

FBA 0201
Bromatologia Básica

MINERAIS EM ALIMENTOS

FCF-USP

Introdução

Minerais são substâncias de origem inorgânica amplamente distribuídos na natureza, que possuem diversas funções metabólicas no homem

O organismo não sintetiza minerais e depende da ingestão de alimentos contendo os minerais necessários.

O conteúdo de um dado mineral num alimento **depende do solo** em que é cultivado ou do alimento que é consumido pelos animais.

Minerais são classificados em duas classes:

Macroelementos: Cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo.

Consumo: maior do que 100 mg/dia ou
concentração maior que 0,5% no
organismo

Microelementos ou oligoelementos:

Elementos traço: Ferro, cobre, iodo, manganês, zinco, molibdênio, cromo, selênio e flúor.

Consumo: menos de 15 mg/dia ou
concentração menor que 0,05% no organismo

Minerais

Souci · Fachmann · Kraut

Food Composition and Nutrition Tables

Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen

La composition des aliments Tableaux des valeurs nutritives

5th revised and completed edition
5., revidierte und ergänzte Auflage
5^e édition, revue et complétée

medpharm
Scientific Publishers



Zuckermelone (Honigmelone) Cucumis melo L.	Muskmelon	Cantaloup (Melon)					
Dim	Protein	Fat	Carbo- hydrates	Organic Acids	Ethanol	Total	
Energy Value (Average) per 100 g edible portion	kJoule (kcal)	15.30 3.60	3.70 0.90	210.80 49.60	0.98 0.23	0.00 0.00	230.78 54.33
Waste Percentage	Average	20					
Constituents	Dim	AV	Variation	Nutr. Density		Mol %	
MAIN INGREDIENTS							
WATER	gram	85.40	- - -	gram/MJ	370.05		
PROTEIN	gram	0.90	- - -	gram/MJ	3.90		
FAT	gram	0.10	- - -	gram/MJ	0.43		
AVAILABLE CARBOHYDR.	gram	12.40	- - -	gram/MJ	53.73		
TOTAL DIETARY FIBRE	gram	0.73	1 - -	gram/MJ	3.16		
AVAILABLE ORG. ACIDS	gram	0.08	- - -	gram/MJ	0.35		
MINERALS	gram	0.40	- - -	gram/MJ	1.73		
MINERALS AND TRACE ELEMENTS							
SODIUM	milli	20.00	- - -	milli/MJ	86.66		
POTASSIUM	milli	330.00	- - -	milli/MJ	1429.93		
MAGNESIUM	milli	10.00	- - -	milli/MJ	43.33		
CALCIUM	milli	6.00	- - -	milli/MJ	26.00		
IRON	micro	200.00	- - -	micro/MJ	866.63		
COPPER	micro	68.50	52.00 -	85.00	micro/MJ	296.82	
ZINC	micro	325.00	200.00 -	450.00	micro/MJ	1408.27	
MOLYBDENUM	micro	34.00	- - -	micro/MJ	147.33		
PHOSPHORUS	milli	21.00	14.00 -	28.00	milli/MJ	91.00	
IODIDE	nano	700.00	- - -	nano/MJ	3033.19		
BORON	micro	111.00	30.00 -	240.00	micro/MJ	480.98	
SELENIUM	nano	500.00	2 - - -	nano/MJ	2166.57		
VITAMINS							
RETINOLEQUIVALENT	micro	783.58	79.92 -	3598.25	micro/MJ	3395.35	
TOTAL CAROTENOIDS	milli	4.73	0.51 -	21.62	milli/MJ	20.50	
ALPHA-CAROTENE	micro	30.00	- - -	micro/MJ	129.99		
BETA-CAROTENE	milli	4.67	0.45 -	21.56	milli/MJ	20.24	
CRYPTOXANTHIN	micro	29.00	- - -	micro/MJ	125.66		
VITAMIN E ACTIVITY	micro	140.00	- - -	micro/MJ	606.64		
TOTAL TOCOPHEROLS	micro	140.00	- - -	micro/MJ	606.64		
ALPHA-TOCOPHEROL	micro	140.00	- - -	micro/MJ	606.64		
VITAMIN K	micro	1.00	- - -	micro/MJ	4.33		
VITAMIN B1	micro	60.00	- - -	micro/MJ	259.99		
VITAMIN B2	micro	20.00	- - -	micro/MJ	86.66		
NICOTINAMIDE	micro	600.00	- - -	micro/MJ	2599.88		
FOLIC ACID	micro	30.00	- - -	micro/MJ	129.99		
VITAMIN C	milli	32.00	- - -	milli/MJ	138.66		
AMINO ACIDS							
LYSINE	milli	24.00	- - -	milli/MJ	104.00		
PHENYLALANINE	milli	28.00	- - -	milli/MJ	121.33		
TRYPTOPHAN	milli	5.00	- - -	milli/MJ	21.67		
FRUIT ACIDS							
MALIC ACID	milli	-	0.00 -	50.00	-	-	
CITRIC ACID	milli	75.00	0.00 -	150.00	milli/MJ	324.98	
OXALIC ACID TOTAL	-	-	- - -	-	-	-	

