

LIMITE DE ACEITAÇÃO DE FERRO E ZINCO EM BEBIDAS OBTIDAS A PARTIR DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO FORTIFICADO ¹

L.L. Costa^{2,5}; C.M. Donangelo^{3,6}; R. Deliza^{4,7}; D. G. Freitas^{4,8}; A. Farah^{2,9}

¹ Projeto financiado pelo Consórcio de Pesquisa Café (CP&DCafé)

² Núcleo de Pesquisa em Café Prof. Luiz Carlos Trugo, Inst. Nutrição - UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

³ Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Instituto de Química, UFRJ

⁴ Laboratório de Análise Sensorial, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro-RJ.

⁵ MSc Ciência de Alimentos. Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Instituto de Química, UFRJ. lunirio@yahoo.com.br

⁶ Professora, PhD da Universidad de La República, Montevideo, Uruguay e do Programa de Pós graduação em Ciência de Alimentos, Instituto de Química, UFRJ donangel@iq.ufrj.br

⁷ Pesquisadora, PhD, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rosires.deliza@embrapa.br

⁸ Pesquisadora, DSc, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Daniela.Freitas@embrapa.br

⁹ Professora, DSc, Inst. Nutrição - UFRJ, Rio de Janeiro-RJ e do Programa de Pós graduação em Ciência de Alimentos, Instituto de Química, UFRJ afarah@nutricao.ufrj.br

RESUMO: No presente estudo, o limite de aceitação do consumidor para as concentrações de ferro (Fe) e zinco (Zn) em bebidas obtidas a partir de café torrado e moído fortificado foi determinado. As formas de minerais Fe bisglicina quelato e Zn bisglicina quelato foram escolhidas para a fortificação de um *blend* de café torrado e moído (80% *C.arabica*, 20% *C.canephora*, torra média-clara, #65 SCAA, USA, moagem fina) após a realização de testes preliminares. Embora nossa intenção final fosse oferecer 30% das recomendações diárias (DRI, ANVISA) para adultos em uma xícara de 50mL da bebida, seis amostras de café fortificadas com concentrações crescentes de minerais foram avaliadas sensorialmente (0, 30%, 50%, 80%, 100% e 150% da DRI Brasileira de Fe e Zn por 50mL). As análises de Fe and Zn no café torrado e moído e nas bebidas foram realizadas por espectrometria de absorção atômica (ICP-OES). A recuperação de Fe e Zn na bebida após a extração dos minerais do café torrado e moído também foi avaliada em todas as concentrações. O teste de aceitação foi usado para determinar o limite de aceitação, seguido de mapa de preferência para analisar os dados. As recuperações médias de Fe e Zn na bebida de café fortificado foram 95.3% e 48.5%, respectivamente. Em média, a fortificação com até 50% das DRI de Fe and Zn por 50mL foi bem aceita pelos consumidores. Considerando a eficiência de extração, nesta dose, os consumidores consumiram cerca de 6.7 mg Fe (48% DRI) e 3.6 mg Zn (24% DRI). Embora testes adicionais ainda devam ser realizados, no que diz respeito ao aspecto sensorial, os resultados do presente estudo indicam que o café torrado e moído é um veículo apropriado para a fortificação com Fe e Zn.

PALAVRAS-CHAVE: Café, ferro, zinco, fortificação, enriquecimento.

CONSUMER ACCEPTANCE LIMIT FOR IRON AND ZINC IN BREWS OBTAINED FROM FORTIFIED GROUND ROASTED COFFEE ¹

ABSTRACT: In the present study, we evaluated the consumer acceptance limit for iron (Fe) and zinc (Zn) concentrations in brews obtained from fortified ground roasted coffee. Fe bisglycine chelate and Zn bisglycine chelate were chosen for fortification of ground coffee (80% *C.arabica*, 20% *C.canephora*, medium-light roast, #65 SCAA, USA, fine grid) after sensory tests previously carried out. Although our goal was to offer 30% of the daily dietary recommended intake (DRI) for adults in a 50mL cup of brew, six coffee samples containing increasing amounts of minerals were evaluated (0, 30%, 50%, 80%, 100% and 150% of Fe and Zn Brazilian DRI per 50mL). Fe and Zn analyses in the ground coffee and in the brews were carried out by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP OES). Acceptance test was used to determine acceptance limit, followed by Preference Mapping to analyse data. Recovery in the brew of Fe and Zn added to ground coffee was, on average, 95.3% and 48.5%. Regarding acceptance, on average, fortifications up to 50% Fe and Zn DRI per 50mL were well accepted by consumers. Considering the efficiency of extraction, at this dose, consumers received about 6.7 mg Fe (48% DRI) and 3.6 mg Zn (24% DRI). Although further sensory tests should be performed, roasted and ground coffee appears to be a suitable food vehicle for the fortification with Fe and Zn.

KEY WORDS: Coffee, iron, zinc, fortification, enrichment.

INTRODUÇÃO

Uma ingestão adequada de nutrientes contribui para o crescimento e desenvolvimento normais, e para o bem estar do organismo humano, protegendo indivíduos contra o risco de doenças causadas por deficiências nutricionais. No entanto, a subnutrição é ainda observada no mundo, especialmente em países em desenvolvimento. A prevalência de deficiência de ferro (Fe) e zinco (Zn) é de especial importância. Dados da literatura indicam que apesar da fortificação da farinha de trigo e de outros produtos comerciais, a ingestão destes minerais no Brasil está abaixo das recomendações (RDI, ANVISA) (Boen et al, 2007). A fortificação de alimentos com nutrientes é uma prática comum para os processadores de alimentos desde meados do século XX para melhorar seu valor nutricional, e prevenir ou corrigir deficiências de um ou mais nutrientes. Para que um programa de fortificação de alimentos seja efetivo, é essencial considerar hábitos dietéticos e necessidades nutricionais da população alvo. O veículo alimentar escolhido deve ser acessível e amplamente consumido pela população e os compostos utilizados para a fortificação devem estar em suas formas mais biodisponíveis. No entanto, os micronutrientes adicionados não podem mudar significativamente as características sensoriais do alimento (WHO, 2001). O café é o produto alimentício mais consumido no mundo após a água. Devido ao seu alto teor de compostos fenólicos, além de outros compostos bioativos, o café tem sido considerado benéfico à saúde humana (Torres e Farah, 2010). Além disso, um estudo anterior do nosso laboratório mostrou que a adição de Fe e Zn ao café instantâneo apresentou biodisponibilidade satisfatória (Figueiredo, 2007). Considerando a necessidade da manutenção das características sensoriais originais do produto alimentício, e tendo em vista que tais características afetam a aceitação do produto pelo consumidor, no presente estudo, foi avaliado o limite de aceitação pelo consumidor para as concentrações de Fe e Zn nas bebidas obtidas do café torrado e moído.

MATERIAL E MÉTODOS

Um *blend* composto por 80% de café arábica (*Coffea arabica*) bebida mole e de 20% de misturada de defeitos (PVA) foram gentilmente cedido pela (COCAPEC, MG). Os grãos foram torrados até o grau médio claro (n.65 Agrom-SCAA) e moídos em moedor de disco (Gourmet M-50, LEOGAP, Curitiba, PR, moagem fina, n.1). Este ponto de torra foi escolhido pelo alto teor de ácidos clorogênicos e derivados bioativos dos grãos neste ponto de torra, em comparação com a torra escura, além de um teor considerável de niacina (Farah et al, 2006). As formas de micronutrientes escolhidas para a fortificação do café foram Fe bisglicina quelato e Zn bisglicina quelato. Estas formas apresentaram previamente boa solubilidade, biodisponibilidade, e qualidade sensorial, que são pré-requisitos para fortificação de alimentos (Willow et al., 2002, Boccio e Monteiro, 2004, Assunção e Santos, 2007; Figueiredo, 2007)

Para estabelecer as concentrações de Fe e Zn utilizadas para a fortificação de café, os seguintes aspectos foram considerados: o consumo diário de bebida de café torrado e moído de 1-4 xícaras (5g de café em 50mL de água por xícara), os teores de Fe e Zn em alimentos fortificados relatados na literatura, a legislação brasileira para fortificação de farinha de trigo e de milho com Fe (ANVISA, 1998), e resultados de estudo prévio (Figueiredo, 2007), que investigou a biodisponibilidade de Fe e Zn quando adicionados a café solúvel. Embora nossa meta tenha sido fortificar o café com 30% das DRI brasileiras para Fe e Zn, cinco concentrações de minerais foram testadas para determinar o limite de percepção do consumidor, como descrito abaixo.

Para a análise de minerais, uma alíquota de 0.0 mL da bebida ou 1g de café torrado e moído foi digerida com ácido nítrico e peridrol (Figueiredo, 2007). As análises de Fe e Zn foram realizadas por espectrometria de absorção atômica (ICP-OES), em um Perkin Elmer Optima 4300DV. Todas as determinações foram realizadas em modo de operação simultâneo, e as condições utilizadas foram: força do gerador de 1500 W; fluxo de ar auxiliar de 0.2 L/min; fluxo do ar frio de 15 L/min; fluxo do nebulizador de 0.45 L/min; velocidade da bomba de 1.50 mL/min.

Setenta e um consumidores regulares de café participaram do estudo e a única condição para participação for consumir pelo menos uma xícara de café por dia. Seis amostras de bebida de café, incluindo o controle não fortificado foram avaliada. As bebidas fortificadas continham crescentes concentrações de minerais, fornecendo 0% (controle), 30%, 50%, 80%, 100% e 150% da DRI de Fe e Zn, de acordo com a ANVISA, Brasil, (ANVISA, 1998), por 50mL da bebida.

Bebidas a 10% (p/v) foram preparadas em cafeteria elétrica (Britânia® - NCB27, Brasil), e o tempo de prepare foi de 1m e 50s. As bebidas foram servidas aos participantes em copos plásticos descartáveis de 50mL codificados com números de três dígitos aleatórios, a 68 ± 2 °C, em cabines individuais computadorizadas, seguindo o balanceamento da ordem de apresentação. Os participantes puderam escolher adoçar (usando açúcar ou adoçante artificial) ou não suas

bebidas, de acordo com seus hábitos. Quando açúcar ou adoçante foi usado, eles tinham que utilizar exatamente a mesma quantidade do adoçante em todas as amostras testadas. Para avaliar a aceitação das bebidas, uma escala hedônica de 9 pontos foi usada, variando de "desgostei extremamente" a "gostei extremamente".

As análises estatísticas foram realizadas usando o programa XLSTAT® Versão 2010.3.01 (Addinsoft, USA). Dados do teste de aceitação foram também tratados por ANOVA seguida de teste de Fischer (LSD), para comparação das médias, além de Análise de Cluster e Mapa de Preferência (MacFie, 2007). Resultados médios foram considerados significativos quando $p \leq 0.5$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais médios de minerais extratidos do café fortificado pela cafeteria elétrica, foram 95.3% do Fe e 48.5% do Zn. As notas médias de aceitação para as bebidas de café estão apresentadas na Figura 1. Apesar da baixa aceitação média de todas as amostras, incluindo o café controle não fortificado, deve-se possivelmente ao ponto de torra médio claro ao qual os participantes do estudo não estavam acostumados. Não houve diferença na aceitação das bebidas que forneceram concentrações dos minerais equivalente a 0%, 30%, e 50% da DRI brasileira (ANVISA, 1998), sendo a de 50% teoricamente correspondente a 7.0 mg de Fe e 7.5 mg de Zn em uma xícara. Considerando a eficiência da extração dos minerais do pó para a bebida, os teores reais de Fe e Zn foram de 6.7 mg e 3.6 mg, respectivamente. Estes resultados indicam que os participantes não sentiram diferença em termos hedônicos entre o controle e o café fortificado com até 50% da DRI para Fe e de 25% da DRI para Zn, o que está próximo à nossa meta de fortificação de 30% da DRI brasileira (ANVISA). Outros testes sensoriais estão sendo realizados para avaliar a aceitação das amostras fortificadas com para a fortificação de cada mineral isoladamente, em cafés torrados em diferentes pontos de torra.

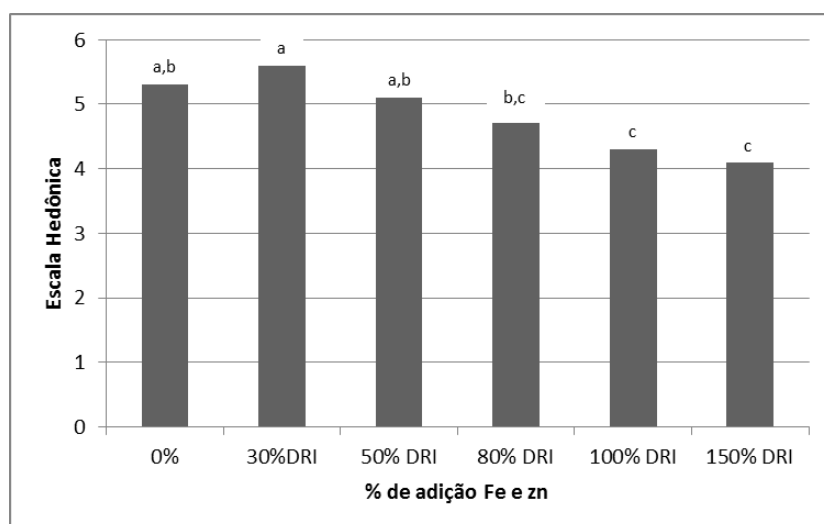


Figura 1. Representação gráfica das notas médias de aceitação das bebidas obtidas a partir de café torrado e moído fortificado com diferentes percentagens de minerais Fe e Zn. Diferentes letradas sobre as barras indicam diferença significativa no teste de ANOVA ($p \leq 0,05$).

Já que os consumidores não exibem o mesmo comportamento hedônico e, portanto, a média não é representativa de todos os participantes, Análises de Cluster e Mapa Interno de Preferência foram realizadas. A Figura 2 representa as primeiras duas dimensões do Mapa Interno de Preferência geradas pelas respostas hedônicas referentes à aceitação de seis amostras de bebida de café, contendo concentrações de Fe e Zn referentes a 0% a 150% das DRI brasileiras (ANVISA 1998) para estes minerais.

Três grupos distintos de consumidores com diferentes notas de aceitação foram identificados (Figura 2 e Tabela 1). Estes segmentos estão ainda sendo caracterizados, considerando as características socio-demográficas e hábitos de consumo de café. As notas médias de aceitação de cada segmento estão representadas na Tabela 1. O maior segmento (Segmento 1, $n=30$) gostou de todas as amostras, e atribuiu notas relativamente altas (entre 6.10 e 7.03) para cafés fortificados com 0%, 30%, 50% e 80% da DRI para os minerais. O Segmento 2 ($n=24$) atribuiu notas baixas a todas as amostras, incluindo o café não fortificado (controle), sendo suas notas mais baixas à medida em que a concentração de minerais aumentou. Os consumidores do Segmento 3 ($n=17$) não gostou do café controle, e preferiu as amostras

fortificadas com percentuais correspondentes a 30%, 80%, 100% e 150% da RDI. Acredita-se que as médias gerais baixas atribuídas pelos Segmentos 2 e 3 devem-se provavelmente ao fato de que estes consumidores não estão acostumados a consumir café em geral ou, como sugerido acima, porque eles não estavam acostumados com o ponto de torrefação médio-claro, ou ainda, porque estavam acostumados a beber café de qualidade inferior ao que foi apresentado no estudo, especialmente o Segmento 3, que preferiu as amostras fortificadas à amostra controle.

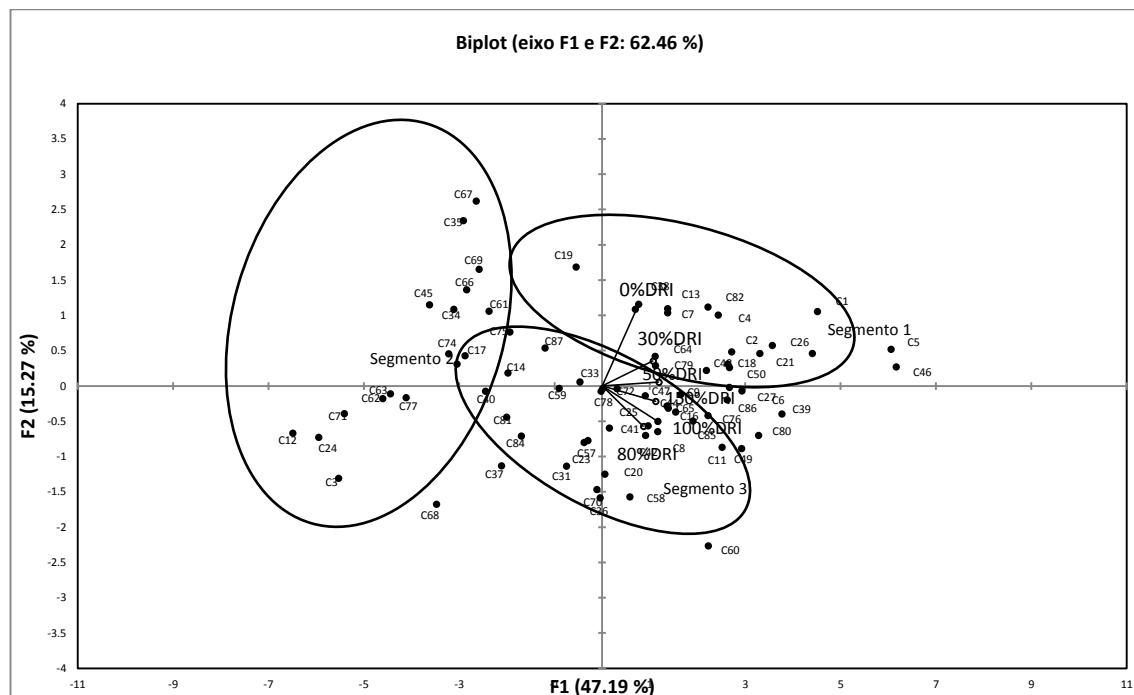


Figura 2. Mapa interno de preferência obtido para bebidas de café torrado e moído fortificado com diferentes níveis de Fe e Zn.

Table 1. Notas médias dos segmentos dos consumidores em relação à aceitação[§] de bebidas preparadas a partir de café torrado e moído fortificado com Fe e Zn

Amostras	(n = 71)	Segmento 1 (n = 30)	Segmento 2 (n = 24)	Segmento 3 (n = 17)
	100%	42.25%	33.80%	23.95%
Não fortificada (Controle)	5.3 ^{a,b} ± 2.4	7.0 ^a ± 1.3	4.6 ^a ± 2.5	3.0 ^b ± 1.6
30% DRI	5.6 ^a ± 2.3	6.5 ^{a,b} ± 1.9	3.7 ^{a,b} ± 2.4	6.6 ^a ± 1.3
50% DRI	5.1 ^{a,b} ± 2.4	7.0 ^a ± 1.9	3.0 ^{b,c} ± 1.6	4.8 ^{a,b} ± 2.4
80% DRI	4.7 ^{b,c} ± 2.4	6.1 ^{a,b} ± 1.6	2.7 ^{b,c} ± 1.8	5.0 ^{a,b} ± 2.6
100% DRI	4.3 ^c ± 2.4	5.6 ^b ± 1.9	2.1 ^c ± 1.6	5.2 ^a ± 2.1
150% DRI	4.1 ^c ± 2.7	5.4 ^b ± 2.3	1.7 ^c ± 1.3	5.0 ^{a,b} ± 2.7

Média ± SD. Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes indicam diferença entre os resultados no teste de Fisher (LSD) ($p < 0,05$). [§] Avaliada em escala hedônica de 9 pontos, variando de 1: desgostei extremamente a 9: gostei extremamente.

CONCLUSÕES

Considerando a relativamente boa recuperação dos minerais para a bebida, observadas no presente estudo, especialmente no caso do Fe, a boa biodisponibilidade do Fe e Zn quando a matrix do café observada em estudo

anterior, e os resultados sensoriais do presente estudo, o café torrado e moído parece ser um veículo adequado para a fortificação com Fe e Zn. Testes sensoriais adicionais estão sendo realizados com a fortificação de minerais isolados, em matrizes com diferentes pontos de torrefação e os segmentos obtidos na análise de Mapa de preferência também estão sendo caracterizados. A recuperação do Zn proveniente de diferentes formas químicas aceitas sensorialmente também está sendo investigada, buscando uma maior recuperação do que a forma Zn bisglicina quelato, utilizada no presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à COCAPEC, MG pelo fornecimento das amostras de café e ao Consórcio de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CP&DCafé- EMBRAPA) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA - Agência Nacional de vigilância Sanitária. Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Portaria nº 33, de 13 de Janeiro de 1998.
- Assunção, M.C.F., Santos, I.F. *Cad. Saúde Pública*, **2007**, 23, 269-281.
- Boccio, J.; Monteiro, J.. *Rev. Nutr.* **2004**, 17, 71-78.
- Boen et al., *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, **2007**, 43, 589-596..
- Torres, T.; Farah, A. *The FASEB Journal*, **2010**, 24, 919.
- Farah et al. *Food Chem.*, **2006**, 98, 474–480.
- Figueiredo, R. Enriquecimento de café solúvel com ferro, zinco e ácido fólico: avaliação da biodisponibilidade em mulheres adultas jovens. 2007. Dissertação - UFRJ.
- MacFie, H. Preference mapping and food product development. In: *Consumer-led food product development*; MacFie, H. (Ed.); Woodhead Publishing Limited, Cambridge, **2007**, pp. 551-592.
- WHO, Organization Fe Deficiency Anaemia Assessment, Prevention, and Control: A guide for programme managers. Geneva: World Health Organization, 2001.
- Willow et al., *Journal of Nutrition*. **2002**, 132, 806S - 812S..