



USP
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Curso de Nutrição e Metabolismo
Disciplina de Nutrição Humana



Minerais III

Prof. Dr. Fábio da Veiga Ued

Ribeirão Preto – 2019

1. Macrominerais → necessidade $\geq 100\text{mg}/\text{dia}$
 - Sódio, Potássio, Cloro, Cálcio, Fósforo, Magnésio
2. Microminerais (oligoelementos) → necessidade $< 15\text{mg}/\text{dia}$
 - Ferro, Cobre, Zinco, Selênio, Iodo, Manganês, Boro, Cromo, Molibdênio, Enxofre, Flúor, Cobalto
3. Elementos tóxicos
 - Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Arsênio, Alumínio

Cromo

Cromo

- Características principais:
 - Cofator enzimático
 - Metabolismo de carboidratos e lipídios



- Cofator enzimático
 - Cofator de proteínas de baixo peso molecular (oligopeptídeos)

- Metabolismo de carboidratos e lipídios
 - Potencializa a ação da insulina → Cr regula a síntese de uma molécula (cromodulina) que estimula a atividade da tirosina quinase do receptor de insulina → auxilia a ligação da insulina ao seu receptor celular
 - Melhora a sensibilidade à insulina
 - ↓ níveis de CT, LDL, TG: mecanismos pouco esclarecidos

Absorção

- Absorção → intestino delgado (0,5 a 2,5% da quantidade consumida)

- Fatores que favorecem a absorção de cromo
 - Ácido ascórbico

- Fatores que dificultam a absorção de cromo
 - Fitatos

Metabolismo e excreção

- Cr → transportado pela transferrina, albumina e globulina α_2
- Armazenamento → fígado, baço, tecidos moles e ossos

- Excreção → rins (urina), pele (suor) e fezes (bile)
- Trauma físico e exercício extenuante: excreção

Recomendações nutricionais

- RDA → não foi estabelecida
- AI → 35 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para homens adultos, e 25 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para mulheres adultas

- UL → não foi estabelecida

AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants															
0 to 6 mo	200*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
6 to 12 mo	260*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
Children															
1-3 y	700	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4-8 y	1,000	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
Males															
9-13 y	1,300	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,000	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
>70 y	1,200	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
Females															
9-13 y	1,300	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	24*	890	3*	150	15	360	1.6*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
>70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
Pregnancy															
14-18 y	1,300	20*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	12	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
Lactation															
14-18 y	1,300	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	13	5.1*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

RDA → em negrito
AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Arsenic*	Boron (mg/d)	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Nickel (mg/d)	Phosphorus (g/d)	Selenium (µg/d)	Silicon*	Vanadium (mg/d)	Zinc (mg/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants																			
0 to 6 mo	ND*	ND	1,000	ND	ND	0.7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4	ND	ND
6 to 12 mo	ND	ND	1,500	ND	ND	0.9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	4	ND	ND
Children																			
1-3 y	ND	3	2,500	ND	1,000	1.3	200	40	65	2	300	0.2	3	90	ND	ND	7	1.5	2.3
4-8 y	ND	6	2,500	ND	3,000	2.2	300	40	110	3	600	0.3	3	150	ND	ND	12	1.9	2.9
Males																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
>70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Females																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
>70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Pregnancy																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	3.5	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
Lactation																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6

Fontes alimentares

- Frutos do mar (ostras, mexilhões)
- Grãos integrais (linhaça, quinoa, trigo, aveia, chia)
- Levedo de cerveja
- Queijos
- Batata, brócolis e espinafre
- Frutas (laranja, maçã, banana, uva)
- Carnes (músculo, fígado)



Deficiência x excesso

- Deficiência
 - Resistência à insulina
- Excesso
 - Toxicidade por ingestão alimentar ainda não foi relatada
 - Insuficiência renal?
 - Disfunção hepática?