Análise de minerais em alimentos

Minerais são substâncias **inorgânicas**.....

Que fazem parte dos tecidos animais e vegetais.....
orgânicos

Análise de minerais tem como fase inicial a destruição da porção orgânica, sobrando a parte inorgânica, que vai ser analisada, qualitativa e quantitativamente.

Análise de minerais em alimentos

Fração cinzas

Pesar as amostras de alimentos em cadinhos de porcelana tarados

Mufla a 500-550oC

Calcina a fração orgânica até a produção de cinzas claras ou peso constante



Esfriar em dessecadores

Pesar

Tabela 1 - Diferentes teores de cinzas encontradas nos alimentos.

Alimentos	% cinzas
Farinha de peixe	15,0 %
Farinha de trigo	0,8%
Leite	6,0%
Cacau	5,4%
Feijão	4,0%
Açúcar	0,0%
Repolho	0,7%

Análise elementar de minerais

- Passo 1: Decompor a fração orgânica (por via seca ou úmida)
- Passo 2: solubilizar as cinzas em ácido nítrico (HNO_3) ou HCl conc., ferver e evaporar a solução até secagem.
- Passo 3: re-dissolver resíduo em 0.5 N HCl .
- Passo 4: conc. ou diluir
- Passo 5: determinar os componentes individuais (escolher metodologia de análise).

Análise elementar de minerais

Métodos de preparo de amostra

Decomposição por via Seca

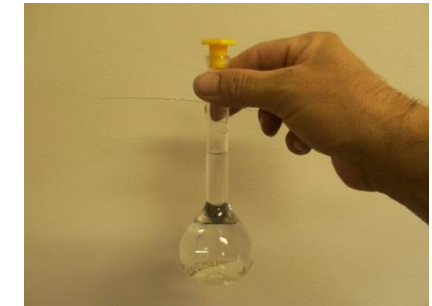
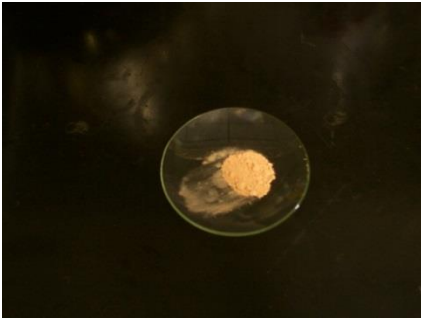
+ o método mais simples

- **Destrução da matéria orgânica** pelo aquecimento da amostra em um forno tipo mufla na presença de ar a **400-800°C**
- O resíduo é dissolvido em ácido e transferido para um frasco volumétrico antes da análise.

Análise elementar de minerais

Métodos de preparo de amostra

Decomposição por via Seca

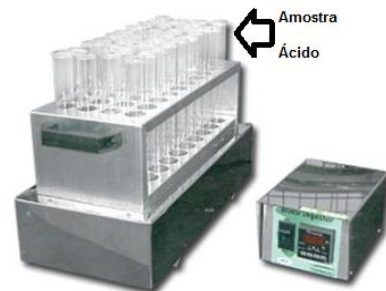


Análise elementar de minerais

Métodos de preparo de amostra

Decomposição por via Úmida

- Utilizando-se misturas oxidantes (ácidas), sendo o mais empregado o Nítrico (HNO_3), ponto de ebulição $122\text{ }^\circ\text{C}$
- Sistemas abertos - com aquecimento convencional
- Sistemas fechados - com aquecimento por microondas



Análise elementar de minerais

Técnicas de Análise dos Minerais

Espectrofotometria

Espectrometria de Absorção Atômica

**Espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado
(ICP-MS)**

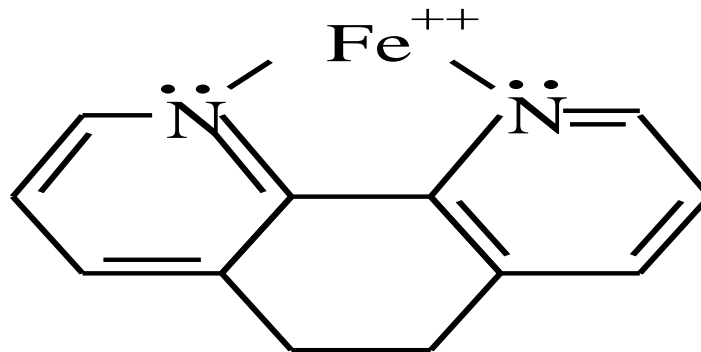
Análise elementar de minerais

Técnicas de Análise dos Minerais

Espectrofotometria

formação de complexo colorido com algum ligante e leitura em espectrofotômetro

Exemplo: Fe^{++} (ion ferroso) reage com fenantrolina (ortofenantrolinas). O complexo pode ser lido a 510 nm.

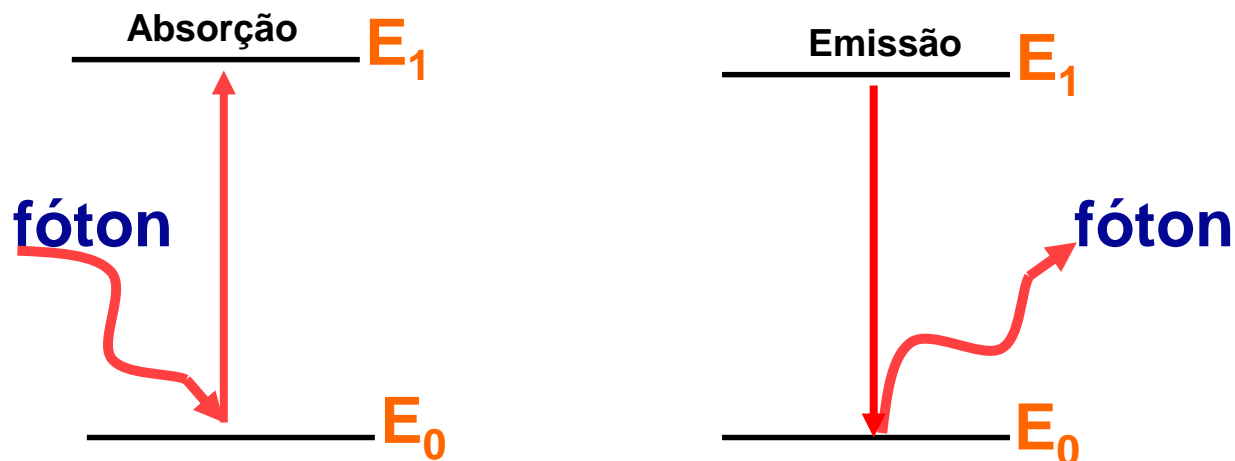


Espectrometria de Absorção Atômica

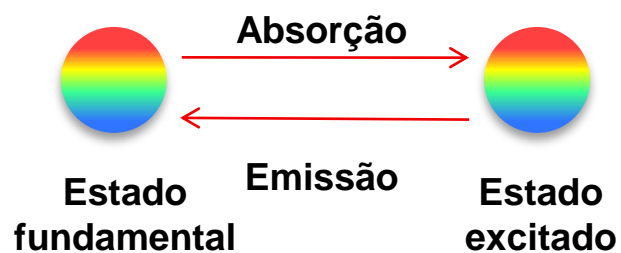
Absorção Atômica e Emissão Atômica

Absorção de radiação eletromagnética por átomos no seu estado fundamental e excitado.

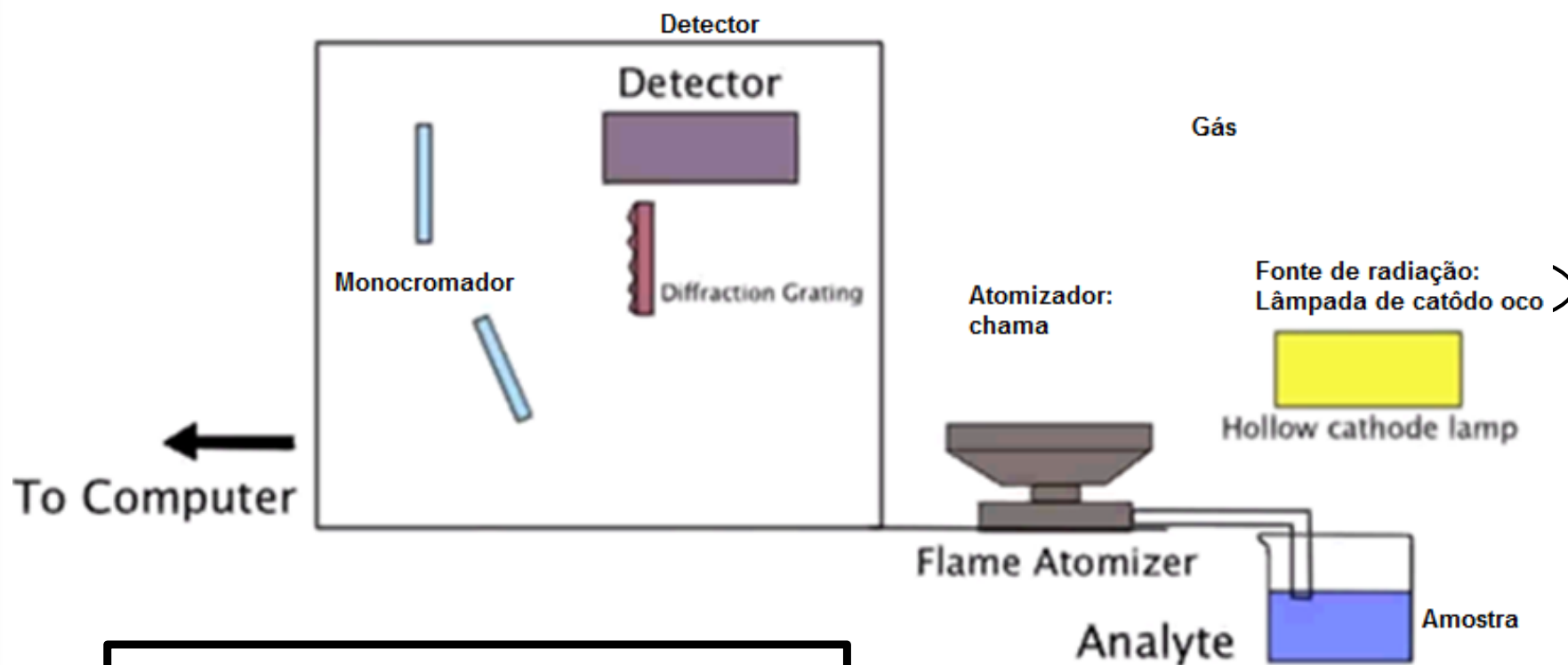
Os elementos precisam ser atomizados para absorverem luz.



Espectrometria de Absorção Atômica



Espectrometria de Absorção Atômica



MONOCROMADOR:

Selecionar o comprimento de onda desejado.

Análise elementar de minerais

Técnicas de Análise dos Minerais

Espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS)

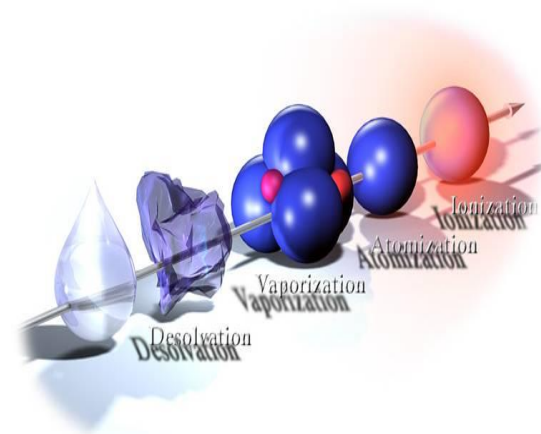
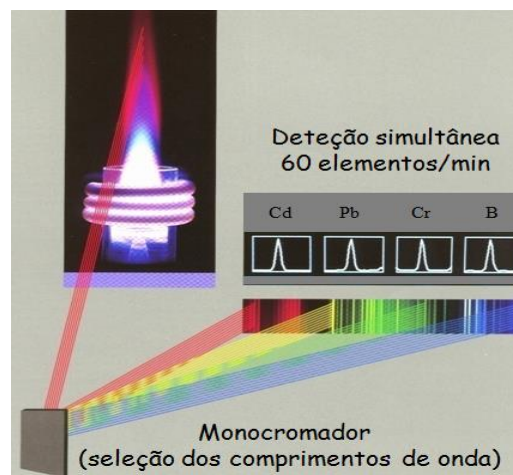
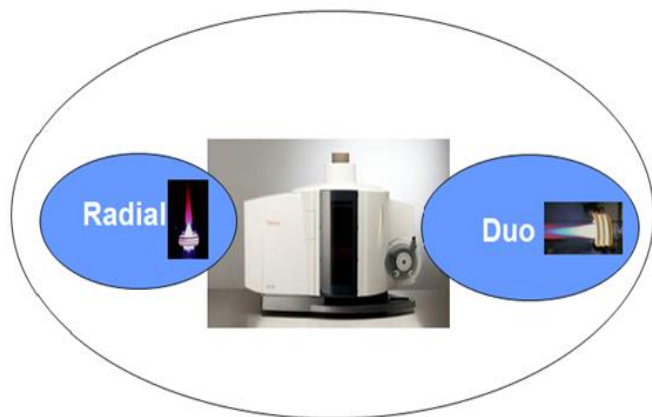
Componentes de um ICP-MS

- Um sistema de introdução de amostras, normalmente um nebulizador
- Uma fonte de íons, nesse caso o plasma acoplado (ICP) que é uma fonte de alta temperatura que promove a ionização,
- A interface que promove a focalização dos íons
- Um sistema analisador de massas (quadrupolo)
- Um sistema de detecção de íons (detetor multiplicador de elétrons)

Princípio da Técnica

O plasma tem três funções principais:

- Fonte para obtenção dos átomos livres do analito no estado fundamental
- Ionização parcial dos átomos do analito
- Excitação dos átomos e íons para estados mais energéticos



Cuidados na Análise de Minerais

Cuidados com a vidraria:

manter separada da usada para outras técnicas analíticas
desmineralização de todo o material com ácido nítrico 20%

Operador deve usar luvas e cuidar para não contaminar a amostra e
usar água ultrapura

Usar padrões e reagentes certificados para absorção atômica

Preparar soluções diluídas somente na hora de usar

Minerais e vitaminas

Biodisponibilidade

Refere-se à fração de qualquer nutriente ingerido que tem o potencial para suprir demandas fisiológicas em tecidos alvos.

Um exemplo de avaliação de biodisponibilidade de um mineral

Avaliação por métodos *in vitro* e *in vivo* da **biodisponibilidade** de sulfato ferroso microencapsulado

Justificativa para o trabalho

A ANVISA tornou obrigatória a **fortificação** das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico, para combater a **anemia por deficiência de ferro**.

A fortificação de alimentos com sais de ferro, tem como principal vantagem alcançar todos o segmentos da população sem a cooperação do indivíduo.

Essa fortificação é difícil, porque as formas de ferro com boa solubilidade, como FeSO_4 , são quimicamente reativas e provocam alterações organolépticas indesejáveis quando adicionadas aos alimentos.

Compostos de ferro inerte ou sais de ferro insolúveis, como ferro reduzido e fosfato ferroso, não produzem tais alterações, mas têm baixa absorção.

Como principais características, o composto de ferro a ser utilizado deve:
possuir solubilidade elevada e, assim, boa biodisponibilidade,
não diminuir o valor nutricional do veículo no qual foi adicionado e
não alterar suas propriedades organolépticas.

Avaliação por métodos *in vitro* e *in vivo* da **biodisponibilidade** de sulfato ferroso microencapsulado

Objetivo. Avaliar, por métodos *in vitro* e *in vivo*, a biodisponibilidade de uma nova forma de sulfato ferroso microencapsulado (genericamente denominado *Ferlim*), desenvolvido para a fortificação de alimentos, comparando-a com a de ferro eletrolítico (Fe).

Métodos. A avaliação da dialisabilidade *in vitro* utilizou como matriz leite em pó reconstituído. A avaliação *in vivo*, utilizando o método de recuperação de hemoglobina em leitões anêmicos, teve duração de 13 dias e os animais (n=23) foram agrupados de acordo com o produto do peso (kg) x hemoglobina (g/dL). Como controle foi utilizado FeSO₄.7H₂O.

Conclusão

A microencapsulação do sulfato ferroso com alginato mantém sua biodisponibilidade, caracterizando-se como boa alternativa para a fortificação de misturas sólidas.