

Vitaminas B₆, B₉ e B₁₂

Ácido fólico

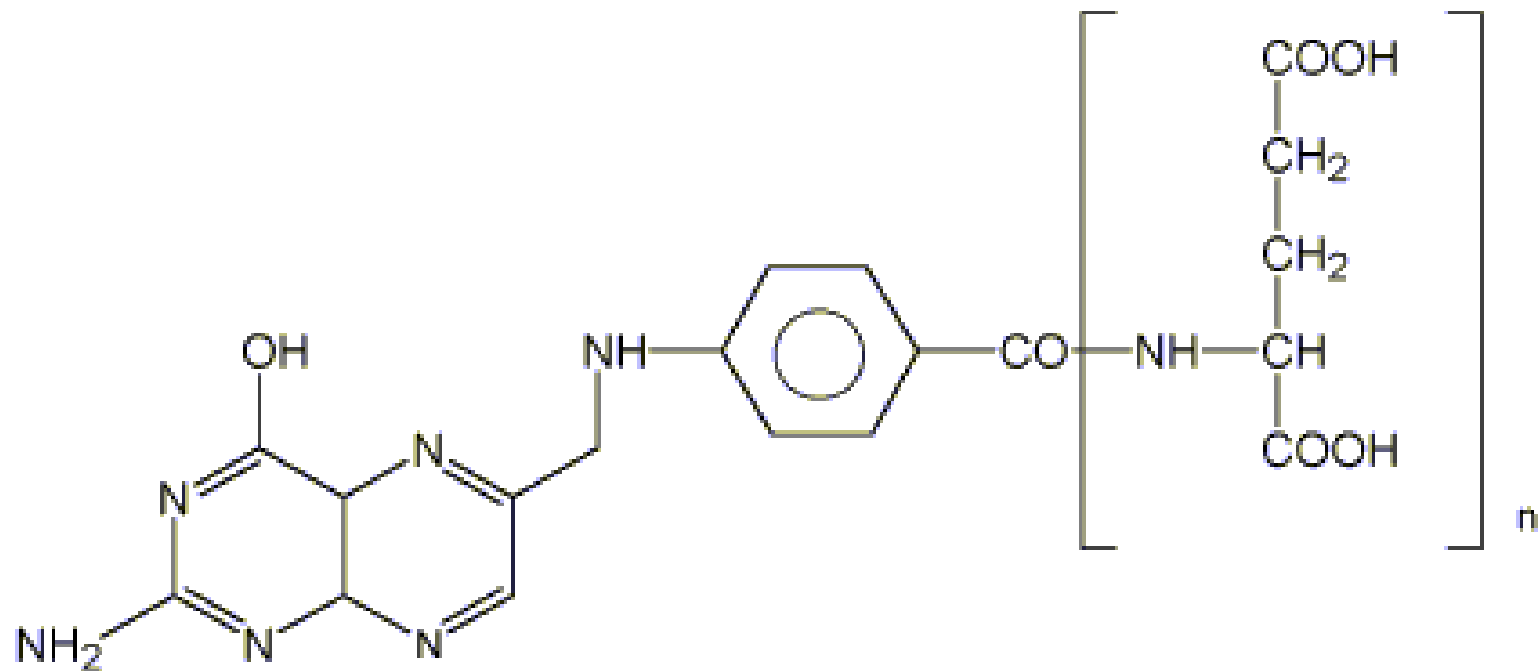
(Vitamina B₉)

Características

- Do latim, *folium* = folha
- Composto hidrossolúvel, cristalino, pertencente ao grupo das “pterinas”
- **50 a 95%** da quantidade de folato pode ser destruída por *processamento, cozimento e estocagem*
 - Vitamina B9 ou Vitamina M
 - Folato ou Ácido fólico?
 - Ácido pteroilmonoglutâmico



Ácido fólico (pteroglutámico)



2-amino-4-hidroxi-6-metil-
pteridina

Ác. p-aminobenzoico

Ác. L-glutámico

Ácido pterico

Ácido fólico

*diidrofolato
redutase*



**Tetrahidrofolato
(THF)**

Forma metabolicamente ativa

Tetrahidrofolato (THF)

carreador de unidades metil
(metil-THF)



Síntese de DNA

**(Formação e maturação de eritrócitos e
leucócitos na medula óssea)**

Metabolismo de aminoácidos

(METIONINA)

Biodisponibilidade



- Ácido fólico de suplementos (monoglutamato, não-reduzido): 100%
- Folato de alimentos (poliglutamato, reduzido, ligado a proteínas): até 50%
- Ácido fólico de alimentos fortificados: 60% ou mais

Equivalentes de folato alimentar: criado a partir das estimativas acima; significa, portanto, um valor ajustado para as diferenças de absorção do folato alimentar e do ácido fólico sintético.

