alguma menção à existência de ferro ou uso do melado para anemia (**Figura 2**).

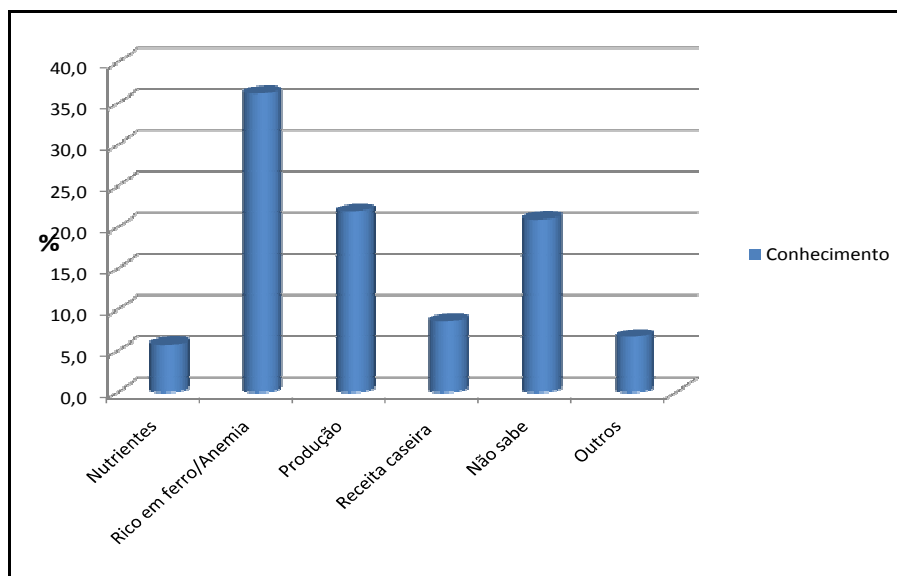


Figura 2: Conhecimento dos entrevistados sobre o melado. Florianópolis, 2009.

Observou-se que não existe diferença estatística no consumo de melado conforme a idade ($p = 0,337$), sendo a média de idade entre os que não consomem foi de 36,28 anos e dos que consomem de 39,55 anos. Já a relação entre o consumo de melado e o conhecimento sobre sua constituição (rico em ferro / bom para anemia) mostrou significância estatística ($p = 0,018$), ou seja, o consumo de melado é maior entre os entrevistados que conhecem a sua constituição quando comparados aos entrevistados que não possuem este conhecimento.

Como foi visto na população estudada, o melado é consumido por mais da metade dos entrevistados e que destes, muitos acreditam que o melado seja rico em ferro ou eficaz para o combate da anemia ferropriva. Este resultado reforça a importância de mais estudos sobre o melado, a fim de contribuir para dados na literatura científica e para o esclarecimento da população em geral sobre este produto.

Conclusões. Os resultados do presente estudo mostram que os melados catarinenses estudados são produzidos artesanalmente, sendo que a maioria dos produtores utiliza tacho de cobre. Ainda, o material do tacho pareceu não contribuir

para o teor de minerais do melado, estando este provavelmente associado à composição da cana-de-açúcar utilizada.

Os melados apresentaram composição centesimal condizente com as tabelas de composição de alimentos, além de alto conteúdo de açúcares redutores e baixas quantidades de cálcio. O conteúdo de ferro foi variável, sendo alguns elevados, quando comparados a outros alimentos de origem vegetal. Foi verificado que o valor de ferro informado pelo rótulo dos produtos não condiz com os valores encontrados nas análises, sendo necessário fornecer aos consumidores dados mais reais sobre o produto. Foram constatados teores elevados de polifenóis nos melados, acompanhados de uma alta atividade antioxidante.

O questionário aplicado mostrou que o melado é um alimento consumido de diversas maneiras, por mais da metade dos participantes do estudo e cerca de 36% dos participantes já ouviram falar ou conhecem o melado por ser fonte de ferro ou indicado para o combate à anemia ferropriva.

Para recomendar este alimento como auxiliar no tratamento e prevenção da anemia, são necessários mais estudos sobre melados de diferentes regiões, especialmente quanto ao teor e biodisponibilidade de ferro. Estudos que identifiquem os polifenóis presentes no melado e a aplicação de outras metodologias que avaliem a sua capacidade antioxidante também são importantes para um maior conhecimento sobre este produto.

LITERATURA CITADA

- (1) ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para açúcares e produtos para adoçar. Resolução RDC nº 271. **2005**.
- (2) BAYMA, C. A cana na pequena indústria: mel de engenho. Brasil Açucareiro Rio de Janeiro. **1978**, 80, 6, 11-17.
- (3) PINTO, G.L.; COELHO, D.T. Produção de melado no meio rural. Informe Técnico. Universidade Federal de Viçosa, **1983**.
- (4) SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas. Estudo Técnico das Alternativas de Aproveitamento da Cana-de-Açúcar. Belo Horizonte: Minas Gerais, **2004**.
- (5) ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Normas técnicas especiais. Resolução CNNPA nº 12. **1978**

- (6) VALMORBIDA J; ZARPELLON, I. A; BRAGA, B.P. Transformação artesanal da cana-de-açúcar. EMATER-PR, Curitiba. **1993**.
- (7) World Health Organization (WHO). World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life: overview. Geneva: WHO. **2002**.
- (8) BATISTA FILHO M, RISSIN A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. Cad Saúde Pública. **2003**, 19, 181-191.
- (9) NEUMAN, N.A; TANAKA, O.Y.; SZARFARC, S.C.; GUIMARÃES, P.R.V.; VICTORA, C.G. Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil. Rev. Saude Publica. **2000**, 34, 56-63.
- (10) MONTEIRO, C.A.; SZARFARC, S.C.; MONDINI, L. Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). Rev. Saude Publica. **2000**, 34, 62-72.
- (11) OSÓRIO, M.M.; LIRA, P.I.C.; BATISTA-FILHO, M.; ASHWORTH, A. Prevalence of anemia in children 6-59 months old in the state of Pernambuco, Brazil. Rev. Panam. Salud Publica. **2001**, 10, 101-117.
- (12) LIMA, A.C.V.M.S.; LIRA, P.I.C.; ROMANI, S.A.M., et al. Fatores determinantes dos níveis de hemoglobina em crianças aos 12 meses de vida na Zona da Mata Meridional de Pernambuco. Rev. Brás. Saude Matern. Infant. **2004**, 4, 35-43.
- (13) ASSUNÇÃO, M. C. F. Anemia em menores de seis anos: estudo de base populacional em Pelotas, RS. Rev. de Saúde Pública. **2007**, 41, 328-35.
- (14) LYNCH SR. Interaction of iron with other nutrients. Nutr Rev. **1997**, 55, 102-110.
- (15) KRÖGER-OHLSSEN, M.V.; TRÚGVASON, T.; SKIBSTED, L.H.; MICHAELSEN, K.F. Release of Iron into Foods Cooked in an Iron Pot: Effect of pH, Salt, and Organic Acids. J. Food Sci. **2002**, 67, 3301-3303.
- (16) QUINTAES K.D.; AMAYA-FARFAN, J.; TOMAZINI, F.M.; MORGANO, M.A.; MANTOVANI, D.M.B. Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para simulantes de alimentos. Ciênc. Tecnol. Aliment. **2004**, 24, 397-402.
- (17) SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. J Nutr. **2000**, 130, 2073-2085.
- (18) PATON, N.H.; DUONG, M. Sugar-cane phenolics and first expressed juice color. Inter Sugar J **1992**, 94, 99-102.
- (19) MCGHIE, T.K. Analysis of sugarcane flavonoids by capillary zone electrophoresis. J Chromatogr. **1993**, 634, 107-112.