Molibdênio

Molibdênio

- Característica principal:
 - Cofator enzimático
 - Sulfito oxidase, xantina oxidase e aldeído oxidase
 - Catabolismo de aminoácidos sulfurados, purinas e pirimidinas
 - Reações de redução e oxidação → transporte de elétrons intracelular
 - Enzimas que atuam na mobilização das reservas hepáticas de Fe



Absorção, metabolismo e excreção

- Absorção → estômago e intestino delgado (↑ 50% da quantidade consumida)
- Fatores que dificultam a absorção de molibdenio
 - Sulfato
 - Tungstênio
 - Excesso de cobre
- Mo → transportado pela α -macroglobulina
- Armazenamento → quantidades mínimas no organismo → fígado, rins, intestino delgado e glândulas adrenais
- Excreção → rins (urina) e fezes

Recomendações nutricionais

- RDA → 45 $\mu\text{g}/\text{dia}$ (adultos)
- UL → 2000 $\mu\text{g}/\text{dia}$ (adultos)

RDA e AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements
 Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants															
0 to 6 mo	200*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
6 to 12 mo	260*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
Children															
1-3 y	700	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4-8 y	1,000	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
Men															
9-13 y	1,300	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,000	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
Women															
9-13 y	1,300	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	24*	890	3*	150	15	360	1.6*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
> 70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
Pregnancy															
14-18 y	1,300	20*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	12	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
Lactation															
14-18 y	1,300	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	13	5.1*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

RDA → em negrito
 AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements
 Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Arsenic*	Boron (mg/d)	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Nickel (mg/d)	Phosphorus (g/d)	Selenium (µg/d)	Silicon*	Vanadium (mg/d)	Zinc (mg/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants																			
0 to 6 mo	ND*	ND	1,000	ND	ND	0.7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4	ND	ND
6 to 12 mo	ND	ND	1,500	ND	ND	0.9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	4	ND	ND
Children																			
1-3 y	ND	3	2,500	ND	1,000	1.3	200	40	65	2	300	0.2	3	90	ND	ND	7	1.5	2.3
4-8 y	ND	6	2,500	ND	3,000	2.2	300	40	110	3	600	0.3	3	150	ND	ND	12	1.9	2.9
Men																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Women																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
> 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Pregnancy																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	3.5	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
Lactation																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6

Fontes alimentares

- Quantidade Mo nos alimentos vegetais → depende da região (solo) onde foi cultivado
- Leguminosas (lentilha, feijão)
- Oleaginosas (amêndoas, amendoim, castanhas, nozes)
- Grãos integrais (linhaça, quinoa, trigo, aveia, chia)
- Vegetais (coco, tomate, cenoura, alface, couve-flor, cebola, pimentão)
- Leite e derivados
- Ovo



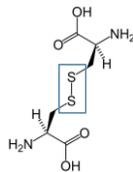
Deficiência x excesso

- Deficiência
 - Poucos relatos de deficiência
 - Taquicardia
 - Cegueira noturna
 - Taquipneia
- Excesso
 - Poucos relatos de toxicidade
 - Retardo de crescimento
 - Anemia
 - ↑ ácido úrico e gota

Enxofre

Enxofre

- Característica principal:
 - Componente de moléculas orgânicas
 - Constituinte de 2 aminoácidos → cisteína e metionina
 - Pontes dissulfeto → estrutura terciária de proteínas → ex: insulina
 - Glutathione → contém cisteína → ação antioxidante
 - Heparina → anticoagulante no fígado
 - Constituinte de 3 vitaminas → tiamina, biotina e ácido pantotênico



Absorção, metabolismo e excreção

- Absorção → intestino delgado (absorvido como metionina e cisteína)
- S → transportado junto aos aminoácidos
- No fígado → aminoácidos contendo enxofre → incorporados a proteínas
- Após catabolismo dos aminoácidos → sulfato eliminado na urina
- Excreção → rins (urina)

Recomendações nutricionais

- Não há DRI para o enxofre

Deficiência x excesso

- Não há relato de alterações orgânicas por deficiência ou excesso de enxofre

Fontes alimentares

- Carnes, aves, peixes
- Ovos
- Leguminosas (lentilha, feijão)
- Vegetais (brócolis, couve-flor, aspargo, alho, cebola)



Flúor

Flúor

- Características principais:

- Não é necessário em vias metabólicas
- Constituição de ossos e dentes
 - F → essencial para o esmalte dental → produz cristais de apatita mais estáveis
 - F → agente antibacteriano na cavidade oral → inibidor de enzimas
 - Formação de fluorapatita em ossos e dentes



Absorção, metabolismo e excreção

- Absorção → intestino delgado (90% da quantidade consumida)
- Absorvido na forma de ácido fluorídrico (HF)
- Fator que facilita a absorção de flúor
 - pH ácido
- HF → circula pelo plasma → F penetra nos espaços intracelulares
- Armazenamento → rins e ossos
- Excreção → rins (urina)

Recomendações nutricionais

- RDA → não estabelecidas
- AI → 4 mg/dia para homens adultos, e 3 mg/dia para mulheres adultas
- UL → 10 mg/dia (adultos)

AI

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants															
0 to 6 mo	200*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
6 to 12 mo	260*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
Children															
1-3 y	700	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4-8 y	1,000	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
Males															
9-13 y	1,300	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,000	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
≥ 70 y	1,200	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
Females															
9-13 y	1,300	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14-18 y	1,300	24*	890	3*	150	15	360	1.6*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51-70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
≥ 70 y	1,200	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
Pregnancy															
14-18 y	1,300	29*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	12	4.7*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
Lactation															
14-18 y	1,300	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	13	5.1*	1.5*	2.3*
19-30 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31-50 y	1,000	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

RDA → em negrito

AI → asterisco

UL

Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements
 Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Arsenic*	Boron (mg/d)	Calcium (mg/d)	Chromium	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)†	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Nickel (mg/d)	Phosphorus (g/d)	Selenium (µg/d)	Silicon*	Vanadium (mg/d)†	Zinc (mg/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants																			
0 to 6 mo	ND	ND	1,000	ND	ND	0.7	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	45	ND	ND	4	ND	ND
6 to 12 mo	ND	ND	1,500	ND	ND	0.9	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	ND	5	ND	ND
Children																			
1-3 y	ND	3	2,500	ND	1,000	1.3	200	40	65	2	300	0.2	3	90	ND	ND	7	1.5	2.3
4-8 y	ND	6	2,500	ND	3,000	2.2	300	40	110	3	600	0.3	3	150	ND	ND	12	1.9	2.9
Males																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
≥ 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Females																			
9-13 y	ND	11	3,000	ND	5,000	10	600	40	350	6	1,100	0.6	4	280	ND	ND	23	2.2	3.4
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
51-70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
≥ 70 y	ND	20	2,000	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3	400	ND	1.8	40	2.3	3.6
Pregnancy																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	3.5	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
61-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	3.5	400	ND	ND	40	2.3	3.6
Lactation																			
14-18 y	ND	17	3,000	ND	8,000	10	900	45	350	9	1,700	1.0	4	400	ND	ND	34	2.3	3.6
19-30 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6
31-50 y	ND	20	2,500	ND	10,000	10	1,100	45	350	11	2,000	1.0	4	400	ND	ND	40	2.3	3.6

Fontes alimentares

- Água potável
 - Flúor adicionado na água → água fluoretada
 - Visando prevenção de cáries
 - Brasil → Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974
- Alimentos preparados com água fluoretada (sopas, ensopados)
- Peixes e frutos do mar



Deficiência x excesso

- Deficiência
 - Cárie dental
- Excesso
 - Ingestão de pasta de dente
 - Fluorose dentária (crianças)
 - Hipersalivação
 - Náuseas, vômitos, diarreia

Cobalto

Cobalto

- Características principais:
 - Componente de moléculas orgânicas
 - Constituinte da vitamina B12
 - Cofator enzimático
 - Metionina aminopeptidase



Absorção, metabolismo e excreção

- Absorção → intestino delgado (18 a 97% da quantidade consumida)
- Absorvido como cobalto inorgânico ou como cobalto da vitamina B12
- Co inorgânico → não pode ser utilizado para síntese de vitamina B12 no organismo
- Armazenamento → fígado e rim (como componente da vitamina B12)
- Excreção → rins (urina), fezes, suor, cabelo