1 EF = 1ug folato alimentar = 0,6ug ácido fólico de alimentos fortificados ou suplemento consumido junto com alimentos = 0,5ug de suplemento tomado com estômago vazio.

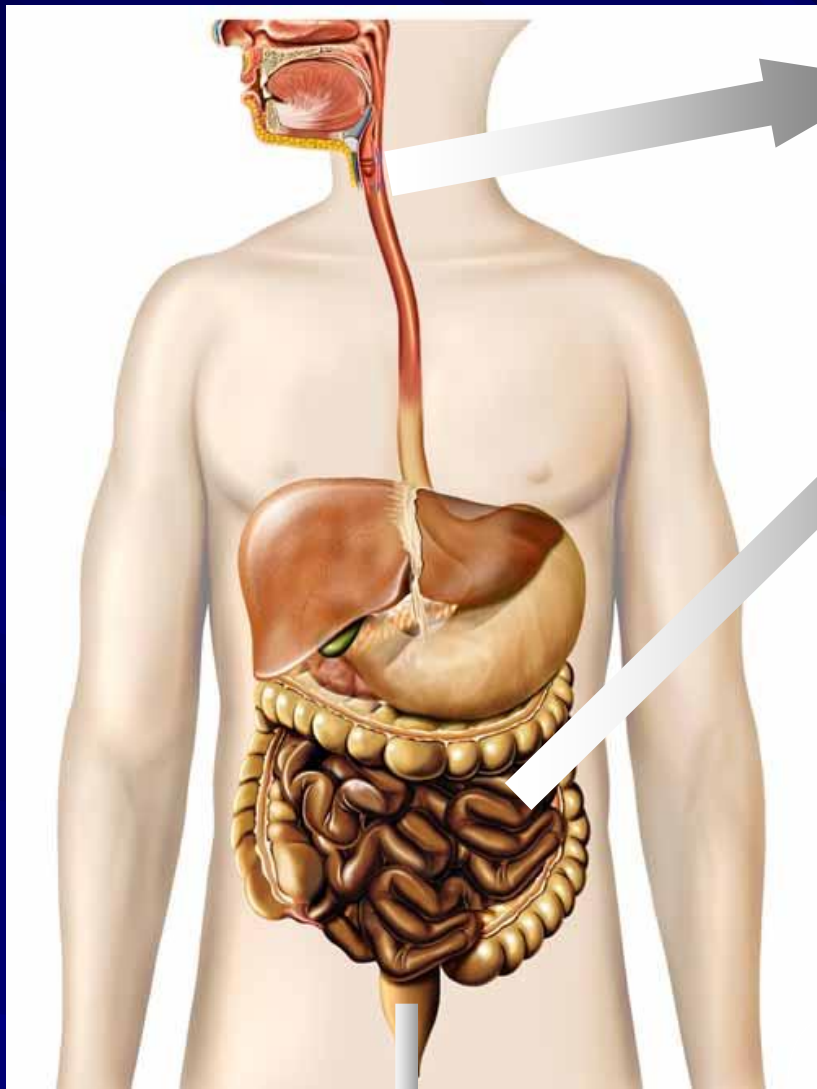
Como estimar Equivalentes de Folato Alimentar (*Dietary Folate Equivalents – DFE*):

Considerando-se a biodisponibilidade do ácido fólico consumido com alimentos de 85% e o folato dos alimentos em 50%: $85/50 = 1,7$ vezes mais biodisponível. Assim, em uma mistura de ácido fólico sintético com folato dos alimentos, a DFE pode ser calculada da seguinte forma para estimar a EAR:

$$\text{ug de DFE} = [\text{ug de folato} + (1.7 \times \text{ug de ácido fólico sintético})].$$

Sem a conversão para DFE, a ingestão pode parecer muito menor que a recomendação. Os rótulos de suplementos e alimentos enriquecidos informam apenas o folato em ug, não ug DFE.

Metabolismo do Ácido Fólico



Ingestão

Poliglutamatos, monoglutamatos, folatos ligados a PTN

Poliglutamatos

*Glutamato
carboxipeptidase*

Monoglutamatos

ABSORÇÃO

Metil-THF

Enterócito

Corrente sanguínea

*Transporte a vários
compartimentos para:*

Metabolismo

Armazenamento: fígado
Recirculação entero-hep.
(~100ug)

Monoglutamatos

Poliglutamatos

Excreção

Fezes ~200ug/dia

Fontes alimentares

Levedura

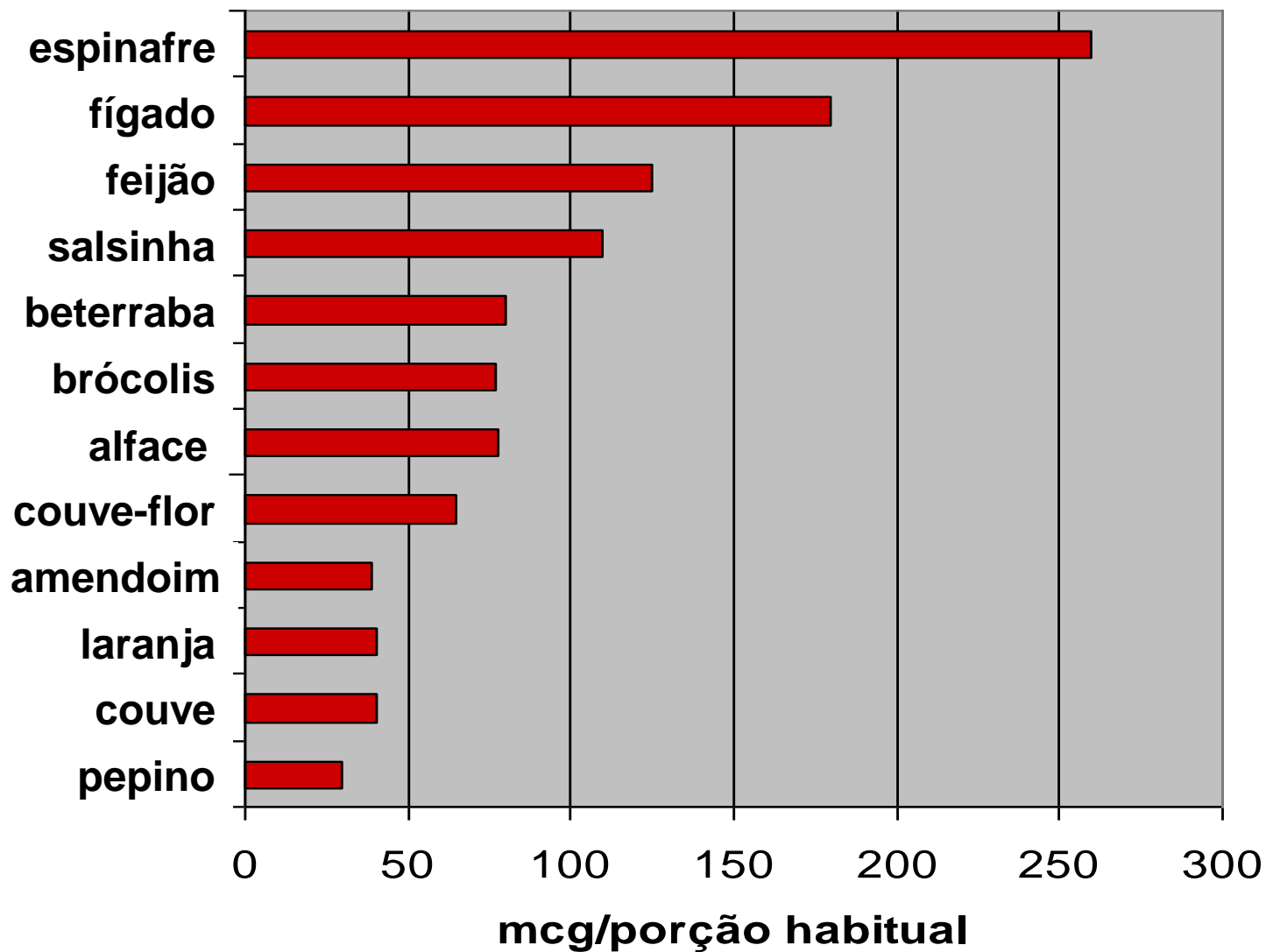
Fígado/vísceras

Vegetais verdes frescos

Algumas frutas frescas



FONTES ALIMENTARES DE FOLATO



Cobalamina

(Vitamina B₁₂)