- (20) DUARTE-ALMEIDA, M.J.; NOVOA, A.V.; LINARES, A.F.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Antioxidant activity of phenolics from sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) juice. *Plant Foods Hum. Nutr.* **2006**, 61, 187-192.
- (21) TAKARA, K.; MATSUI, D.; WADA, K.; ICHIBA, T.; CHINEN, I.; NAKASONE, Y. New phenolic compounds from *kokuto*, non-centrifuged cane sugar. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2003**, 67, 376-379.
- (22) PAYET, B.; SING, A.C.; SMADIA, J. Assesment of Antioxidant Activity of Cane Brown Sugars by ABTS and DPPH Radical Scavenging Assays: Determination of Their Polyphenolic and Volatile Constituents. *J. Agric. Food Chem.* **2005**, 53, 10074-10079.
- (23) TAKARA, K.; USHIJIMA, K.; WADA, K.; IWASAKI, H.; YAMASHITA, M. Phenolic compounds from sugarcane molasses possessing antibacterial activity against cariogenic bacteria. *J. Óleo Sci.* **2007**, 56, 611-614.
- (24) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of Analysis of AOAC. Washington, Assoc. Off. Agric. Chem. **2005**, 13 ed.
- (25) Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. **2005**.
- (26) BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura. Instrução Normativa no 20, de 21/07/1999. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento. **1999**.
- (27) SINGLETON, V. L.; JOSEPH, A.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J of Enology and Viticulture.* **1965**, 16, 144-149.
- (28) BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol.* **1995**, 28, 25-30.
- (29) TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas: NEPA-UNICAMP. 2006. 2ª ed.
- (30) ARRUDA, C.M.F. 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. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração: Entomologia). 2003. Universidade de São Paulo.

- (31) BRAGANÇA, M.G.L.; Processamento artesanal da cana-de-açúcar. Informe Agropecuário. **2007**, 28, 78-81.
- (32) GOBATO, G.; KOLAS, G.A.; MARCHI, J.F.; MURAKAMI, J.L.G. Cultivo e transformação da cana-de-açúcar. Paraná: EMATER. **2003**, 2^a ed.
- (33) NOGUEIRA, F.S.; FERREIRA, K.S.; CARNEIRO JUNIOR, J.B.; PASSONI, L.C. Minerais em melados e em caldos de cana. Cien. Tecnol. Alim. **2009**, 29(4), 727-731.
- (34) BORGES, I.F. Obtenção e caracterização do melado de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) e sua utilização em uma formulação alimentícia. Dissertação (Mestardo em Ciência e Tecnologia de Alimentos). **2004**. Universidade Federal da Paraíba.
- (35) SULBARAN DE FERRER, B.; OJEDA DE RODRIGUEZ, G., PENA, J. *et al.* Mineral content of the honey produced in Zulia state. Venezuela. *ALAN*. **2004**, 54, 3, 346-348.
- (36) DOS SANTOS, J.S; DOS SANTOS, N.S.; DOS SANTOS, M.L.P.; DOS SANTOS, S.N.; LACERDA, J.J.J. Honey Classification from Semi-Arid, Atlantic and Transitional Forest Zones in Bahia, Brazil. *J. Braz. Chem. Soc.* **2008**, 19, 502-508.
- (37) STUCKEL, J.G.; LOW, N.H. The chemical composition of 80 pure maple syrup samples produced in North América. *Food Res. Intern.* **1996**, 29, 373-379.
- (38) DAMERON, C.T.; HARRISON, M.D. Mechanisms for protection against copper toxicity. *Am. J. Clin. Nutr.* **1998**, 67, 1091-1097.
- (39) KUMAR, R., SRIVASTAVA, P.K., SRIVASTAVA, S.P. Leaching of heavy metals (Cr, Fe and Ni) from stainless steel utensils in food simulants and food materials. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **1994**, 53, 259-266.
- (40) PARK, J., BRITTIN, H.C. Increase iron content of food due to stainless steel cookware. *J. Am. Diet. Asso.* **1997**, 97, 659-661.
- (41) IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estudo nacional da despesa familiar: Tabela de composição de alimentos. 5^a ed. **1999**, Rio de Janeiro: Varela.
- (42) USDA. US Department of Agriculture. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. **2001**.
- (43) HANDS, E.S. Nutrients in food. Lippincott Williams & Wilkins. **2000**, 315p.

- (44) FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9ª ed. **1999**. São Paulo: Atheneu.
- (45) KUMARI, M.; GUPTA, S.; LAKSHMI, A.J.; PRAKASH, J. Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils. *Food Chem.* **2003**, 86, 217-222.
- (46) DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. **1977**, 752 p.
- (47) RIBEIRO, P.; de MORAIS, T.B.; COLUGNATI, F.A.B.; SIGULEM, D.M. Tabelas de composição química de alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. *Rev. Saúde Pública.* **2003**, 37, 216-225.
- (48) LAJOLO, F.M. & MENEZES, E.W. Composição de Alimentos: Uma análise retrospectiva e contextualização da questão. *Bol. SBCTA.* **1997**, 31, 2, 90-92.
- (49) TORRES, E.A.F.S et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2000**, 20, 2, 145-150.
- (50) ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Resolução RDC nº 359. **2003**.
- (51) Fairweather-Tait, S.J. Iron nutrition in the UK: getting the balance right. *Proc. Nutr. Soc.* **2004**, 63, 519–528.
- (52) Lopez MA, Martos FC (2004) Iron availability: an updated review. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2004**, 55, 597–606.
- (53) HURREL, R.F.; REDDY, M.B.; JUILLERAT, M.A.; COOK, J.D. Degradation of phytic acid in cereal porridges improve iron absorption by human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* **2003**, 77, 1213-1219.
- (54) DISLER, P.B.; LYNCH, S.R.; CHARLTON, R.W.; TORRANCE, J.D.; BOTHWELL, T.H.; WALKER, R.B.; MAYET, F. The effect of tea on iron absorption. *Gut.* **1975**, 16, 193-200.
- (55) CHARLEY, P.J.; SARKAR, B.; STITT, C.F.; SALTMAN, P. Chelation of iron by sugars. *Biochim. Biophys. Acta.* **1963**, 69, 313-321.
- (56) O'DELL, B.L. Fructose and mineral metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993, 58, 771-778.
- (57) KRISTENSEN, M.B.; TETENS, I.; JØRGENSEN, A.B.A.; THOMSEN, A.D.; MILMAN, N.; HELS, O.; SANDSTRÖM, B.; HANSEN, M. A decrease in iron

- status in young healthy women after long-term daily consumption of the recommended intake of fibre-rich wheat bread. *Eur. J. Nutr.* **2005**, *44*, 334-340.
- (58) SANDSTROM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *Br. J. Nutr.* **2001**, *85*, 181-185.
- (59) HALLBERG, L.; BRUNE, M.; ERLANDSSON, M.; SANDBERG, A.S.; ROSSANDER-HULTEN, L. Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **1991**, *53*, 112-119.
- (60) TENNANT, J.; STANSFIELD, M.; YAMAJI, S.; SRAI, S.K.; SHARP, P. Effects of copper on the expression of metal transporters in human intestinal Caco-2 cells. *FEBS Letters.* **2002**, *527*, 239-244.
- (61) ARREDONDO M, NUNEZ MT. Iron and copper metabolism. *Mol. Aspects Méd.* **2005**, *26*, 4, 313-327.
- (62) SHARP, P. The molecular basis of copper and iron interactions. *Proceedings of the Nutrition Society.* **2004**, *63*, 563-569.
- (63) SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVLCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quimica Nova.* **2007**, *30*, 351 – 355.
- (64) BOZIN, B.; MIMICA-DUKIC, N.; SAMOJLIK, I.; GORAN, A.; IGIC, R. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chem.* **2008**, *111*, 925-929.
- (65) KELEBEK, H.; CANBAS, A.; SELLI, S. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chem.* **2008**, *107*, 1710-1716.
- (66) HELMJA, K.; VAHER, M.; PÜSSA, T.; RAUDSEPP, P.; KALJURAND, M. Evaluation of antioxidative capability of the tomato (*Solanum lycopersicum*) skin constituents by capillary electrophoresis and high-performance liquid chromatography. *J. Electroph.* **2008**, *29*, 3980-3988.
- (67) ROUSSIS, I.G.; LAMBROPOULOS, I.; TZIMAS, P.; GKOU LIOTI, A.; MARINOS, V., TSOUPEIS, D.; BOUTARIS, I. Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. *J. Food Comp. Anal.* **2008**, *21*, 614-621.
- (68) KADAM, U.S.; GHOSH, S.B.; STRAYO D.; SUPRASANNA, P.; DEVASAGAYAM, T.P.A.; BAPAT, V.A. Antioxidant activity in sugarcane juice

and its protective role against radiation induced DNA damage. *Food Chem.* **2008**, 106, 1154-1160.

- (69) PAYET, B.; SING, A.C.C.; SMADIA, J. Comparison of the concentrations of phenolic constituents in cane sugar manufacturing products with their antioxidant activities. *J. Agric. Food Chem.* **2006**, 54, 7270-7276.
- (70) FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. *Rev. Saúde Pública.* **2009**, 43, 211-218.
- (71) GUIMARÃES, C.M.; GIÃO, M.S.; MARTINEZ, S.S.; PINTADO, A.I.; PINTADO, M.E.; BENTO, L.S.; MALCATA, E.X. Antioxidant activity of sugar molasses, including protective effect against DNA oxidative damage. *J. Food Sci.* **2007**, 72, 39-43.
- (72) PHILLIPS, K.M.; CARLSEN, M.H.; BLOMHOFF, R. Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. *J. Am. Diet. Assoc.* **2009**, 109, 64-71.
- (73) RANILLA, L.G.; KWON, Y.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F. M.; SHETTY, K. Antidiabetes and antihypertension potencial of commonly consumed carbohydrate sweeteners using in vitro models. *J. Méd. Food.* **2008**, 11, 337-348.
- (74) Sugar Knowledge International Limited (SKIL). How sugar is made. Sugar Knowledge International Web site, **2007**. <http://www.sucrose.com/index.html>
- (75) LIU, R.H.; Whole grain phytochemicals and health. *J. Cereal Sci.* **2007**, 46, 207-219.
- (76) NAKIMI, M. Chemistry of Maillard reactions: recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. *Adv. Food Res.* **1988**, 32, 115-184.
- (77) PLAUSIC, M.; COSOVIC, B.; LEE, C.; Copper complexing properties of melanoidins and marine humic material. *Sci. Total Environ.* **2006**, 366, 310-319.
- (78) BORRELLI, R.C.; MENNELLA, C.; BARBA, F.; RUSSO, M.; RUSSO, G.L.; KROME, K.; ERBERSDOBLER, H.F.; FAIST, V.; FOGLIANO, V. Characterization of coloured compounds obtained by enzymatic extraction of bakery products. *Food Chem. Toxicol.* **2003**, 41, 1367-1374.
- (79) SILVAN, J.M.; LAGEMAAT, J.V.D.; OLANO, A.; CASTILLO, M.D.D. Analysis and biological properties of amino acid derivatives formed by Maillard reaction in foods. *J. Pharma. Biomed. Anal.* **2006**, 41, 1543-1551.

- (80) GHELDOF, N.; WANG, X.H.; ENGESETH, N.J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, 50, 5870-5877.
- (81) MEDA, A.; LAMIEN, C.E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O.G.; Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem.* **2005**, 91, 571-577.
- (82) SAXENA, S.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Physical, biochemical and antioxidant porperties of some Indian honeys. *Food Chem.* **2009**. Doi: 10.1016/j.foodchem 2009.05.01
- (83) VIT, P.; GUTIÉRREZ, M.G.; TITERA, D.; BEDNAR, M.; RODRÍGUEZ-MALAVAR, A.J. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. *Acta Bioquím. Clín. Latinoam.* **2008**, 42, 237-44.
- (84) HALVORSEN, B.L.; CARLSEN, M.H.; PHILLIPS, K.M.; BOHN, S.H.; HOLTE, K.; JACOBS Jr, D.R.; BLONHOFF, R. Content of redox-active compounds (ie. antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* **2009**, 84, 95-135.
- (85) PINTO, M.S.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Strawberry Jams. *Plant Foods Hum. Nutr.* **2007**, 62,127–131.
- (86) FALCÃO, A.P.; CHAVES, E.S.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R.; FALCÃO, R.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2007**, 27, 637-642.
- (87) KIM, D.O.; PADILLA-ZAKOUR, O.I. Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-rich Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry. *J. Food Sci.* **2004**, 69, 395-400.
- (88) MARQUINA, V.; ARAUJO, L.; RUÍZ, J.; RODRÍGUEZ-MALAVAR, A.; VIT, P. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.) *Arch. Latin. Nutr.* **2008**, 58, 98-102.
- (89) World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva; **2003**. (WHO Technical Report Series, 916).

Capítulo 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo mostram que os melados catarinenses estudados são feitos artesanalmente por pequenos produtores, sendo que a maioria utiliza tacho de cobre. Também foram encontrados tachos de aço inoxidável e de ferro. Ainda, o material do tacho pareceu não contribuir para o teor de minerais do melado, estando este provavelmente associado à composição da cana-de-açúcar utilizada.

Os melados apresentaram conteúdo de ferro variável, sendo alguns elevados, quando comparados a outros alimentos de origem vegetal. Além disso, existem alguns indicativos de uma boa biodisponibilidade do ferro do melado, por apresentar alto conteúdo de açúcares redutores e baixas quantidades de cálcio. Em contrapartida, as amostras apresentaram alto teor de polifenóis, compostos inibidores da biodisponibilidade do ferro. Nos produtos que continham informação nutricional no rótulo, foi verificado que o valor de ferro informado não foi condizente com os valores encontrados nas análises, sendo necessário fornecer aos consumidores dados mais reais que não superestimem a quantidade de ferro do alimento.

Foi constatado um teor elevado de polifenóis no melado, acompanhado de uma alta atividade antioxidante. Estes resultados corroboram com outros achados da literatura sobre a presença de compostos fenólicos na cana e nos seus derivados não refinados.

O questionário aplicado mostrou que o melado é um alimento consumido de diversas maneiras, por mais da metade dos participantes do estudo. Além disso, foi verificado que cerca de 36% dos participantes já ouviram falar ou conhecem o melado por ser fonte de ferro ou indicado para o combate da anemia ferropriva.

A incorporação do melado na alimentação, respeitando-se a porção recomendada para alimentos ricos em açúcar, pode trazer benefícios para a saúde pelo seu conteúdo nutricional e pela presença de compostos bioativos. No entanto, para recomendar este alimento como auxiliar no tratamento e prevenção da anemia, sugerem-se mais estudos sobre o melado de diferentes regiões, especialmente quanto ao teor e biodisponibilidade de ferro. Estudos que identifiquem os polifenóis presentes no melado e a aplicação de outras metodologias que avaliem a sua

capacidade antioxidante também são importantes para um maior conhecimento sobre este produto.

Em relação às limitações desta pesquisa, cabe destacar a escassez de informações científicas sobre o melado, sendo que a maioria dos trabalhos é realizada no exterior. Foi constatado que são necessários estudos brasileiros sobre a cana-de-açúcar e seus derivados na alimentação humana, principalmente pelo fato de que o Brasil é o principal produtor mundial de cana e seus subprodutos alimentares são pouco valorizados.

Outra limitação foi a falta de recursos financeiros para a complementação dos dados da pesquisa. O melado é um alimento muito pouco estudado e uma maior disponibilidade de verba possibilitaria o desenvolvimento de outras análises e metodologias, que certamente enriqueceriam as conclusões do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADISH, A.A.; ESREY, S.A.; GYORKOS, T.W.; JEAN-BAPTISTE, J.; ROJHANI, A. Effect of consumption of food cooked in iron pots on iron status and growth of young children: a randomised trial. **Lancet**. V. 353, p.712-716, 1999.
- ALLEN, L.; DE BENOIST, B; DARY, O; HURRELL, R; **Guidelines on food fortification with micronutrients**. Geneva: WHO, 2006.
- ALLEN, L.H. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. **Am J Clin Nutr**. v.71, p.1280-1284, 2000.
- ALMEIDA, L.M.C.; NAVES, V.M.M. Biodisponibilidade de ferro em alimentos e refeições: aspectos atuais e recomendações alimentares. **Pediatria Moderna**, v.38, n.6, p.272-278, jun. 2002.
- AMANCIO, O.M.S. Referências de ingestão de ferro dietético. In: BRAGA, J.A.P; AMANCIO, O.M.S; VITALLE, M.S.S. **O ferro e a saúde das populações**. São Paulo: Roca, 2006.
- ANDRACA, I.; CASTILLO, M.; WALTER, T. **Desarrollo psicomotor y conducta en lactantes anémicos por deficiencia de hierro. Deficiencia de hierro**. CESNI. Buenos Aires. Argentina. p.107-117, 1997.
- ANDREWS, N.C. Iron homeostasis: insights from genetics and animal models. **Nat Rev Genet**, v.1, n.2, p.208-217, 2000.
- ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P. D.; PATSALIDES, E.; McDONALD, S.; ROBARDS, K. Methods for testing antioxidant activity. **Analyst**, 127, 183 - 198, 2002.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Normas técnicas especiais. Resolução CNNPA nº 12**. 1978.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para açúcares e produtos para adoçar. Resolução RDC nº 271**. 2005.
- ARAUJO, J. M. **Química de Alimentos: teoria e prática**, 3ªed., Editora UFV, 2004. 478 p.
- ARREDONDO M, NUNEZ MT. Iron and copper metabolism. **Mol Aspects Méd.**, v. 26, n.4, p.313-327, 2005.
- ARREDONDO, M.; MARTINEZ, R.; NUNEZ, MT.; RUZ, M.; OLIVARES, M **Biol Res** Aceptado para publicación (2006).
- ASSIS, A.; BARRETO, M.L.; SANTOS, L.M.P., et al. **Condições de vida, saúde e nutrição na infância em Salvador**. Salvador: Bureau, 2000.

Associação Brasileira de Fundição (ABIFA). [acesso em 11 out. 2009]. Disponível em: <http://www.abifa.org.br/index.asp>

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of Analysis of AOAC.** Washington, Assoc. Off. Agric. Chem. 13 ed., 2005.

ASSUNÇÃO, M. C. F. Anemia em menores de seis anos: estudo de base populacional em Pelotas, RS. **Rev Saúde Pública.** v. 41, p. 328-35, 2007.

BAECH, S.B.; HANSEN, M.; BUKHAVE, K., et al. Nonheme-iron absorption from a phytate-rich meal is increased by the addition of small amounts of pork meat. **Am J Clin Nutr,** v77, n.1, p.173-179, 2003.

BATISTA FILHO M, RISSIN A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cad Saúde Pública;** 19 Suppl v.1, p.181-191, 2003.

BAYMA, C. **A cana na pequena indústria: mel de engenho.** Brasil Açucareiro Rio de Janeiro, v. 80, p. 11-17, 1978.

BEARD, J.L. Functional consequences of nutritional anemia in adults. En: Ramakrishnan U, editor. **Nutritional anemias.** Boca Raton: CRC Press; p.111-128, 2001.

BEARD, J.L.; PIÑERO, D. **Metabolismo del Hierro. Deficiencia de hierro.** CESNI. Buenos Aires. Argentina. P.13-47, 1997.

BEARD, J.L.; TOBIN, B.; GREEN, W. Evidence for thyroid hormone deficiency in iron-deficient anemic rats. **J Nutr.,** v.119, p.772-778, 1989.

BEARD, J.L.; BRIGHAM, D.; KELLEY, S.; GREEN, M. Plasma thyroid hormone kinetics are altered in iron-deficient rats. **J Nutr.,** v.128, p.1401-1408, 1998.

BENZIE, I.F.F, STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. **Anal Biochem.** v. 239, p.70-76, 1996.

BIRCH, A.E. et al. Antioxidant proprieties of evening primrose seed extracts. **J Agric Food Chem,** Chicago: v.49, p. 4502-4507, 2001.

BOTHWELL, T.H. Overview and mechanisms of iron regulation. **Nutr Rev.,** v. 53, p. 237-245, 1995.

BRAGANÇA, M.G.L.; Processamento artesanal da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário.** V. 28, p. 78-81. 2007.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Sci Technol.** V. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e**

Salmoura. Instrução Normativa no 20, de 21/07/1999. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento. 1999.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutr Rev.** v. 56, p. 317-333, 1998.

BREKHMEN, I. I., NESTERENKO, I. F., KHASINA, E. I. AND ZORIKOV, P. S. Effect of yellow cane sugar on the performance and the degree of stress manifestations in animals. **Vopr. Pitan.** v. 6, p. 69-70, 1978.

BROOKS, G. **Hierro, metabolismo muscular y actividad física. Deficiencia de hierro.** CESNI. Buenos Aires. Argentina. P.67-85, 1997.

BUCHELI, C. S.; ROBINSON, S. P. Contribution of enzymatic browning to color in sugarcane juice. **J Agric Food Chem**, Easton, v. 42, n. 2, p. 257-261, 1994.

CAO, G.; PRIOR, R.L. **The measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples.** In: Packer L, ed. *Methods in Enzymology*. Vol. 299, Antioxidants and Oxidants, Part A. New York, NY: Academic Press; p. 50-62, 1999.

CHARLEY, P.J.; SARKAR, B.; STITT, C.F.; SALTMAN, P. Chelation of iron by sugars. **Biochim. Biophys. Acta.** V. 69, p. 313-321, 1963.

CHENG, Y.J., BRITTIN, H.C. Iron in food: effect of continued use of iron cookware. **J Food Sci**, Chicago, v.56, n.2, p.584-585, 1991.

CHERYAN, M. Phytic acid interactions in food systems. **Crit Rev Food Sci Nutr.** v.13, n.3, p.297-335, 1980.

CLIFFORD, M. N.; SCALBERT, A. Ellagitannins, occurrence in food, bioavailability and cancer prevention. **J Food Sci Agric.** v. 80, p. 1118–1125, 2000.

CLIFFORD, M.N. Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. **J Food Sci Agric.** v. 80, p. 1063–1072, 2000.

COLLI, C. Biodisponibilidade de ferro. In: BRAGA, J.A.P; AMANCIO, O.M.S; VITALLE, M.S.S. **O ferro e a saúde das populações.** São Paulo: Roca, 2006.

COLOMBO, R.; LANÇAS, F.M.; YARIWAKE, J.H. Determination of flavonoids in cultivated sugarcane leaves, bagasse, juice and in transgenic sugarcane by liquid chromatography-UV detection. **J Chromat.** V. 20, p.118-124, 2006.

Conferência Internacional de Biodisponibilidade. Wageningen, Holanda, 1997, apud: COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de minerais. **Rev Nutrição da PUCCAMP**, Campinas, v.10, n.2, p.87-98, 1997.

CONRAD, M.E.; UMBREIT, J.N. Pathways of iron absorption. **Blood Cells Mol Dis;** v.29, n.3, p.336-55, 2002.

- CONSAUL, J. R.; LEE, K. Extrinsic tagging in iron bioavailability research: a critical review. **J Agric Food Chem.** v.1, n.4, p.684-689, 1983.
- CONTRAN, R. S.; KUMAR, V.; ROBBINS, S. L. **Patologia estrutural e funcional.** 5. ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1996.
- COOK, J.D. Determinant oh nonheme iron absorption in man. **Food Tech.** V. 37, n. 10, p. 124-126, 1983.
- COOK, J.D. Diagnosis and management of iron deficiency anaemia. **Best Pract Res Clin Haematol**, v. 18, n.2, p.319–32, 2005.
- COZZOLINO, S. M. F.; HENRIQUES, G. S. F. Ferro. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes.** 2^o ed. Barueri, SP, Manole, 2007. p. 473-495.
- CRISPIM, J.E. **Manejo correto da cana é essencial para alta produtividade** Rev. Campo&Negócios, Uberlândia-MG, Ano IV, n.37, p.16-18, 2006.
- CRISPIM, J.E.; CONTESSI, A.Z.; VIEIRA, S.A. **Manual da Produção de Aguardente de Qualidade.** Editora Agropecuária, Guaíba, 2000, 333p.
- CROZIER, A.; LEAN, M.E.J.; MCDONALD, M.S.; BLACK, C. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. **J Agric Food Chem.** v. 45, p. 590–595, 1997.
- DALLMAN, P.R. Iron. **Present knowledge in nutrition.** Sixth edition. International Life Sciences Institute. ILSI. North America. 1990.
- DANIELS, J. ROACH, B.T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D.J. **Sugarcane improvement through breeding.** Nova Iorque: Elsevier, 1987.
- DÁVALOS, A.; GOMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Extending Applicability of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC–Fluorescein) Assay. **J Agric Food Chem.** v.52, p.48-54, 2003.
- DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, v. 2, 1977. 752 p.
- DERMAN, D.; BALLOT, D.; BOTHWELL, T., et al. Factors influencing the absorption of iron from soy-bean protein products. **Br J Nutr.**, v.57, p.345-353, 1987.
- DIPLOCK, A. Antioxidants nutrients-efficacy in disease prevention and safety. **Biochemistry**, v.17, p.16-18, 1995.
- DUARTE-ALMEIDA, M.J.; NOVOA, A.V.; LINARES, A.F.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Antioxidant activity of phenolics from sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) juice. **Plant Foods Hum Nutr.** v. 61, p. 187-192, 2006.

FAIRBANKS, V.F. Iron in medicine and nutrition. In: SHILLS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M. **Modern Nutrition in health and disease**. 8 ed. Philadelphia: Lea Febiger, p.185-213, 1999.

FAIRWEATHER-TAIT SJ. Iron. **J Nutr.**, v.131(4 Suppl), p.1383-1386, 2001.

FAVA AR. Atletas ingerem garapa para repor energia. **Jornal da Unicamp**. V.18, p.8, 2004.

FERNÁNDEZ, H. Elementos de grupo VIII. **Química general e inorgánica**. Ed. Losada. Buenos Aires. Argentina. 1978.

FLEMING, R.E.; BACON, B.R. Orchestration of iron homeostasis. **N Engl J Med.**, v.352, n.17, p.1741-1744, 2005.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

GAITAN, C.D.; OLIVARES, G. M.; ARREDONDO, O.M., et al. Iron bioavailability in humans. **Rev Chil Nutr.** v.33, n.2, p.142-148, 2006.

GARCÍA-CASAL, M; LAYRISSE, M; SOLANO, L., et al. Vitamin A and beta-carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. **J Nutr.**, v.128, p.646-650, 1998.

GARCÍA-CASAL, M; LEETS, I.; LAYRISSE, M. Beta-carotene and inhibitors of iron absorption modify iron uptake by Caco-2cells. **J Nutr.**, v.130, p.5-9, 2000.

GENOVESE, M. I.; DA SILVA M. P.; DE SOUZA, A. E. S. G.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 4, n. 3, p. 207-214, 2008.

GLEERUP, A. et al. Iron absorption from a whole diet: comparison of the effect of two different distributions of daily calcium intake. **Am J Clin Nutr.**, v.61, p.97-104, 1995.

GOBATO, G.; KOLAS, G.A.; MARCHI, J.F.; MURAKAMI, J.L.G. **Cultivo e transformação da cana-de-açúcar**. 2ª ed. Paraná: EMATER, 2003.

GODSHALL, M. A.; ROBERTS, E. J. **Phenolics in sugar products: their role in flavor and color production**. Proceedings of the 1982 Sugar Processing Research Conference, SPRI, New Orleans, p. 47-72, 1982.

GOYER, R. Nutrition and metal toxicity. **Am J Clin Nutr.** v.61, p646-650, 1995.

GRINDER-PEDERSEN, L.; BUKHAVE, K.; JENSEN, M.; HOJGAARD, L.; HANSEN, M. Calcium from milk or calcium-fortified foods does not inhibit nonheme-iron absorption from a whole diet consumed over a 4-d period. **Am J Clin Nutr**;v.80, n.2, p.404-409, 2004.

- GUIMARÃES, C.M.; GIÃO, M.S.; MARTINEZ, S.S.; PINTADO, A.I.; PINTADO, M.E.; BENTO, L.S.; MALCATA, E.X. Antioxidant activity of sugar molasses, including protective effect against DNA oxidative damage. **J Food Sci**. V. 72, p. 39-43, 2007.
- HAAS, J.D.; BROWNLIE, T. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. **J Nutr** v.131, p.676S-90S, 2001.
- HAGAR, W.; THEIL, E.C.; VICHINSKY, E.P.; Diseases of iron metabolism. **Pediatr Clin N Am**. V.49, p.839-909, 2002.
- HALLBERG, L. Iron balance in pregnancy and lactation. En: FOMON SJ, ZLOTKIN S, editores. Nutritional anemias. **New York: Raven Press**. Nestlé Nutrition Workshop Series; v.30, p.13-28, 1992.
- HALLBERG, L.; BRUNE, M.; ROSSANDER, L. Effect of ascorbic acid on iron absorption from different types of meals. Studies with ascorbic-acid-rich foods and synthetic ascorbic acid given in different amounts with different meals. **Hum Nutr Appl Nutr**; v.40, n.2, p.97-113, 1986.
- HALLBERG, L.; HULTHEN, L.; GARBY, L. Iron stores in man in relation to diet and iron requirements. **Eur J Clin Nutr**. v.52, n.9, p.623-631, 1998.
- HALLBERG, L.; ROSSANDER-HULTHEN, L.; BRUNE, M.; GLEERUP, A. Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. **Br J Nutr**. v.69, n.2, p.533-540, 1993.
- HALLBERG, L.; BJORN-RASMUSSEN, E.; HOWARD, L.; ROSSANDER, L. Dietary heme iron absorption. A discussion of possible mechanisms for the absorption-promoting effect of meat and for the regulation of iron absorption. **Scand J Gastroenterol**. v.14, p.769-779, 1979.
- HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v.52, n.8, p.253-265, 1994.
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 3 ed. Claredon, Oxford, 2000.
- HANDS, E.S. **Nutrients in food**. Lippincott Williams & Wilkins. 2000, 315p.
- HARLAND, B. F.; OBERLEAS, D. Anion exchange method for determination of phytate in foods: collaborative study. **J Assoc Anal Chem**. v.69, n.7, p.667-670, 1986.
- HERMES-LIMA, M. Oxidative stress and medical sciences. In: Storey, K. B. **Functional Metabolism. Regulation and adaptation**. Hoboken, New Jersey, p. 370-382, 2004.
- HUNT, J.; ZITO, C.; ERJAVEC, J.; JOHNSON, L. Severe or marginal iron deficiency affects spontaneous physical activity in rats. **Am J Clin Nutr**; v. 59, p.413-418, 1994.

HURRELL, R.F.; REDDY, M.B.; JULLERAT, M.; COOK, J.D. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. **Am J Clin Nutr**, v.77, p.1213-1219, 2003.

HURRELL, R.F.; JULLERAT, M.; REDDY, M., et al. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**, v.56, p.573-578, 1992.

Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2005.

IOM. Institute of Medicine. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

IZiNCG. International Zinc Nutrition Consultative Group. Technical Document. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations. **Food Nutr Bull**, v. 25, n. 1, (suppl) p.S130-S162, 2004.

KADAM, U.S.; GHOSH, S.B.; STRAYO D.; SUPRASANNA, P.; DEVASAGAYAM, T.P.A.; BAPAT, V.A. Antioxidant activity in sugarcane juice and its protective role against radiation induced DNA damage. **Food Chem**. v. 106, p. 1154-1160, 2008.

KOROLKOVAS, A.; BURCKHALTER, J. H. **Química farmacêutica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

KRÖGER-OHLSSEN, M.V.; TRÚGVASON, T.; SKIBSTED, L.H.; MICHAELSEN, K.F. Release of Iron into Foods Cooked in an Iron Pot: Effect of pH, Salt, and Organic Acids. **J Food Sci**. V. 67, p. 3301-3303, 2002.

KULIGOWSKI, J., HALPERIN, K.M. Stainless steel cookware as a significant source of nickel, chromium, and iron. **Arch Environ Contam Toxicol**, New York, v.23, n.2, p.211-215, 1992.

KUMAR, R., SRIVASTAVA, P.K., SRIVASTAVA, S.P. Leaching of heavy metals (Cr, Fe and Ni) from stainless steel utensils in food simulants and food materials. **Bull Environ Contam Toxicol**. v. 53, p. 259-266, 1994.

LAYRISSE, M.; GARCÍA-CASAL, M. **Estrategia para la prevención y disminución de la prevalencia de deficiencia de hierro a través de la alimentación. Deficiencia de hierro**. CESNI. Buenos Aires. Argentina.; p.163-175, 1997.

LEDON, N., CASACO, A., RODRIGUEZ, V., CRUZ, J., GONZALEZ, R., TOLON, Z., CANO, M. AND ROJAS, E. Anti-inflammatory and analgesic effects of a mixture of fatty acids isolated and purified from sugar cane wax oil. **Planta Med**. v. 69, p. 367-369, 2003.

LEE, G.R; HERBERT, V. Nutritional factors in the production and function of erythrocytes. In: LEE, G.R.; BITHELL, T.C.; FOERSTER, J.; ATHENS, J.W.; LUKENS, J.N. **Wintrobe's Clinical Hematology**. 10 ed. Baltimore: Willian & Wilkins, 1998.

- LI, R.; CHEN, X.; YAN, H., et al. Functional consequences of iron supplementation in iron-deficient female cotton mill workers in Beijing, China. **Am J Clin Nutr**; v.59, p.908-913, 1994.
- LIMA, A.C.V.M.S.; LIRA, P.I.C.; ROMANI, S.A.M., et al. Fatores determinantes dos níveis de hemoglobina em crianças aos 12 meses de vida na Zona da Mata Meridional de Pernambuco. **Rev Bras Saude Matern Infant**.v. 4, p. 35-43, 2004.
- LO DAN-YUAN ; CHEN TER-HSIN ; CHIEN MAW-SHENG ; KOGE KENJI ; HOSONO AKIRA ; KAMINOGAWA SHUICHI ; LEE WEI-CHENG ; Effects of sugar cane extract on the modulation of immunity in pigs. **J Veterinary Med Sci** . v. 67, p.591-597, 2005.
- LOZOFF, B.; BRITTENHAM, G.; WOLF, A. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. **Pediatrics**.; v.79, p.981-995, 1987.
- LOZOFF, B.; WACHS, T.D. Functional correlates of nutritional anemias in infancy and early childhood -child development and behavior. En: Ramakrishnan U, editor. **Nutritional Anemias**. Boca Raton: CRC Press; p.70-88, 2001.
- LYNCH, S.R. Interaction of iron with other nutrients. **Nutr Rev**. v. 55, p. 102-110, 1997.
- LYNCH, S.R.; DASSENKO, S.A.; COOK, J.D.; JULLERAT, M.; HURRELL, R. Inhibitory effect of a soybean-protein-related moiety on iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**. v.60, p.567-572, 1994.
- MACHEIX, J.-J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit Phenolics**. CRC Press, Boca Raton, FL. 1990.
- MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **Am J Clin Nutr**. v. 79, p727-47, 2004.
- MARTINEZ, F.E.; VANNUCCHI, H. Bioavailability of iron added to the diet by cooking food in an iron pot. **Nutr Res**. v. 6, p.421-428, 1986.
- MCGHIE, T.K. Analysis of sugarcane flavonoids by capillary zone electrophoresis. **J Chromatogr**. v. 634, p. 107-112, 1993.
- MIRET, S.; SIMPSON, R.J.; MCKIE, A.T. Physiology and molecular biology of dietary iron absorption. **Annu Rev Nutr**; v.23, p.283-301, 2003.
- MOLINA, V., ARRUZAZABALA, M. L., CARBAJAL, D., MAS, R. AND VALDES, S. Antiplatelet and antithrombotic effect of D-003. **Pharmacol Res**. v. 42, p.137-143, 2000.
- MONSEN, E.R. Iron nutrition and absorption: dietary factors which impact iron bioavailability. **J Am Diet Assoc.**, v.88, p.786-790, 1998.

MONTEIRO, C.A.; SZARFARC, S.C.; MONDINI, L. Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). **Rev Saude Publica**. v. 34, p. 62-72, 2000.

MULVIHILL, B.; KIRWAN, F.M; MORRISSEY, P.A.; FLYNN, A. Effect of myofibrillar muscle proteins on the in vitro bioavailability of non-haem iron. **Int J Food Sci Nutr**; v.49, n3, p.187-192, 1998.

NAKASONE, Y., TAKARA, K., WADA, K., TANAKA, J. AND YOGI, S. Antioxidative compounds isolated from *Kokuto*, non-centrifuged cane sugar. **Biosci Biotechnol Biochem**. v. 60, p.1714-1716, 1996.

NEUMAN, N.A; TANAKA, O.Y.; SZARFARC, S.C.; GUIMARÃES, P.R.V.; VICTORA, C.G. Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil. **Rev Saude Publica**. v. 34, p.56-63, 2003.

O'DELL, B.L. Fructose and mineral metabolism. **Am J Clin Nutr**. v. 58, p. 771-778. 1993.

OLIVARES, M.; WALTER, T. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro **Rev Chil Nutr**. v.30, n.3, p.226-233, 2003.

OLIVARES, M.; WALTER, T.; HERTRAMPF, E.; PIZARRO, F. Anaemia and iron deficiency disease in children. **Br Med Bull**; v.55, p.534-548, 1999.

OLIVEIRA, R.S.; DINIZ, A.S.; BENIGNA, M.J.C., et al. Magnitude, distribuição espacial e tendência da anemia em pré-escolares da Paraíba. **Rev Saude Pública**. v.36, n.1, p.26-32, 2002.

OSÓRIO, M.M.; LIRA, P.I.C.; BATISTA-FILHO, M.; ASHWORTH, A. Prevalence of anemia in children 6-59 months old in the state of Pernambuco, Brazil. **Rev Panam Salud Publica**. v. 10, p. 101-117, 2001.

PARK, J., BRITTIN, H.C. Increase iron content of food due to stainless steel cookware. **J Am Diet Asso**. 1997, 97, 659-661.

PAYET, B.; SING, A.C.; SMADIA, J. Assesment of Antioxidant Activity of Cane Brown Sugars by ABTS and DPPH Radical Scavenging Assays: Determination of Their Polyphenolic and Volatile Constituents. **J Agric Food Chem**. v. 53, p. 10074-10079, 2005.

PAYET, B.; SING, AC.C.; SMADIA, J. Comparison of the concentrations of phenolic constituents in cane sugar manufacturing products with their antioxidant activities. **J. Agric Food Chem**. v.54, p.7270-7276, 2006.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The Influence of Acid on Astringency of Alum and Phenolic Compounds. **Chemical Senses**. v. 23, p. 371-378, 1998.

PHILLIPS, K.M.; CARLSEN, M.H; BLOMHOFF, R. Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. **J Am Diet Assoc**. v.109, p.64-71, 2009.

- PIMENTEL, C. V. M. L.; FRANCKI, K. M.; BOIAGO, A. P. **Alimentos Funcionais – Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. 1ª ed., Metha, 95 p., 2005.
- PINTO, G.L.; COELHO, D.T. **Produção de melado no meio rural**. Informe Técnico. Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- QUDSIEH, H.Y.M. et al. Effect of maturity on chlorophyll, tannin, color and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **J Agricul Food Chem**, Easton, v. 50, p. 1615-1618, 2002.
- QUINTAES K.D.; AMAYA-FARFAN, J.; TOMAZINI, F.M.; MORGANO, M.A.; MANTOVANI, D.M.B. Migração de minerais de panelas brasileiras de aço inoxidável, ferro fundido e pedra-sabão (esteatito) para simulantes de alimentos. **Ciênc Tecnol Aliment**. v. 24, p. 397-402, 2004.
- QUINTAES, K.D. O uso das panelas de ferro como suprimento das necessidades diárias de ferro. **Rev Ciênc Méd**. v.14, p.529-536, 2005.
- QUINTAES, K.D. Utensílios para alimentos e implicações nutricionais. **Rev Nutr**. v. 13, p.151-156, 2000.
- QUINTAES, K.D.; FARFAN, J.A.; TOMAZINI, F.M.; MORGANO, M.A. Migração de ferro, Manganês e zinco em panelas de ferro fundido e laminado. **Nutr Brasil**. v. 2, p. 208-10, 2003.
- QUINTAES, K.D.; HAJ-ISA, N.M.A.; MORGANO, M.A. Concentração de ferro e aceitação de iogurte preparado em iogurteiras de ferro fundido. **Arch Lat Nutr**. V. 55, p.361-366, 2005.
- RAHMAN, I.; ADCOCK, I.M. Oxidative stress and redox regulation of lung inflammation in COPD. **Eur Respir J** v. 28, p. 219–242, 2006.
- RE, R; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.26, p.1231–1237, 1999.
- REDDY, M.; HURRELL, R.; JUILLERAT, M.; COOK, J. The influence of different protein sources on phytate inhibition of nonheme-iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**.; v.63, p.203-207, 1996.
- SANDBERG, A.; BRUNE, M.; CARLSON, N., et al. Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**, v.70, p.240-246, 1999.
- SANDSTROM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **Br J Nutr**; v.85 Suppl 2, p.181-185, 2001.