Recomendações nutricionais

- Não há DRI para o cobalto

Deficiência x excesso

- Não há relato de alterações orgânicas por deficiência de cobalto
- Excesso (em modelos animais)
 - Politicemia (excesso de glóbulos vermelhos)
 - Hiperplasia da medula óssea

Fontes alimentares

- Cobalto → obtido a partir da ingestão de vitamina B12
- Alimentos de origem animal
- Carnes, aves, peixes
- Leite e derivados



Cádmio

Cádmio

- Características principais:
 - Elemento tóxico
 - Pode se acumular no fígado e rins
 - Forte interação com metais bivalentes
- Fontes de exposição:
 - Baterias e componentes eletrônicos
 - Recipientes de cerâmica (pigmentos de Cd) e de plástico expostos à luz
 - Solo e água (contaminados ou não)



- Absorção, metabolismo e excreção:

- Absorção → intestino delgado
 - Baixa absorção (3 a 8%)
 - Cd inalado → mais absorvido que o ingerido
- Transportado por metalotioneína até o fígado e rim
- Retenção no corpo → longa meia-vida (16 a 33 anos)
- Competição com sítios de ligação do Zn
- Excreção → rins (urina) e fezes

- Ingestão máxima tolerável:

- 25 µg Cd/ kg de peso/ mês
- Não há DRI estabelecida
- Apesar de estar presente no solo e na água, não deve ser adicionado a alimentos

- Alimentos:

- Vegetais folhosos, grãos, cogumelos, crustáceos
- Sempre que possível → conhecer a procedência (local de plantio) do alimento
- No Brasil → resolução RDC nº42 de 29/08/2013 → determina o limite máximo de contaminantes inorgânicos nos alimentos

- Toxicidade:

- Exposição crônica ao Cd nos alimentos:
 - Nefropatia irreversível
 - Insuficiência renal
 - Proteinúria
 - Diarreia
 - Vômitos
 - Câncer de pulmão (inalação)

Chumbo

Chumbo

- Características principais:
 - Elemento tóxico (sem função vital no organismo humano)
 - Acumula-se principalmente nos ossos
- Fontes de exposição:
 - Poluição ambiental (indústrias)
 - Tintas em brinquedos
 - Recipientes de estocagem vitrificados
 - Solo e água contaminados



- Absorção, metabolismo e excreção:
 - Absorção → intestino delgado
 - Baixa absorção (5 a 10%)
 - Retenção nos ossos (90%) → longa meia-vida (20 anos)
 - Quantidade retida aumenta com a idade
 - ↓ ingestão de Ca e P: ↑ retenção de Pb nos tecidos
 - Pb → prejudica a síntese do grupo Heme
 - Excreção → rins (urina), fezes (bile), leite materno, suor, cabelo e unhas
- Ingestão máxima tolerável:
 - Não é possível estabelecer um valor seguro para a saúde humana

- Alimentos:
 - Vegetais folhosos, frutas, grãos (poluição ambiental em contato com a superfície dos vegetais, solo contaminado), crustáceos (água contaminada) e vinhos (equipamentos de produção)
 - Sempre que possível → conhecer a procedência do alimento
 - No Brasil → resolução RDC nº42 de 29/08/2013 → determina o limite máximo de contaminantes inorgânicos nos alimentos
- Toxicidade:
 - Cólica
 - Anemia
 - Nefropatia
 - Neuropatia
 - Hipertensão
 - Encefalopatia (letargia, vômito, irritabilidade, tontura, perda de consciência, retardo mental, epilepsia, coma, morte)

Mercúrio

Mercúrio

- Características principais:
 - Elemento tóxico (sem função vital no organismo humano)
 - Acumula-se nos rins, cérebro, eritrócitos e pele
- Fontes de exposição:
 - Poluição ambiental (combustão de combustíveis fósseis, garimpo)
 - Produzido por microorganismos
 - Solo e água contaminados



- Absorção, metabolismo e excreção:

- Absorção → intestino delgado
 - Compostos orgânicos de Hg → 90 a 95% absorvidos (metilmercúrio)
 - Compostos inorgânicos de Hg → 7% absorvidos (sais de mercúrio)
- Após absorção → ligação aos grupos sulfidrilas das proteínas (albumina) e acúmulo nos eritrócitos
- Inorgânicos → rim
- Orgânicos → cérebro
- Selênio e vitamina E → efeito protetor na intoxicação por Hg
- Excreção → rins (urina), fezes (bile), leite materno, glândulas salivares

- Ingestão máxima tolerável:

- 4 µg Hg inorgânico/ kg de peso/ mês
- 1,6 µg Hg orgânico/ kg de peso/ mês

- Alimentos:

- Vegetais (solo contaminado), peixes e frutos do mar (água contaminada)
- Sempre que possível → conhecer a procedência do alimento
- No Brasil → resolução RDC nº42 de 29/08/2013 → determina o limite máximo de contaminantes inorgânicos nos alimentos

- Toxicidade:

- Metilmercúrio → forma mais tóxica
- Formigamento na boca, lábios e extremidades
- Fraqueza, fadiga
- Alterações neurológicas (tremores, vertigem, irritabilidade, depressão)
- Perda de visão e audição
- Deterioração mental
- Coma, morte

Arsênio

Arsênio

- Características principais:
 - Elemento tóxico
 - Amplamente distribuído geologicamente
 - Acumula-se na pele, unhas e cabelo
- Fontes de exposição:
 - Queima de carvão, pesticidas, herbicidas, aditivos em rações animais e produtos farmacêuticos
 - Solo e água (contaminados ou não)



- Absorção, metabolismo e excreção:
 - Absorção → intestino delgado (↑ 50%)
 - Arsenito → afinidade com grupos tióis → ligação com proteínas no fígado, músculo, cabelo, unha, pele e leucócitos
 - Excreção → rins (urina), fezes (bile), leite materno, glândulas salivares

- Ingestão máxima tolerável:
 - 2 a 7 $\mu\text{g As / kg de peso/ dia}$
 - Apesar de estar presente no solo e na água, não deve ser adicionado a alimentos

- Alimentos:
 - Vegetais (solo contaminado ou não), aves (ração), peixes e frutos do mar (água contaminada)
 - Sempre que possível → conhecer a procedência do alimento
 - No Brasil → resolução RDC nº42 de 29/08/2013 → determina o limite máximo de contaminantes inorgânicos nos alimentos

- Toxicidade:
 - Fraqueza
 - Vômitos
 - Queimação na garganta
 - Dores musculares
 - Câncer de pele e pulmão

Alumínio

Alumínio

- Características principais:

- Elemento de baixa toxicidade, sem função vital no organismo humano
- 2º elemento mais abundante na crosta terrestre

- Fontes de exposição:

- Embalagem de alimentos, utensílios de cozinha, tinta, materiais isolantes, cosméticos, aditivos alimentares (silicatos e fosfatos) e antiácidos
- Emissões industriais
- Solo e água (contaminados ou não)



- Absorção, metabolismo e excreção:
 - Absorção → intestino delgado (1% da quantidade consumida)
 - Ácido cítrico → aumenta absorção
 - Fosfato → diminui absorção (sal insolúvel)
 - ↓ quantidade absorvida → ligado a transferrina e albumina
 - ↓ acúmulo no organismo → ossos, fígado, rim e cérebro
 - Excreção → rins (urina: 95%), fezes (bile: 5%)

- Ingestão máxima tolerável:
 - 1 mg Al / kg de peso/ semana
 - Apesar de estar presente no solo e na água, não deve ser adicionado a alimentos

- Alimentos:
 - Alimentos ácidos cozinhados em panelas de Al não revestidas
 - Fórmulas infantis à base de soja
 - Leites e derivados, chicletes, água potável, manjeriço, orégano
 - No Brasil → resolução RDC nº45 e 46/2010 → determina regras e limites para aditivos alimentares

- Toxicidade:
 - Ingestões excessivas na dieta → não há risco conhecido para pessoas saudáveis
 - Os riscos surgem apenas do consumo habitual de antiácidos e para pessoas com função renal prejudicada
 - Osteomalácia (Al inibe formação do fosfato de cálcio)
 - Anemia (Al reduz absorção do ferro, satura transferrina)
 - Doenças neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson)