



HNT208 Nutrição Humana

Cálcio, fósforo e vitamina D



CÁLCIO



Cálcio

Mineral mais abundante no organismo humano

1% fluidos extracelulares e tecidos

99% ossos e dentes

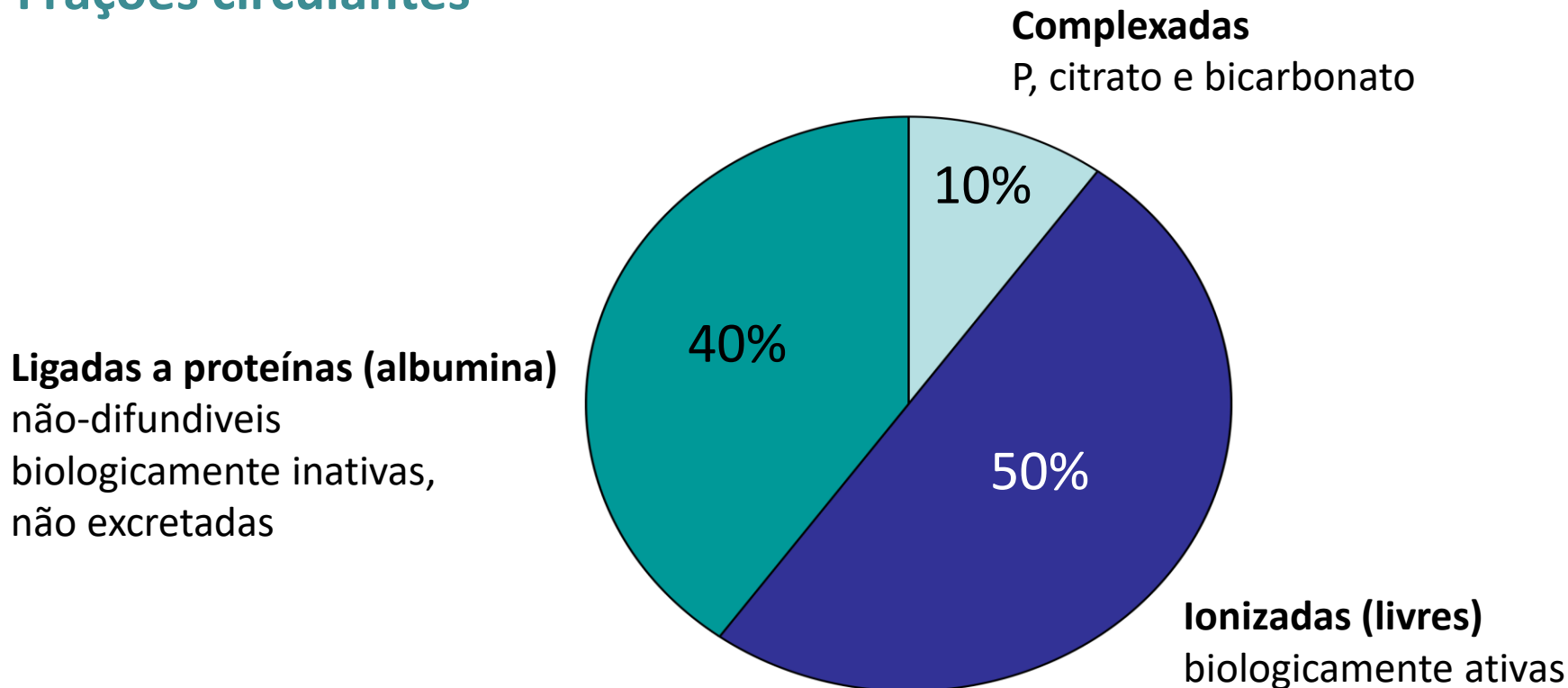


estrutura, postura e
locomoção

reserva de cálcio

Cálcio

Frações circulantes



$$\text{Ca}^{2+} \text{ total} = \text{Ca}^{2+} \text{ ionizado} + \text{Ca}^{2+} \text{ ligado proteínas} + \text{Ca}^{2+} \text{ complexado}$$

(2,2 - 2,6 mmol/L) (1,1-1,3 mmol/L) (0,9-1,1 mmol/L) (0,2-0,3 mmol/L)

Cálcio

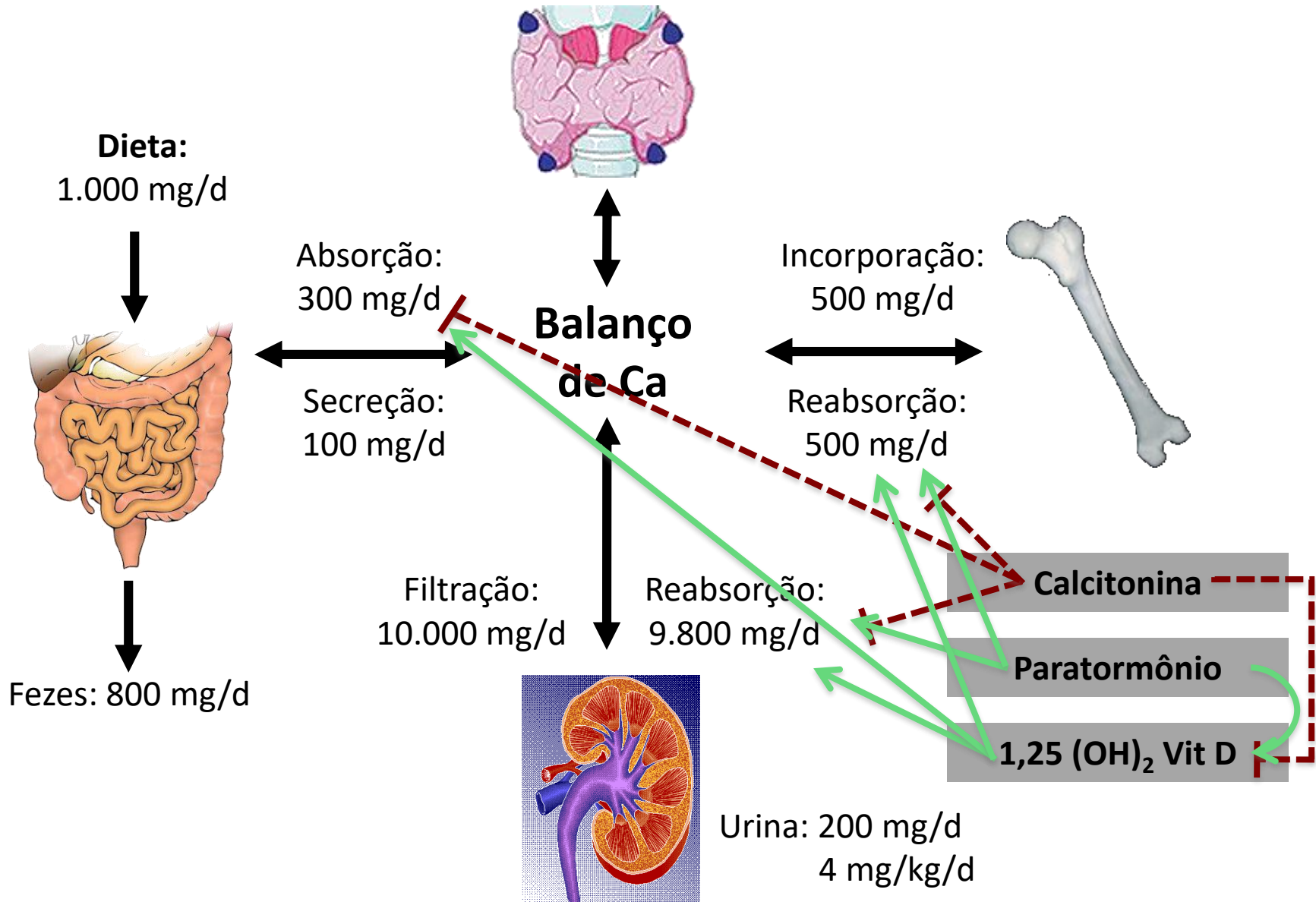
Funções

Estrutural: sais de cálcio – *crístais de hidroxiapatita*, necessários para a mineralização óssea e a manutenção do produto mineral normal

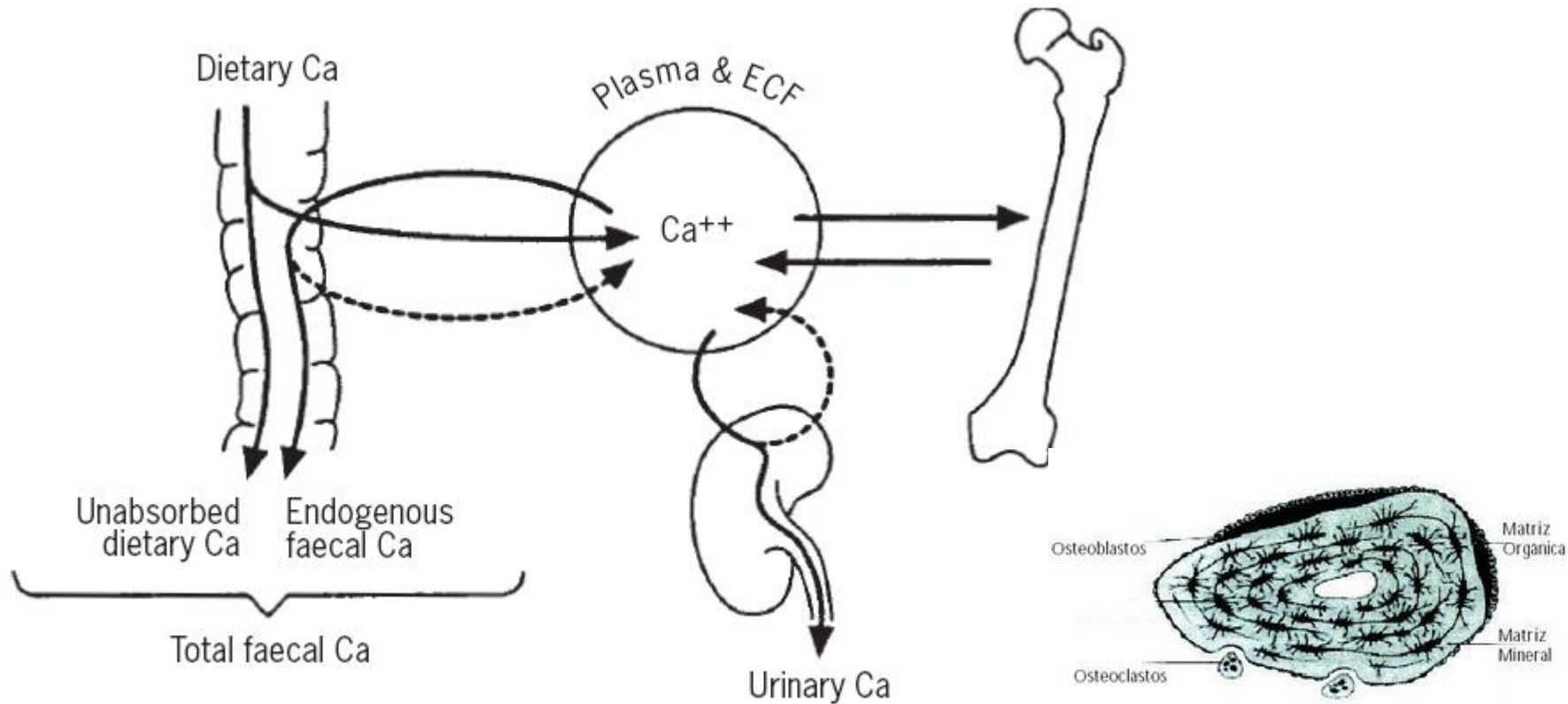
Cofator para enzimas e proteínas: ativação de proteínas envolvidas na cascata de coagulação

Mensageiro intracelular: transmissão de impulsos nervosos, contrações musculares, vasoconstrição e vasodilatação, secreção de hormônios

Cálcio



Cálcio



Osteoblastos: síntese óssea

Osteoclastos: ácidos cítrico e láctico (dissolução da matriz mineral) e enzimas proteolíticas (digestão matriz orgânica)

Cálcio

Absorção intestinal

$1,25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$

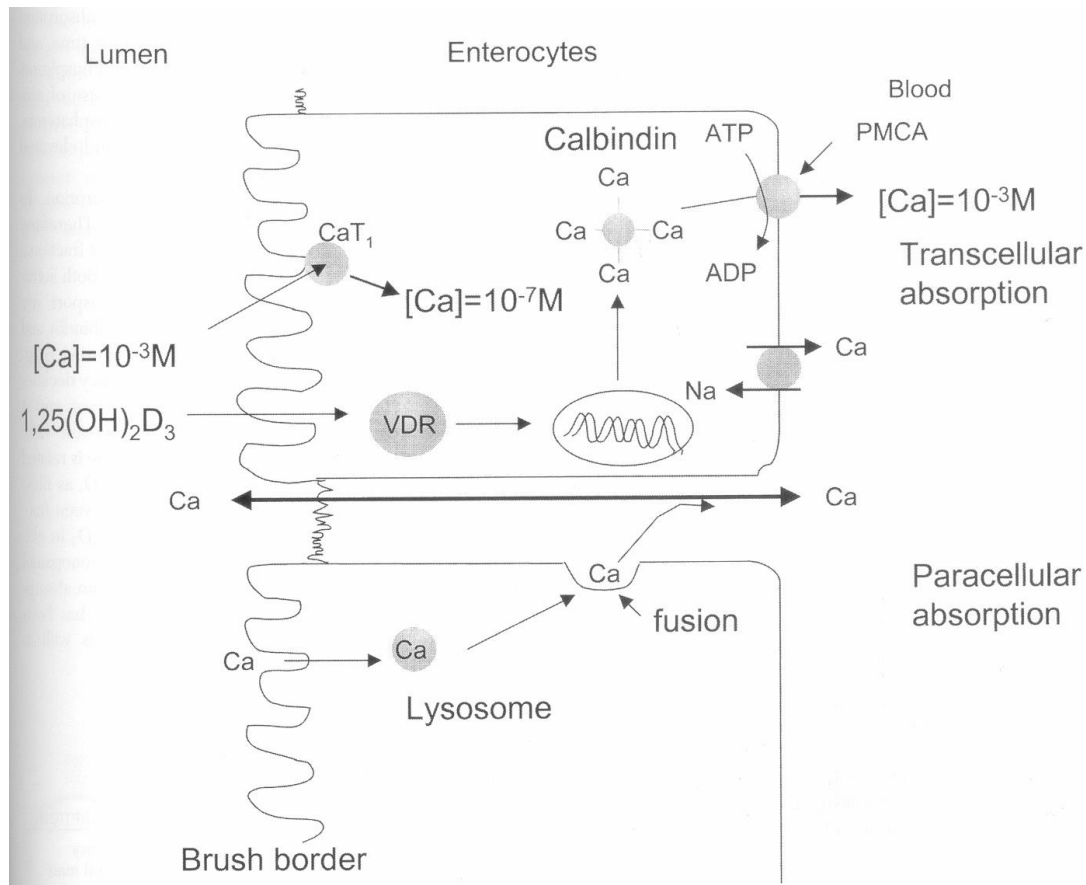
**Principal estímulo hormonal para a absorção intestinal
Duodeno e jejuno**

Ingestão baixa (160 mg/d): absorção ~120 mg/d

Ingestão normal (800 mg/d): absorção ~400 mg/d

Cálcio

Absorção intestinal



Saturável

**Depende de
concentração**

Cálcio

Absorção intestinal

↑ ABSORÇÃO:

Crescimento

Gestação e lactação

> produção de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Acidez estomacal

Hiperparatireoidismo

↓ ABSORÇÃO:

Idade

Ingestão **excessiva** de fibras, fitatos, oxalato, fósforo

< produção de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Falta de acidez estomacal

Cálcio

Excreção renal

[Cálcio] sérico normal: 9,0 a 10,4 mg/dL

Excreção: <4 mg/kg/d

Maior ingestão é acompanhada por maior excreção
6 a 8% do cálcio ingerido é eliminado na urina

Cálcio

Excreção renal

Fatores dietéticos que elevam a excreção renal:

- ingestão elevada de proteínas
- ingestão elevada de **sal**



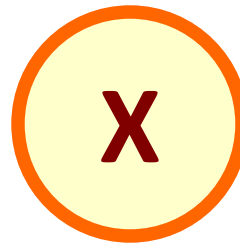
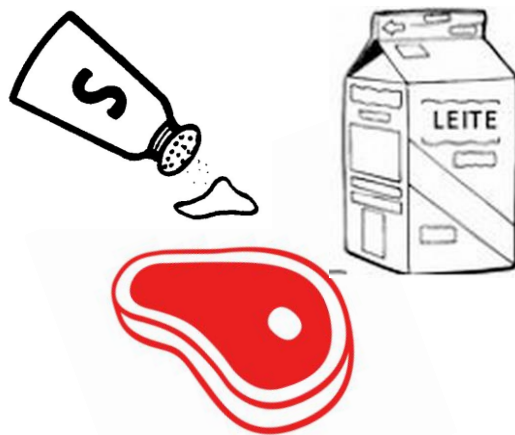
**Cálcio e sódio compartilham
mesmo sistema de transporte no
túbulo proximal**

Cálcio

Excreção renal

Fatores dietéticos que elevam a excreção renal:

- ingestão elevada de proteínas
- ingestão elevada de **sal**



Cálcio

Massa óssea

Reserva de cálcio: regulação de concentrações sanguíneas

- rigidez por hipercalcemia
- tetania por hipocalcemia
- condição de deficiência → massa óssea

Falta de vitamina D
Secreção anormal de hormônios

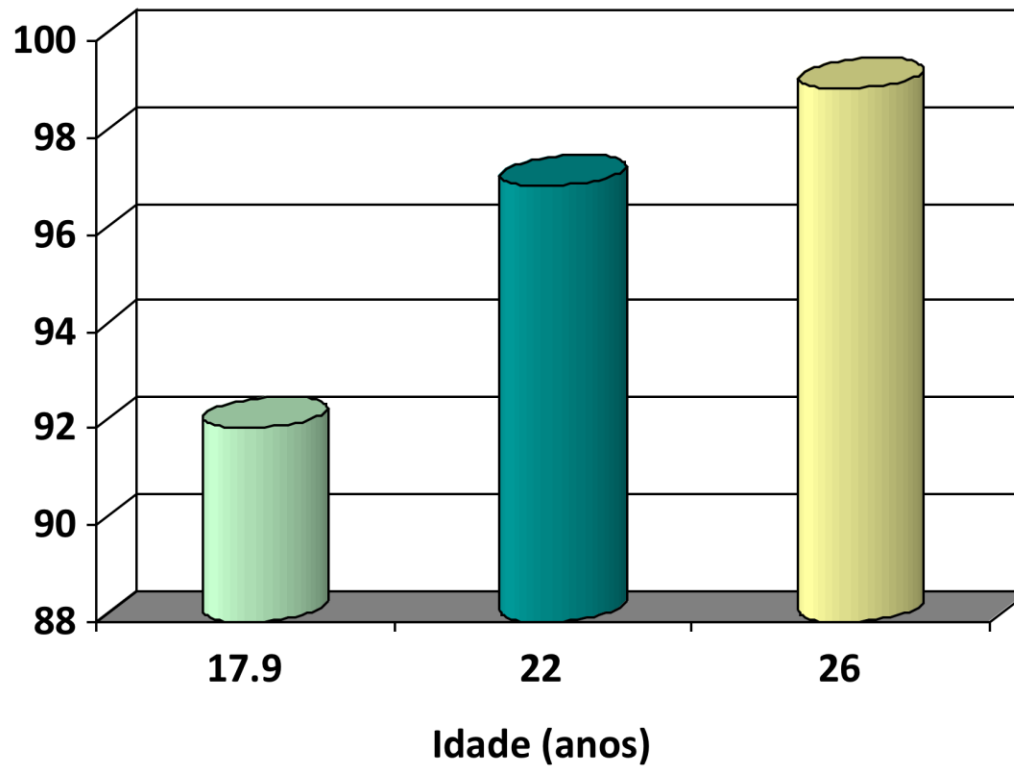
Pico de massa óssea

- quantidade máxima de tecido ósseo alcançada durante a vida
- perdas por eventos fisiológicos ou patológicos
- principal determinante do risco de fratura

Cálcio

Massa óssea

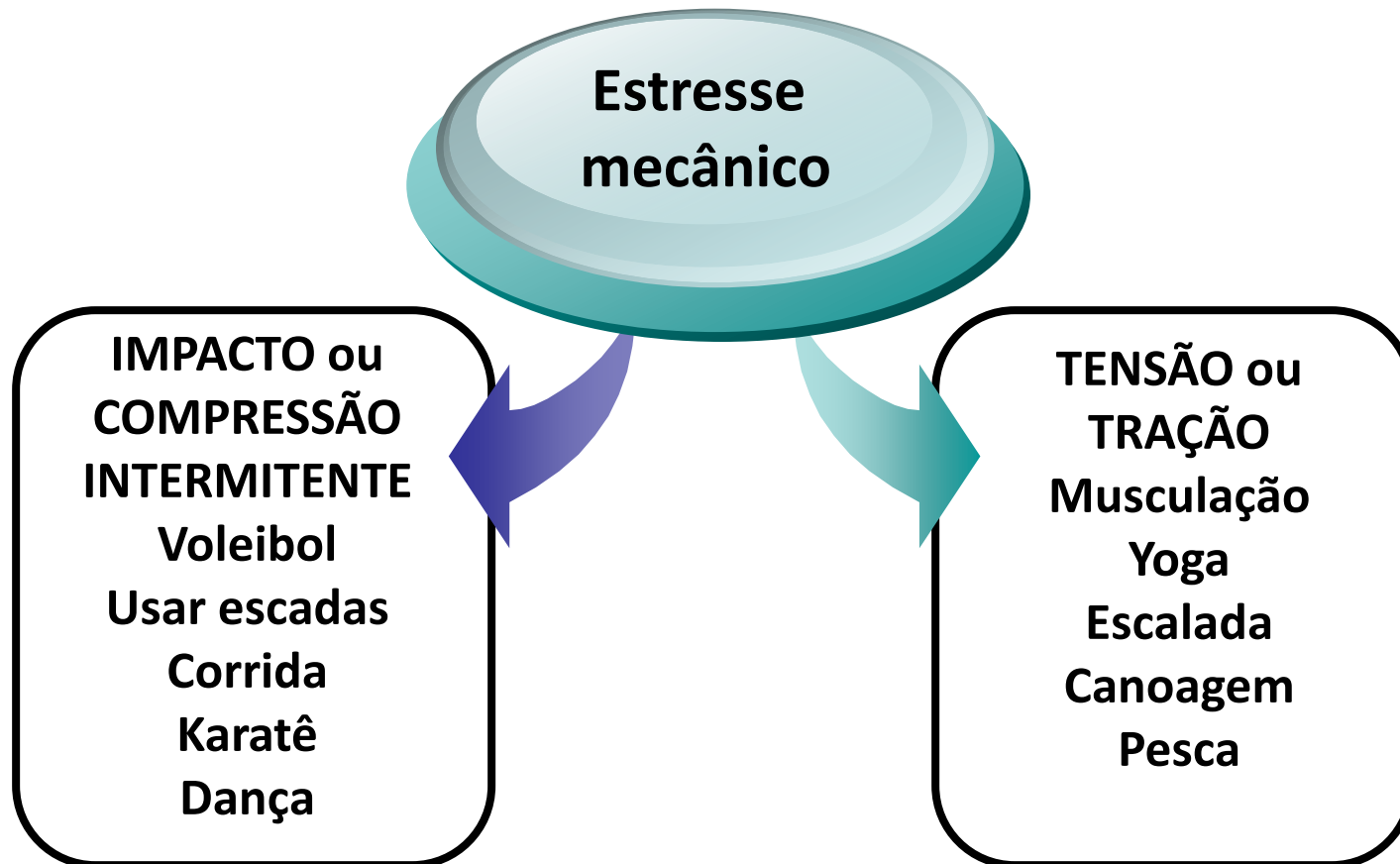
Pico de massa óssea



Cálcio

Formação de tecido ósseo

Estresse mecânico



Osso compacto médio

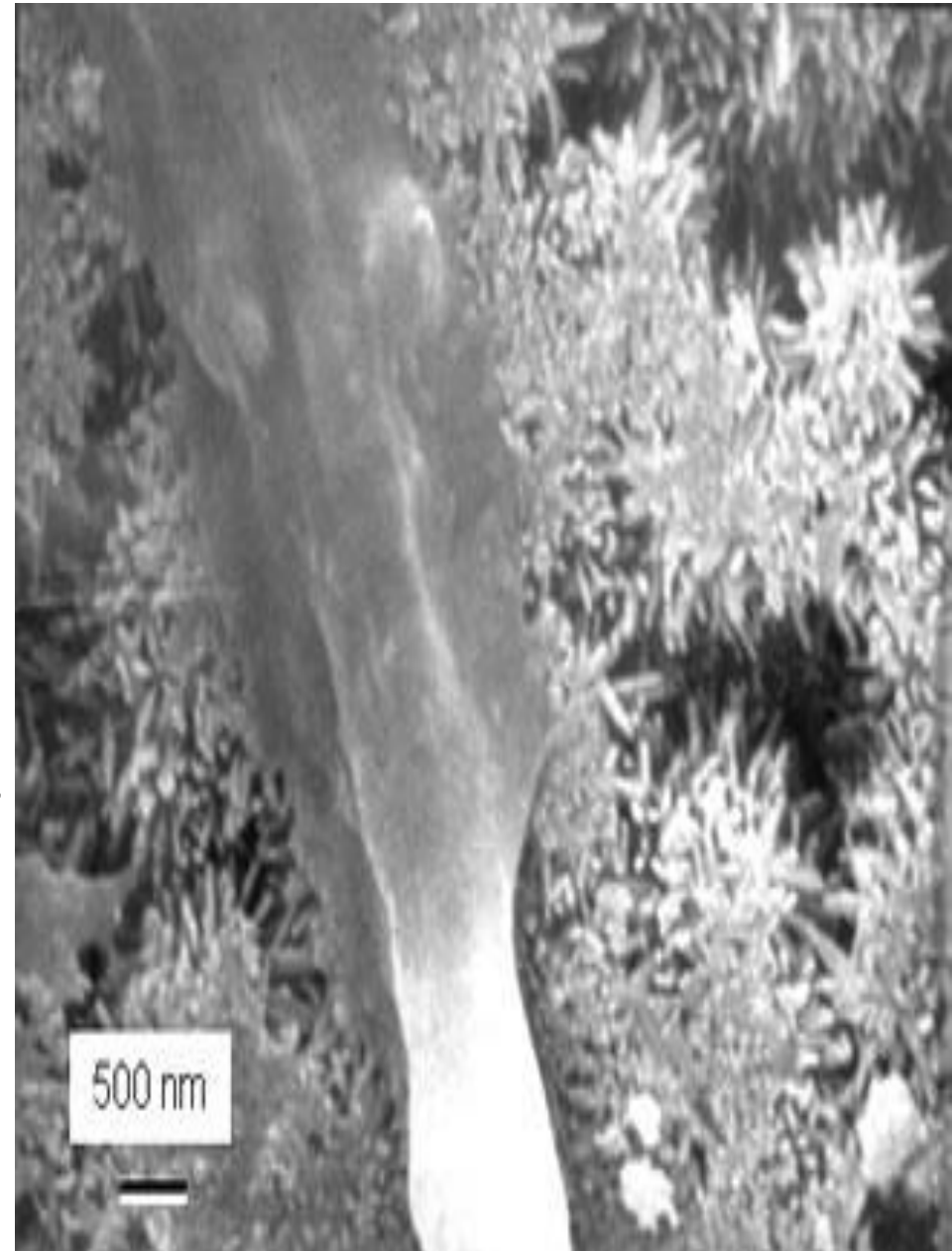
30% matriz orgânica (colágeno)

70% sais (principal: hidroxiapatita)

Hidroxiapatita: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

No osso em formação, a proporção de matriz orgânica é muito maior, pois ainda não houve grande precipitação dos cristais sobre a estrutura colagenosa.

O cálcio encontra-se na forma de sais amorfos (não-cristalinos) como os $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$



Cálcio

Formação de tecido ósseo

Estresse mecânico



Osso reage como um CRISTAL PIEZOELÉTRICO

Transformação do estresse mecânico em energia elétrica

As modificações elétricas favorecem o acúmulo de cálcio por parte dos osteoblastos

<http://www.youtube.com/watch?v=asFZS84lfn0>

Cálcio

Recomendações nutricionais, AI mg/d 1997

Bebês meses		Crianças anos		Homens/Mulheres anos			Gestantes/Lactantes anos		
0-6	7-12	1-3	4-8	9-18	19-50	>51	<18	19-30	>31
210	270	500	800	1300	1000	1200	1300	1000	1000

Maximizar o pico de massa óssea

Manutenção durante a vida adulta

Minimizar perdas com o decorrer da idade

TABLE 4.3

Current calcium intake recommendations (mg/day)

Group	Australia 1991 ^a	United Kingdom 1991 ^b	European Union 1993 ^c	Canada and United States 1997 ^d
Pregnancy (last trimester)	1100	700	700	1000–1300
Lactation	1200	1250	1200	1000–1300
Infancy	300 (human milk) 500 (cow milk)	525	400	210–270
Childhood	530–800	350–550	400–550	500–800
Puberty and adolescence				
Boys	1000–1200	1000	1000	1300
Girls	800–1000	800	800	1300
Maturity				
Males	800	700	700	1000
Females	800	700	700	1000
Later life				
Males > 65 years	800	700	700	1200
Postmenopausal women	1000	700	700	1200

^a Recommended dietary intake (15).

^b Reference nutrient intake (17).

^c Population reference intake (14).

^d Adequate intake (16).

Cálcio

Recomendação para ingestão de cálcio, mg/dia (DRI 2011)

Faixa etária	AI	RDA	EAR	UL
0 a 6 meses	200			1000
7 a 12 meses	260			1500
1 a 3 anos		700	500	2500
4 a 8 anos		1000	800	2500
9 a 18 anos		1300	1100	3000
19 a 70 anos		1000 Mulheres >50 a: 1200	800	31-50 a: 2500 51-70 a: 2000
>70 anos		1200	1000	2000
Gestantes e lactantes		14-18 a: 1300 >18 a: 1000	14-18 a: 1000 >18 a: 800	3000 2500

AI = ingestão adequada, **RDA** = recomendação dietética (visa atingir 97,5% da população saudável), **EAR** = necessidade média recomendada (necessidade de 50% da população saudável), **UL** = nível superior tolerável de ingestão

TABLE 4.4

Theoretical calcium allowances based on an animal protein intake of 20–40 g

Group	Recommended intake (mg/day)
<i>Infants and children</i>	
0–6 months	
Human milk	300
Cow milk	400
7–12 months	450
1–3 years	500
4–6 years	550
7–9 years	700
<i>Adolescents</i>	
10–18 years	1000 ^a
<i>Adults</i>	
Females	
19 years to menopause	750
Postmenopause	800
Males	
19–65 years	750
65+ years	800
<i>Pregnant women (last trimester)</i>	800
<i>Lactating women</i>	750

^a Particularly during the growth spurt.

Alimentos ricos em cálcio

quantidade por porção normalmente consumida

Alimento	Porção	Peso (g)	Cálcio (mg)
Ricota	1 copo	246	669
Iogurte natural	1 potinho	227	452
Queijo fresco	2 pedaços	56	384
Iogurte com frutas	1 potinho	227	345
Espinafre cozido	1 xícara	190	291
Leite semidesnatado	1 copo	240	271
Leite integral	1 copo	240	246
Sardinha em lata	3 unidades	72	234
Queijo provolone	1 pedaço	30	214
Queijo mussarela	1 pedaço	30	207
Salmão cozido	1 posta	85	181
Soja cozida	1 xícara	172	175
Tofu	¼ do bloco	81	131
Queijo Parmesão	1 colher sopa	5	63

Biodisponibilidade de cálcio em alguns alimentos

Alimento	Porção	Cálcio (mg)	% cálcio absorvido	Absorção estimada (mg)	Porções necessárias = 1 copo leite
Leite	1 copo gde	300	32	96	1
Queijo	1 fatia media	303	32	97	1
Feijão	1/2 copo coz	41	24	10	9,7
Tofu	1/2 copo	258	31	80	1,2
Couve	1/2 copo coz	61	49	30	3,2
Brocoli	1/2 copo coz	35	61	22	4,5
Espinafre	1/2 copo coz	115	5	6	16,3

FÓSFORO



Fósforo

Segundo mineral mais abundante no organismo humano

85% cristais de hidroxiapatita em ossos e dentes

15% fluidos extracelulares na forma de P inorgânico

éster de P – tecidos moles

Fósforo

Funções

Componente estrutural das **membranas celulares** (fosfolipídeos)

Componente de **ácidos nucleicos (DNA e RNA)**, necessários à síntese protéica

Participação em processos bioquímicos, incluindo **metabolismo energético** – geração e transferência de energia (ATP)

Manutenção do **equilíbrio ácido-base**

Fósforo

Absorção intestinal

Menos rigidamente controlada no intestino

Rim exerce papel fundamental no metabolismo de P

Transporte passivo predominante após as refeições

Transporte ativo, saturável e estimulado pela $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$

Adultos: 55-70% absorção

- redução na deficiência de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$
- menor biodisponibilidade com suplementos de Al e Ca

Fósforo

Excreção renal

[Fósforo] sérico normal: 2,5 a 4,5 mg/dL

Excreção: 25 mmol/d

12,5% do filtrado é excretado na urina

85% da reabsorção ocorre no túbulo proximal
transcelular e dependente da concentração



Paratormônio

Fósforo

Metabolismo extracelular

Sangue

70% orgânico – fosfolipídeos

30% inorgânico 85% livre ou ligado a Na, Ca, Mg

15% ligado a proteínas

Fósforo inorgânico: 90% ultrafiltrado

Concentrações séricas variam durante o dia:

Idade, dieta, pH, alguns hormônios

Fósforo

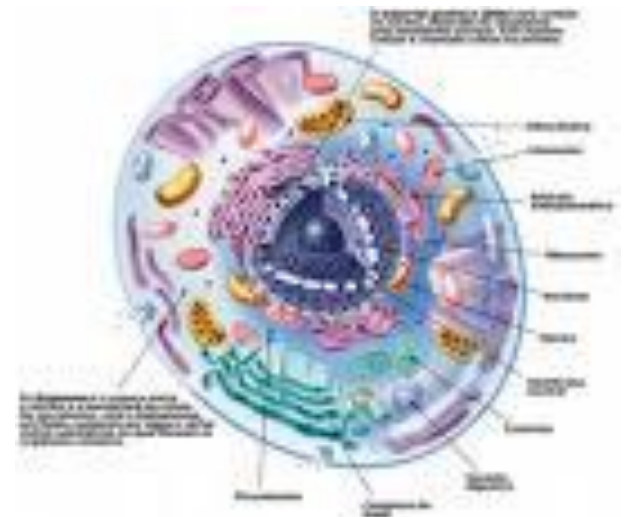
Metabolismo celular

Transporte passivo

Determinado pelo movimento de cátions, principalmente Ca

Nas células

- manutenção e conservação de energia
- constituição da membrana celular
- regulação da função de proteínas



Fósforo

Recomendação para ingestão de fósforo, mg/dia (DRI 1997)

Faixa etária	AI	RDA	EAR	UL
0 a 6 meses	100			ND
7 a 12 meses	275			ND
1 a 3 anos		460	380	3000
4 a 8 anos		500	405	3000
9 a 18 anos		1250	1055	4000
19 a 50 anos		700	580	4000
>50 anos		700	580	4000 >70 a: 3000
Gestantes e lactantes		14-18: 1250 >18 a: 700	14-18 a: 1055 >18 a: 580	3500 4000

AI = ingestão adequada, **RDA** = recomendação dietética (visa atingir 97,5% da população saudável), **EAR** = necessidade média recomendada (necessidade de 50% da população saudável), **UL** = nível superior tolerável de ingestão

Alimentos ricos em fósforo

quantidade por porção normalmente consumida

Alimento	Porção	Peso (g)	Fósforo (mg)
Amendoim torrado	6 colheres de sopa	102	365
Leite desnatado	1 copo	240	242
Lentilha cozida	1 concha média	130	234
Carne bovina	1 bife	85	218
Iogurte natural	1 potinho	227	198
Pizza de mussarela	1 fatia	100	179
Pescada frita	1 filé médio	84	169
Feijão (grão + caldo)	1 concha média	140	121
Frango cozido	1 sobrecoxa	68	94
Ovo cozido	1 unidade	50	86
Presunto	2 fatias médias	30	74
Queijo mussarela	1 fatia média	15	56
Tomate	1 unidade média	100	24

Fósforo

Deficiência: hipofosfatemia

Condição rara – uso excessivo antiácidos (Al); hipersecreção PTH

Dieta pobre em P

Indivíduos em risco: alcoólatras, diabéticos em recuperação de cetoacidose, inanição, anorexia nervosa

Sintomas

Perda de apetite, anemia, fraqueza muscular, dor óssea, raquitismo e osteomalácia, maior sensibilidade a infecções, dormência nas extremidades, dificuldade para caminhar

Fósforo

Toxicidade: hiperfosfatemia

Em consequência à insuficiência renal crônica

Calcificação de tecidos moles

VITAMINA D

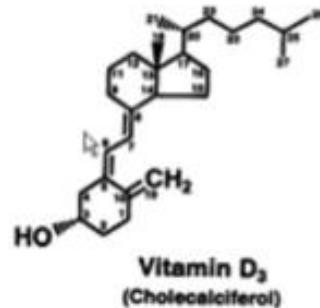
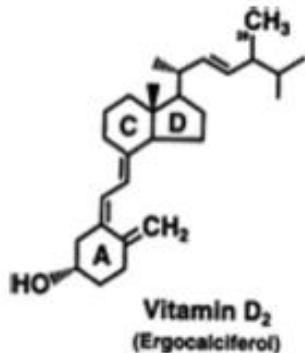


Vitamina D

Substância cristalina solúvel em gorduras

Hormônio esteróide em duas formas moleculares:

- colecalciferol – D₃ produzida na pele
- ergocalciferol – D₂ derivada de fontes vegetais

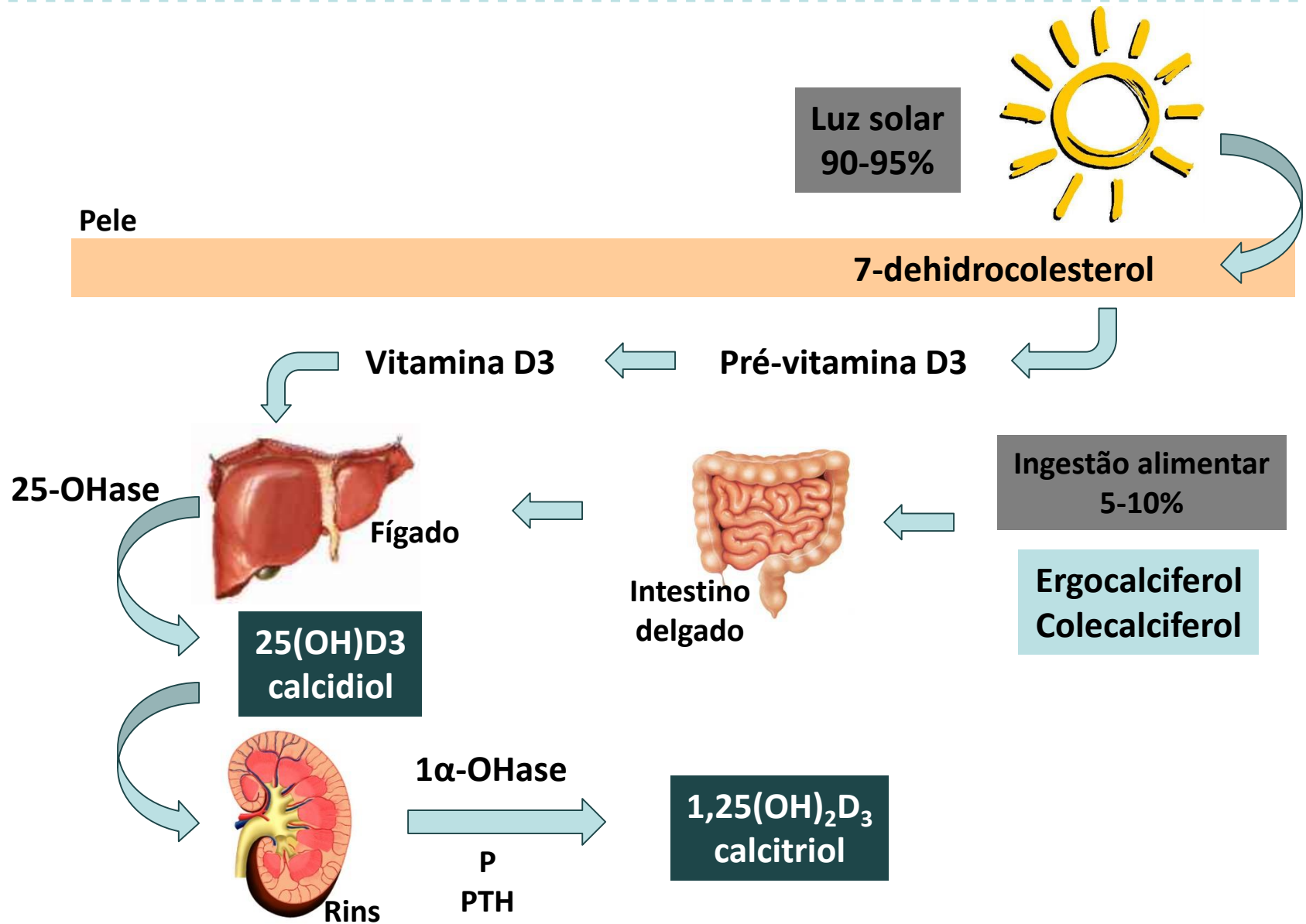


Formas biologicamente
inativas

Hidroxilações renal e
hepática

Calcitriol – 1,25 (OH)₂ D₃

Vitamina D



Vitamina D

Funções

Promoção da **absorção intestinal de cálcio e fósforo**

Mobilização de cálcio e fósforo no tecido ósseo

Depósito de cálcio no tecido ósseo

Participação no mecanismo de **contração e relaxamento muscular**

Diferenciação celular

Imunidade (VDR identificado em linfócitos T)

...

Vitamina D

Deficiência

Raquitismo crianças

Osteomalácia adultos

Comprometimento da formação de massa óssea/mineralização

Insuficiência

Induz ↑ PTH: aceleração da perda óssea **Osteoporose**

Vitamina D

Excesso

Toxicidade

Acúmulo de vitamina D no tecido adiposo, músculo esquelético, fígado e rins

Sintomas

Náusea, anorexia, fraqueza, dor de cabeça, poliúria, distúrbios digestivos, endurecimento/calcificação da aorta, dermatite e lesão renal

Vitamina D

Fontes alimentares

Óleo de fígado de bacalhau

Gordura de peixe (salmão, sardinha)

Gema de ovo

Manteiga

Alimentos fortificados

Vitamina D

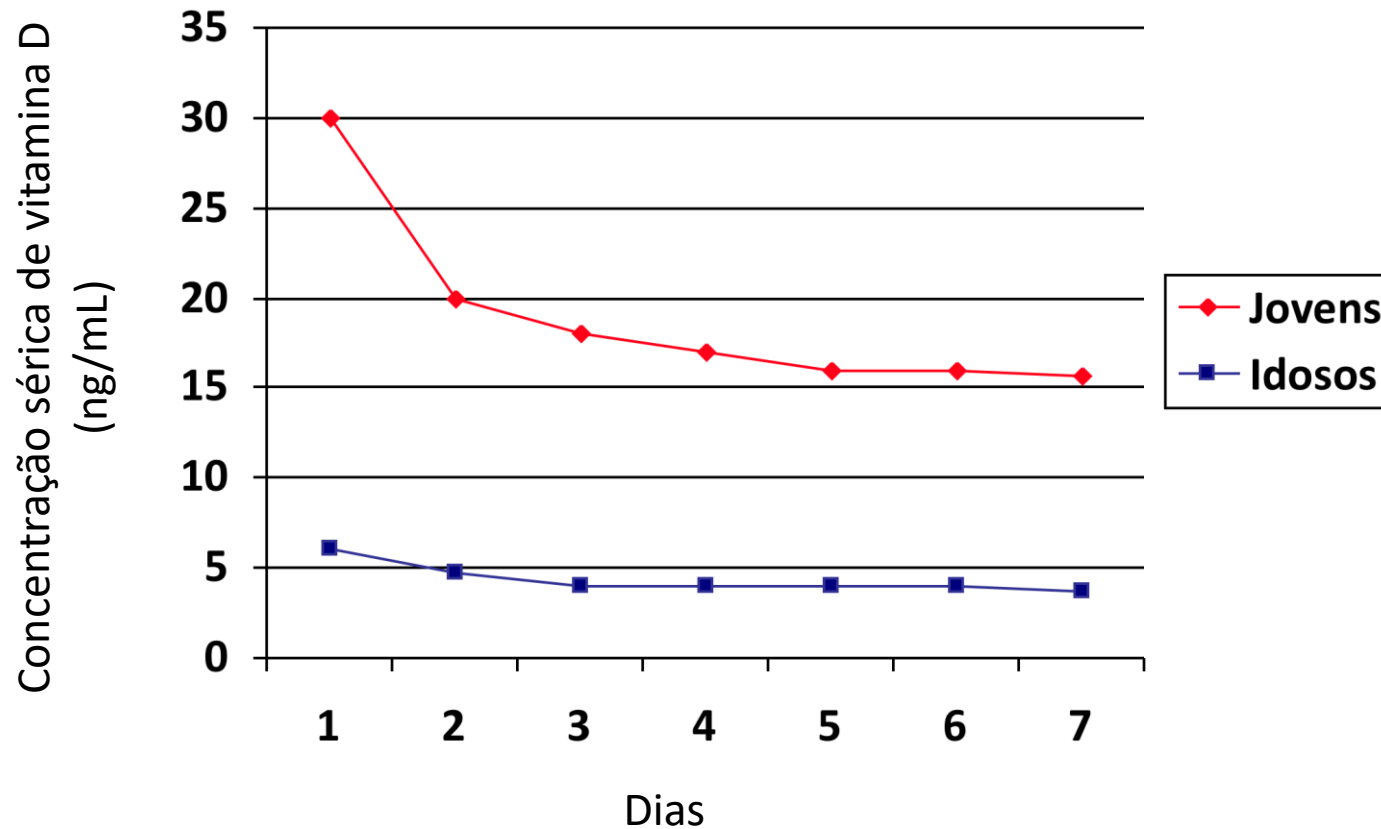
Recomendação para ingestão de vitamina D, mcg/dia (DRI 2011)

Faixa etária	AI	RDA	EAR	UL
0 a 6 meses	10			25
7 a 12 meses	10			38
1 a 3 anos		15	10	100
4 a 8 anos		15	10	100
9 a 18 anos		15	10	100
19 a 70 anos		15	10	100
>70 anos		20	10	100
Gestantes e lactantes		14-18: 15 >18 a: 15	14-18 a: 10 >18 a: 10	100

AI = ingestão adequada, **RDA** = recomendação dietética (visa atingir 97,5% da população saudável), **EAR** = necessidade média recomendada (necessidade de 50% da população saudável), **UL** = nível superior tolerável de ingestão

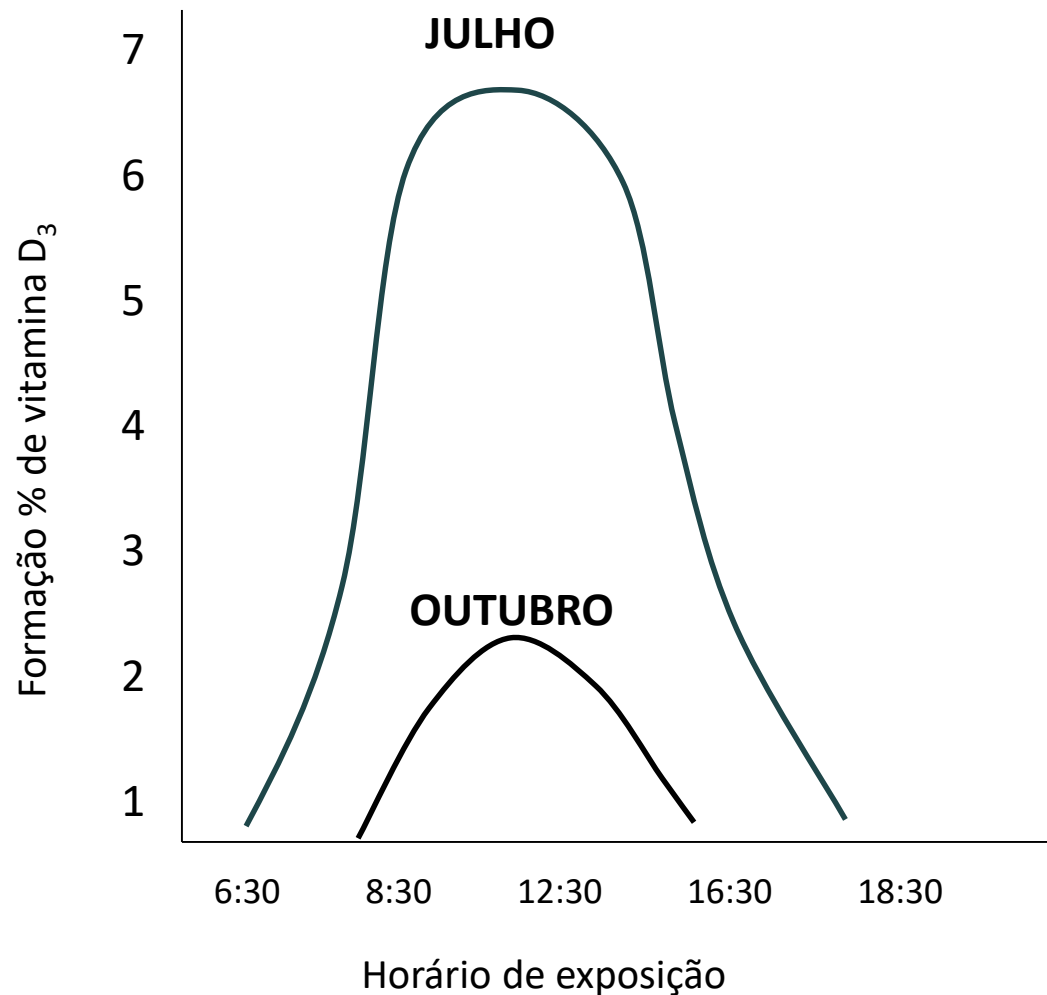
Vitamina D

Concentração de vitamina D circulante, após exposição aos raios UV



Vitamina D

Influência da estação do ano, na síntese de pró-vitamina D₃ em Boston



Vitamina D

SPECIAL FEATURE

Clinical Practice Guideline

Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline

Michael F. Holick, Neil C. Binkley, Heike A. Bischoff-Ferrari, Catherine M. Gordon, David A. Hanley, Robert P. Heaney, M. Hassan Murad, and Connie M. Weaver

J Clin Endocrinol Metab, July 2011, 96(7):0000–0000

Vitamina D

Deficiência: <20 ng/mL

Insuficiência: 21-30 ng/mL

Benefícios extra-ósseos?


VDR: distribuição quase “universal”

Risco de quedas

TABLE 2. Indications for 25(OH)D measurement (candidates for screening)

Rickets
Osteomalacia
Osteoporosis
Chronic kidney disease
Hepatic failure
Malabsorption syndromes
Cystic fibrosis
Inflammatory bowel disease
Crohn's disease
Bariatric surgery
Radiation enteritis
Hyperparathyroidism
Medications
Antiseizure medications
Glucocorticoids
AIDS medications
Antifungals, e.g. ketoconazole
Cholestyramine
African-American and Hispanic children and adults
Pregnant and lactating women
Older adults with history of falls
Older adults with history of nontraumatic fractures
Obese children and adults (BMI > 30 kg/m ²)
Granuloma-forming disorders
Sarcoidosis
Tuberculosis
Histoplasmosis
Coccidiomycosis
Berylliosis
Some lymphomas

Conclusions: Considering that vitamin D deficiency is very common in all age groups and that few foods contain vitamin D, the Task Force recommended supplementation at suggested daily intake and tolerable upper limit levels, depending on age and clinical circumstances. The Task Force also suggested the measurement of serum 25-hydroxyvitamin D level by a reliable assay as the initial diagnostic test in patients at risk for deficiency. Treatment with either vitamin D₂ or vitamin D₃ was recommended for deficient patients. At the present time, there is not sufficient evidence to recommend screening individuals who are not at risk for deficiency or to prescribe vitamin D to attain the noncalcemic benefit for cardiovascular protection. (*J Clin Endocrinol Metab* 96: 0000–0000, 2011)



Commentary

Sunlight and Vitamin D: Necessary for Public Health

Carole A. Baggerly, BA, Raphael E. Cuomo, MPH, Christine B. French, MS, Cedric F. Garland, DrPH, FACE, Edward D. Gorham, PhD, William B. Grant, PhD, Robert P. Heaney, MD, Michael F. Holick, MD, PhD, Bruce W. Hollis, PhD, Sharon L. McDonnell, MPH, Mary Pittaway, MA, RD, Paul Seaton, MS, Carol L. Wagner, MD, Alexander Wunsch, MD

GrassrootsHealth, Encinitas, California (C.A.B., C.B.F., S.L.M.); Department of Family and Preventive Medicine, University of California San Diego, La Jolla, California (R.E.C., C.F.G., E.D.G.); Sunlight, Nutrition, and Health Research Center, San Francisco, California (W.B.G.); Creighton University, Omaha, Nebraska (R.P.H.); Department of Medicine, Boston University Medical Center, Boston, Massachusetts (M.F.H.); Medical University South Carolina, Charleston, South Carolina (B.W.H., C.L.W.); Special Olympics International, Washington, DC (M.P.); Alaska State House of Representatives, Juneau, Alaska (P.S.); Wismar University of Applied Science, Wismar, GERMANY (A.W.)

Keywords: heliotherapy, public health, UVA, UVB, vitamin D, cancer, diabetes, pregnancy, multiple sclerosis

Journal of the American College of Nutrition, Vol. 34, No. 4, 359–365 (2015)

Let the sun shine on you...



Povo Waorani, Equador.

Fonte: http://www.wphna.org/2011_aug_wn3_vitaminD.ht

Vitamina D

Exposição solar consciente: 10 a 15 minutos
horários adequados

Atividade física ao ar livre

<http://www.youtube.com/watch?v=T5Wn3qziu2M>