SANTANA, M.A.; PIHAKASKI-MAUNSBACH, K.; SANDAL N., et al. Evidence that the plant host synthesizes the heme moiety of leghemoglobin in root nodules. **Plant Physiol**; v.116, n.4, p.1259-1269, 1998.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **J Sci Food Agric**. v. 80, p. 1094–117, 2000.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenos. **J Nutr**. v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SCRIMSHAW, N.; SANGIOVANNI, J. Synergism of nutrition, infection and immunity: an overview. **Am J Clin Nutr**. v.66, p.464S-477S, 1997.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas. Estudo **Técnico das Alternativas de Aproveitamento da Cana-de-Açúcar**. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2004.

Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração do Estado da Bahia. **Fabricação de Rapadura, Melado e Açúcar Mascavo**. Bahia: Salvador, 1999.

SHAH, M.; GRIFFIN, I.J.; LIFSHITZ, C.H.; ABRAMS, S.A. Effect of orange and apple juices on iron absorption in children. **Arch Pediatr Adolesc Med**. v.157, p.1232-1236, 2003.

SHAHIDI, F. Functional Foods: Their Role in Health Promotion and Disease Prevention. **J Food Sci**. V.69, p.146-149, 2004.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic; 1995.

SHAYEGHI, M.; LATUNDE-DADA, G.O.; OAKHILL, J.S., et al. Identification of an intestinal heme transporter. **Cell**; v.122, n.5, p.789-801, 2005.

SIEGENBERG, D., BAYNES, R.D., BOTHWELL, T.H., MACFARLANE, B.J., LAMPARELLI, R.D., CAR, N.G., MACPHAIL, P., SCHMIDT, U., TAL, A., MAYET, F. Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. **Am J Clin Nutr**. v.53, n.1-2, p.537-541, 1991.

SIEGENBERG, D.; BAYNES, R.; BOTHWELL, T., et al. Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. **Am J Clin Nutr**.; v.53, p.537-541, 1991.

SINGLETON, V. L.; JOSEPH, A.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **Am J Enol Viticul**. v. 16, p. 144-149, 1965.

STEKEL, A.; OLIVARES, M.; PIZARRO, F., et al. Absorption of fortification iron from milk formulas in infants. **Am J Clin Nutr**; v.43, p.917-922, 1986.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2ª ed. Campinas: NEPA-UNICAMP. 2006.

TAKARA, K., MATSUI, D., WADA, K., ICHIBA, T. AND NAKASONE, Y. New antioxidative phenolic glycosides isolated from *Kokuto* non-centrifuged cane sugar. **Biosci Biotechnol Biochem**. v. 66, p.29-35, 2002.

TAKARA, K.; MATSUI, D.; WADA, K.; ICHIBA, T.; CHINEN, I.; NAKASONE, Y. New phenolic compounds from *kokuto*, non-centrifuged cane sugar. **Biosci Biotechnol Biochem**. v. 67, p. 376-379, 2003.

TAKARA, K.; USHIJIMA, K.; WADA, K.; IWASAKI, H.; YAMASHITA, M. Phenolic compounds from sugarcane molasses possessing antibacterial activity against cariogenic bacteria. **J Óleo Sci**. V. 56, p. 611-614, 2007.

TAUPIER, L. O. G.; RODRIGUES, G. G. A cana-de-açúcar. In: Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar (ICIDCA). **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília: ABIPTI, cap.2.1, p.21-27. 1999.

TAYLOR P.G.; MÉNDEZ-CASTELLANO H.; FOSSI M., et al. Deficiencia y absorción de hierro, su relación en niños y adolescentes de los Estratos IV y V. Venezuela. En: **La Familia y el Niño en Iberoamérica y el Caribe**. Fundacredesa. Ministerio de la Secretaría de la Presidencia de la República. Caracas, Venezuela. 1990.

TEUCHER, B.; OLIVARES, M.; CORI, H. Enhancers of iron absorption: ascorbic acid and other organic acids. **Int J Vitam Nutr Res**; v.74, n.6, p.403-419, 2004.

TRUMBO, P.; YATES, A.A.; SCHLICKER, S.; POSS, M. Dietary reference intakes: vitamina A, vitamina K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron,

UMBREIT, J.N; CONRAD, M.E.; MOORE, E.G.; LATOUR, L.F. Iron absorption and celular transport: the mobilferrin/paraferitin paradigm. **Seminars in hematology**, v.35, n.1, p.13-26, 1998.

USDA. US Department of Agriculture. USDA **Nutrient Database for Standard Reference**. Release 14. 2001.

VALMORBIDA J; ZARPELLON, I. A; BRAGA, B.P. **Transformação artesanal da cana-de-açúcar**. EMATER-PR, Curitiba. 1993.

WALTER, T.; OLIVARES, M.; PIZARRO, F.; MUÑOZ, C. Iron, anemia, and infection. **Nutr Rev**. v. 55, p.111-124, 1997.

WIENK, K.J.; MARX, J.J.; BEYNEN, A.C. The concept of iron bioavailability and its assessment. **Eur J Nutr**; v.38, n.2, p.51-75, 1999.

World Health Organization (WHO). **Nutrition**. Geneva: WHO. www.who.int/nutrition/en: WHO 2007.

World Health Organization (WHO). **World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life: overview.** Geneva: WHO, 2002.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A.A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **J Agric Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 4083-4089, 2001.

YIP, R. **Iron. Present knowledge in nutrition.** Sixth edition. International Life Sciences Institute. ILSI. North America. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Roteiro de visita aos produtores de melado: caracterização da produção

ROTEIRO DE VISITA AOS PRODUTORES

1. NOME DA EMPRESA:

2. LOCAL:

3. PROCEDÊNCIA E IDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR:

4. UTENSÍLIOS UTILIZADOS:

5. SEQUÊNCIA DA PRODUÇÃO:

6. RENDIMENTO:

OUTRAS INFORMAÇÕES:

APÊNDICE II – Questionário sobre o conhecimento e o consumo do melado pela população

