

Cafés do Brasil: O perfil de minerais seria adequado para discriminação geográfica de cafés de pura origem?

Palavras-Chave: Cafés especiais; Espectrometria de absorção atômica; Perfil de minerais.

Autores/as:

SAMUEL B. JACUNDINO (orientando)

Prof.^a Dr.^a JULIANA A. L. Pallone (orientadora)

MICHEL R. BAQUETA (colaborador)

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

RESUMO:

O café é a bebida mais consumida no mundo depois da água e as tendências atuais de mercado aliadas à procura por produtos “agro” têm criado grandes expectativas dos consumidores regulares e entusiastas do café que buscam cafés com características singulares. A literatura apresentada nesta revisão revela nitidamente o potencial do Brasil na produção de cafés especiais a partir da espécie canéfora, considerada anteriormente inferior, do ponto de vista sensorial. Cafés especiais precisam de métodos apropriados para proteger suas marcas e evitar concorrência desleal e nesse sentido, o

perfil mineral constitui uma importante ferramenta para controlar sua qualidade, autenticidade e procedência. Além da capacidade de quantificar de forma eficaz o teor de minerais e elementos traço em café que, por sua vez, são mais estáveis do que outros constituintes da matriz do café, como vitaminas e outros compostos orgânicos, as técnicas de espectrometria atômica são menos dispendiosas comparadas à outras técnicas analíticas empregadas para análise de alimentos. O perfil de minerais pode, portanto, ser uma opção para diferenciar as diversas origens do café do Brasil, que possui diferentes regiões de produção com microclimas de origem. Portanto, a avaliação desses elementos essenciais poderia ser uma ferramenta útil para autenticação, verificação de origem e traria benefícios para a cadeia e indústria cafeeira, desde populações indígenas e outros médios/grandes produtores que produzem e processam este café até a etapa de comercialização, conquistando cada vez mais a confiança do consumidor.

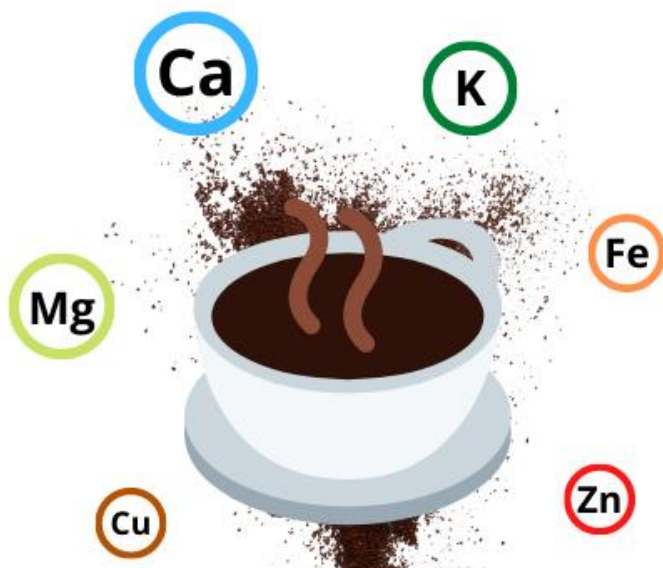


Figura 1 Ilustração do café e alguns elementos inorgânicos. Própria autoria (2021).

INTRODUÇÃO:

O café é uma das commodities agrícolas de maior importância comercial no mundo, com significativos rendimentos para o Brasil – maior produtor e exportador de café. A bebida extraída do café torrado é uma das mais populares e consumidas no mundo todos os dias, por suas características sensoriais, efeitos fisiológicos e nutricionais, como ativação do estado de alerta, bem estar emocional e por seu sabor e aroma característicos que tornam sua apreciação prazerosa para muitos consumidores regulares e entusiastas do café (ICO, 2021).

As tendências atuais de mercado aliadas à procura por produtos “agro” têm criado grandes expectativas dos consumidores regulares e entusiastas do café que buscam cafés com características singulares. Com a popularização dos cafés especiais que são de bebidas finas, ou seja, grãos selecionados de alta qualidade sensorial e livre de defeitos, a diversidade de novos perfis sensoriais e a busca cada vez mais crescente de exclusividade na origem, sabor e aroma, se faz necessário o desenvolvimento de métodos de análise que contribuam para a distinção entre origens diferenciadas, perfis sensoriais, marcas, tipos de cafés, inspeção de fraude e conseqüentemente concorrência desleal. Uma das formas para garantir a qualidade de produtos agro, como o café, e combater fraudadores é conhecer a composição química do produto e realizar inspeções através de testes no laboratório. Muitos estudos têm sido dedicados a caracterizar a composição de minerais de alimentos, seja para erradicar a carência desses nutrientes, ou para assegurar sua qualidade, segurança e autenticidade (Silva et al., 2020; Orlando 2020; Rebellato et al., 2018; Stelmach, 2016; Cruz et al. 2015) e nesse campo, o perfil mineral constitui uma importante ferramenta para controlar a qualidade, procedência e autenticidade de alimentos de alta qualidade, como cafés especiais (Cruz et al., 2015). No entanto, os estudos relativos à caracterização mineral de cafés especiais são limitados, provavelmente devido ao seu recente auge de comercialização no Brasil e no mundo.

Diante do exposto, a literatura apresentada nesta revisão mostra um breve panorama sobre a produção de cafés especiais no Brasil, descreve a nova diversidade de perfis sensoriais disponíveis focando especialmente no café canéfora que até então é pouco conhecido e explorado em termos de qualidade do café e discute como o perfil de minerais como os teores de Ca-Cálcio, Mg-Magnésio, K-Potássio, Fe-Ferro, Zn-Zinco, Cu-Cobre, dentre outros, pode ser um critério adequado para diferenciar e autenticar tais cafés.

MÉTODO:

A presente revisão foi realizada com base em todas as fontes de dados disponíveis, como banco de dados do *Scholar Google*, *Science Direct*, *Web of Science*, *MDPI*, *Scielo* e *Scopus*. Os seguintes termos foram utilizados: “*Coffea canephora*”, “*robusta coffee*”, “*conilon coffee*”, “*specialty Coffea canephora*”, “*specialty robusta coffee*”, “*specialty conilon coffee*”, “*fine Coffea canephora*”, “*fine robusta coffee*”, “*fine conilon coffee*”; *Coffea arabica*, “*arabica coffee*”, “*specialty Coffea arabica*”, “*mineral profile*”, “*mineral profiling*”, “*mineral determination*”, “*elemental composition*”, “*metals*”, “*multi-element analysis*”, “*elements*”, “*inorganic contaminants determination*”, “*mineral nutrients*”, “*toxic elements*”, “*metal contents*”, “*determination of nutrients*”, “*trace element composition*”, “*mineral ions*”, “*Multielement analysis*”, e por fim “*metal content*”.

Entre as dezenas de artigos encontrados, foram escolhidos e analisados os 25 artigos mais relacionados ao tema deste trabalho publicados no período de 2000-2021 e que quantificavam minerais em café nas suas diversas formas, buscando realizar um análise completa dos métodos de preparo de amostra e explorar o perfil mineral relacionando os com as condições edafoclimáticas de cultivo na origem e as espécies de café.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

VISÃO GERAL DA PRODUÇÃO DE CAFÉ ESPECIAL NO BRASIL

De acordo com a *International Coffee Organization* (ICO), os índices de produção, consumo e exportação de café mostram um cenário promissor para este nicho de mercado, que cresceu equivalente a 8,33% (14,067 milhões de sacas) em nível de produção e aumentou em 8,17% em consumo (16,846 milhões de sacas) entre 2015 e 2019 (ICO, 2021). O Brasil é o maior produtor e exportador de café e a qualidade de seus cafés é reconhecida mundialmente. No entanto, o café comódite, de qualidade regular, é o carro chefe do café no país. Entretanto, nos últimos 20 anos, a produção de café especial começou a despontar no país entre produtores que buscavam uma retribuição financeira mais rentável a partir da agregação de valor a um café diferenciado, com coleta seletiva e técnicas aprimoradas de processamento visando uma alta qualidade na xícara, com aroma, sabor e doçura marcantes. Com o consumidor cada vez mais exigente, o mercado de cafés especiais expandiu e hoje já é possível adquirir estes cafés nas gôndolas de mercados, em cafeterias e lojas de café especializados. Considerando a grande variedade de cafés disponíveis no mercado, o segmento que mais cresce é o do arábica especial (*Coffea arabica*).

A produção de cafés especiais no Brasil está relacionada diretamente a perfis sensoriais obtidos em regiões de produção específicas e é possível encontrar muita diversidade de cafés no país devido à sua dimensão e variabilidade de processamento. O Brasil conta atualmente com 14 grandes regiões produtoras de café especial espalhadas por sete estados. Muitas delas já estão consagradas, como em Minas Gerais (Sul de Minas, Cerrado Mineiro, Chapada de Minas, Matas de Minas), São Paulo (Mogiana, Centro-Oeste), Espírito Santo (Montanhas do Espírito Santo, Conilon Capixaba), Bahia (Planalto da Bahia, Cerrado da Bahia, e Atlântico Baiano), Paraná (Norte Pioneiro do Paraná), Rondônia, e Rio de Janeiro. A maioria destas plantações são produtoras de café arábica, enquanto o café canéfora (espécie *Coffea canephora* e variedades Robusta e Conilon) é produzido quase que exclusivamente em Rondônia para os Robustas Amazônicos e na

região norte do Espírito Santo e Sul da Bahia para Conilon, isto porque as condições edafoclimáticas destas regiões/estados são mais favoráveis ao canéfora (Costa, 2020, EMBRAPA, 2021). Essa discrepância entre as regiões produtoras de café arábica contra café canéfora já aponta a concorrência desleal entre as espécies que possuem potencial similar em qualidade desde que colhidas e processadas corretamente (Fiorott; Sturm, 2015).

Este equívoco se dá porque a qualidade não é inerente a espécie do café, mas sim a como o grão é cultivado e processado, o que para os canéforas, foi por um longo tempo realizado de forma inadequada. No entanto, ao longo da última década, os avanços científicos e tecnológicos na qualidade do café canéfora também foram alcançados e agora ele começa a ser reconhecido como um café de qualidade especial. O café canéfora fino ou especial é um café sem defeitos em que a bebida apresenta notas mais frutadas, sabor e aroma intensos, com amplas variações no corpo e acidez da bebida resultantes de uma combinação de genética varietal e microclima de origem, acentuados por cuidadosas práticas de cultivo e processamento (Fiorott; Sturm, 2015; Uganda Coffee Development Authority, 2010).

A exportação de cafés no Brasil tem crescido significativamente nos últimos três anos, tendo recordes de volume exportado, receita movimentada, o café robusta representa um percentual de 11,1% nas exportações, e apresenta uma crescente no volume exportado, sendo em 2017 apenas 296.069 em sacas de 60 Kg exportados e em 2020 o volume exportado supera 4,927 milhões de sacas, valor este que traduz o aumento da demanda internacional e a relevância do Brasil enquanto produtor e exportador (CECAFÉ, 2021). Além dos dados referentes a cafés de qualidade regular, tem-se que para o mesmo período o Brasil apresentou um crescimento de quase 35% na exportação anual de cafés diferenciados, em quesitos de sustentabilidade (20% do montante) e/ou qualidade (80%), saindo de 5.133 milhões de sacas em 2017 para 7.877 milhões em 2020. O café Robusta Amazônico é um dos cafés especiais do Brasil que tem ganhado mercado justamente alinhado a estes quesitos de diferenciação, associadas a uma agricultura sustentável e também a qualidade e segurança do alimento (CECAFÉ, 2021).

Como os cafés canéfora especiais do Brasil (Robusta Amazônico e Conilon capixaba e baiano) estão começando a ganhar popularidade no mercado brasileiro e internacional de café especial, eles são agora propícios a certificação de rastreabilidade de origem e também à fraude. Nesse sentido, a verificação da composição mineral destes cafés pode ser uma ferramenta poderosa, tanto para encontrar marcadores de qualidade no café que poderão ser atrelados a diversas características a serem analisadas, quanto para servir como sua autenticação e rastreabilidade destes cafés, pois os teores de minerais em café refletem o tipo de solo e as condições ambientais de cultivo. Diante disto, introduzimos e discutimos abaixo os métodos de análise de minerais em café e colocamos a questão chave - O perfil de minerais seria adequado para discriminação geográfica de cafés de pura origem?

MINERAIS EM CAFÉS

Vários estudos já abordaram a caracterização mineral do café em suas diferentes formas, origens e métodos de preparo, seja no grão verde ou no torrado mineralizado ou diretamente na bebida e abaixo descrevemos alguns exemplos que servirão de base para direcionar pesquisas futuras em ciência do café.

PREPARO DE AMOSTRA (MINERALIZAÇÃO):

O preparo de amostra visa, principalmente, adequar o analito ao instrumento que será utilizado na análise, podendo ser a etapa que consome mais tempo durante a análise do alimento. Em suma, a mineralização visa aumentar a seletividade da análise, através da redução do efeito de interferentes na matriz analisada. Nesta etapa ocorre a decomposição da amostra, frequentemente realizada em vias secas ou úmidas, para aplicação em métodos espectrométricos atômicos, geralmente se utiliza a solubilização da amostra, amplamente descrita por Pohl et al. (2013). Normalmente na mineralização são utilizados ácidos, como o ácido nítrico, ácido fluorídrico, entre outros e agentes oxidantes, como o peróxido de hidrogênio, para a destruição da matéria e liberação dos elementos inorgânicos da matriz. (Castro et al., 2009). Para cafés existe a possibilidade de que a avaliação dos minerais seja realizada diretamente na bebida, sem necessidade de preparo de amostra (Castro et al., 2009).

DETERMINAÇÃO DE MINERAIS:

Dados sobre o conteúdo de minerais, além de fornecer informações nutricionais valiosas, pode ser uma ferramenta poderosa para encontrar marcadores de qualidade no café que estão atrelados a características organolépticas na bebida (Kahiu et al., 2016) e ainda pode servir como método de autenticação de cafés classificados como finos ou especiais (Grembecka, 2007). Normalmente, a espectrometria atômica é utilizada para esse fim (Bertrand et al., 2008).

Os elementos inorgânicos no café representam 5% do peso do grão e podem ser divididos em três grupos: elementos principais ou minerais, com os majoritários sendo cálcio - Ca, potássio - K, magnésio - Mg, sódio - Na, enxofre - S, fósforo - P, elementos secundários ou micronutrientes, como cloro - Cl, cobalto - Co, cromo - Cr, cobre - Cu, ferro - Fe, manganês - Mn, molibdênio - Mo, níquel - Ni, selênio - Se, estrôncio - Sr, zinco - Zn, e oligoelementos

ou elementos traço, como alumínio – Al, arsênio – As, boro – B, bário – Ba, bromo – Br, cádmio – Cd, mercúrio – Hg, chumbo – Pb, estrôncio - Sn (Pohl et al., 2013).

De forma simplificada os dados da **Tabela 1** apontam para a análise do conteúdo de minerais como forma de discriminação da região de origem do café, Anderson & Smith (2002) identificaram P, Zn, Mg, Ca e K como elementos acima da média em concentração e através dos dados aplicados a análise computacional foi possível discriminar a origem continental do café, sendo neste estudo agrupados em África Ocidental, Indonésia e América Central/do Sul. Além das condições de cultivo o métodos de extração da bebida também pode influenciar no perfil de oligoelementos, Windisch et al. (2020) e Isac-Torrente et al. (2020) descrevem a concentração de Alumínio segundo métodos como o moca de alumínio

Tabela 1 – Elementos inorgânicos em cafês torrado e/ou moído (ICP-AES)

	Origem	Média (ug/g)
Cálcio (Ca)	Costa Rica (n=20)	1079
	Etiópia (n=20)	1013
	Sulawesi/ID (n=20)	934
Magnésio (Mg)	Costa Rica (n=20)	2203
	Etiópia (n=20)	2058
	Sulawesi/ID (n=20)	2347
Potássio (K)	Costa Rica (n=20)	18570
	Panamá (n=20)	18680
	Sulawesi/ID (n=20)	19160
Ferro (Fe)	Costa Rica (n=20)	15
	Etiópia (n=20)	12
	Sulawesi/ID (n=20)	21
Zinco (Zn)	Costa Rica (n=20)	7,97
	Etiópia (n=20)	7,82
	Sulawesi/ID (n=20)	7,87
Cobre (Cu)	Costa Rica (n=20)	18,1
	Etiópia (n=20)	13,8
	Sulawesi/ID (n=20)	12,5

Fonte: Autoria Própria (2021) Referência de dados: Anderson & Smith (2002)

conhecimento para café canéfora é ainda muito nova e aberta a grandes e extensivas investigações, assim como o pouco conhecimento suas características o tornam ainda mais instigante para desenvolvimento de métodos de análise almejando a inspeção e certificação. Com estes resultados, é possível sugerir que a análise quantitativa de minerais e utilização deste perfil podem ser um critério para designar a origem do café bem como seu sistema de cultivo e pureza, apresentando perspectivas promissoras para sua aplicação no estudo de discriminação e autenticação dos cafês canéforas especiais do Brasil. Além de ser uma forma viável de verificar a autenticidade do café canéfora fino brasileiro e certificar sua origem especial, essa proposta poderia ser usada para discriminar e classificar cafês finos das espécies mais consumidas mundialmente – arábica e canéfora.

AGRADECIMENTOS

Samuel Biano Jacundino (Processo 148010/2020-2) agradece, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação 2020-2021 (PIBITI) - Nº 08/2020, e colaboradores. Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

BIBLIOGRAFIA

BERTRAND, Benoît et al. Comparison of the effectiveness of fatty acids, chlorogenic acids, and elements for the chemometric discrimination of coffee (*Coffea arabica* L.) varieties and growing origins. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 6, p. 2273-2280, 2008.

CASTRO, Jacira T. et al. A critical evaluation of digestion procedures for coffee samples using diluted nitric acid in closed vessels for inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **Talanta**, v. 78, n. 4-5, p. 1378-1382, 2009.

CECAFÉ, 2021. Relatório de exportações. Retrieved August 24, 2021, from <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>

e ferro, café de capsulas, filtração, máquina de café entre outros. Pigozzi et al. (2018) e Debastiani et al. (2021) avaliaram a presença de elementos com potencial toxicidade em café, como chumbo, titânio.

Na literatura científica, portanto, o perfil mineral tem sido empregado para avaliar a autenticidade e a origem geográfica de amostras de café conforme também relatado por Oliveira et al. (2015) e por Pohl et al. (2013). O teor de minerais selecionados e elementos traço em café reflete o tipo de solo e as condições ambientais de cultivo. Várias aplicações em café a partir do perfil mineral são mencionadas na literatura (Oliveira et al., 2015; Pohl et al., 2013) e alguns exemplos bem sucedidos são as discriminações com base nas espécies de café, características do grão verde, diferenciação de sistema de cultivo orgânico e convencional, caracterização mineral do pó, avaliação da origem geográfica e também de cafês de pura origem e em suas diferentes formas, expresso, solúvel, entre outros. São encontradas informações que descrevem desde a análise dos próprios grãos de café, verdes ou torrados mineralizados, até suas infusões, mas nada sobre os novos e diversos perfis de cafês especiais do Brasil foi encontrado na revisão bibliográfica realizada.

Os resultados acima, junto com a análise geral das referências encontradas, indicam que a fronteira do

CRUZ, Rebeca; MORAIS, Simone; CASAL, Susana. Mineral composition variability of coffees: A result of processing and production. In: **Processing and impact on active components in food**. Academic Press, 2015. p. 549-558.

DEBASTIANI, Rafaela et al. Variance of elemental concentrations of organic products: the case of Brazilian coffee. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 486, p. 18-21, 2021.

EMBRAPA, 2021. Robusta Amazônico é caso de sucesso na cafeicultura nacional - **Portal Embrapa**. (n.d.). Retrieved August 24, 2021, from <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48939353/robusta-amazonico-e-caso-de-sucesso-na-cafeicultura-nacional>

FIAMEGOS, Yiannis et al. Are the elemental fingerprints of organic and conventional food different? ED-XRF as screening technique. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 99, p. 103854, 2021.

FIOROTT, A. S., and Sturm, G. M. (2015). "Café canéfora: Em busca de qualidade e reconhecimento". In *Café na Amazônia*, editado por Alaerto L. Marcolan e Marcelo Curitiba Espindula, 427–431. **Brasil: Embrapa**.

GREMBECKA, Małgorzata; MALINOWSKA, Ewa; SZEFER, Piotr. Differentiation of market coffee and its infusions in view of their mineral composition. **Science of the Total Environment**, v. 383, n. 1-3, p. 59-69, 2007.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Exports - Crop Year. Disponível em: <<http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1e-exports.pdf>> Acesso em: 04 mar. 2021.

ISAC-TORRENTE, Luis; FERNANDEZ-GOMEZ, Beatriz; MIGUEL, Marta. Coffee capsules: implications in antioxidant activity, bioactive compounds, and aluminum content. **European Food Research and Technology**, v. 246, n. 11, p. 2335-2347, 2020.

OLESZCZUK, Nédio et al. Method development for the determination of manganese, cobalt and copper in green coffee comparing direct solid sampling electrothermal atomic absorption spectrometry and inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **Talanta**, v. 73, n. 5, p. 862-869, 2007.

KAHIU, Ngugi; ALUKA, Pauline; MAINA, David. Variation of mineral micronutrient elements in robusta coffee (*coffea canephora pierre ex a. Froehner*) as measured by energy dispersive x-ray fluorescence. **Annual Research & Review in Biology**, p. 1-13, 2016

OLIVEIRA, Marta et al. Espresso beverages of pure origin coffee: Mineral characterization, contribution for mineral intake and geographical discrimination. **Food Chemistry**, v. 177, p. 330-338, 2015.

ORLANDO, Eduardo Adilson et al. Sodium in different processed and packaged foods: Method validation and an estimative on the consumption. **Food Research International**, v. 129, p. 108836, 2020.

PIGOZZI, Mariana Teixeira; PASSOS, Flávia Regina; MENDES, Fabrícia Queiroz. Quality of commercial coffees: heavy metal and ash contents. **Journal of food quality**, v. 2018, 2018.

POHL, Pawel et al. Determination of the elemental composition of coffee using instrumental methods. **Food analytical methods**, v. 6, n. 2, p. 598-613, 2013.

REBELLATO, Ana Paula et al. Fortification effects of different iron compounds on refined wheat flour stability. **Journal of cereal science**, v. 82, p. 1-7, 2018.

ŞEMEN, Sevcan et al. Elemental composition of green coffee and its contribution to dietary intake. **Food chemistry**, v. 215, p. 92-100, 2017.

SILVA, Joyce Grazielle Siqueira et al. In vitro digestion effect on mineral bioaccessibility and antioxidant bioactive compounds of plant-based beverages. **Food Research International**, v. 130, p. 108993, 2020.

SKOOG, D. A. et al. Principles of instrumental analysis: Douglas A. Skoog, F. James Holler, Timothy A. Nieman. **5th ed. Belmont (CA): Brooks/Cole**, 1998.

STELMACH, Ewelina; SZYMZYCHA-MADEJA, Anna; POHL, Pawel. A simplified determination of total concentrations of Ca, Fe, Mg and Mn in addition to their bioaccessible fraction in popular instant coffee brews. **Food chemistry**, v. 197, p. 388-394, 2016.

Uganda Coffee Development Authority. (2010). **Fine Robusta standards and protocols**. 1–47. Disponível em: <<https://www.coffeestrategies.com/wp-content/uploads/2015/04/compiled-standards-distribute1.1.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2020.

WINDISCH, Jakob; KEPPLER, Bernhard K.; JIRSA, Franz. Aluminum in Coffee. **ACS omega**, v. 5, n. 25, p. 15335-15343, 2020