Características

- Substância vermelha (cobalto), cristalina, solúvel em água
- Destruição: ácidos, álcalis, luz e agentes oxidantes ou redutores
- Muito instável: 70% perda durante cozimento
- Cianocobalamina: forma mais estável produzida comercialmente por fermentação bacteriana

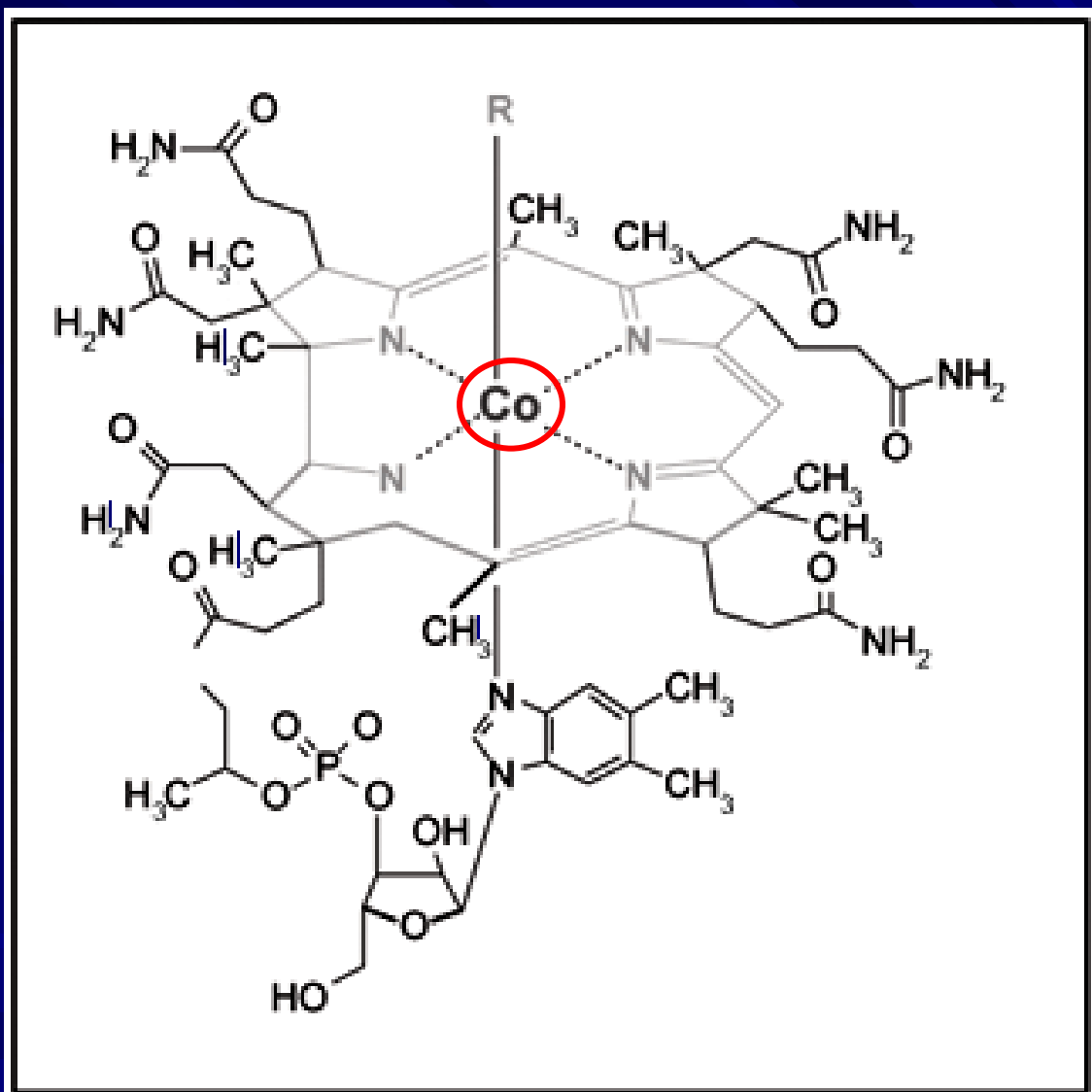


Figura 1 - Estrutura da vitamina B12

Funções

- Essencial para metabolismo normal de todas as células, medula óssea e tecido nervoso (atua na formação de mielina)
- Participa com o **ácido fólico**, colina e metionina na transferência de grupos metil na síntese de DNA
- Necessária para a redução de RNA e DNA na promoção do crescimento e maturação dos eritrócitos

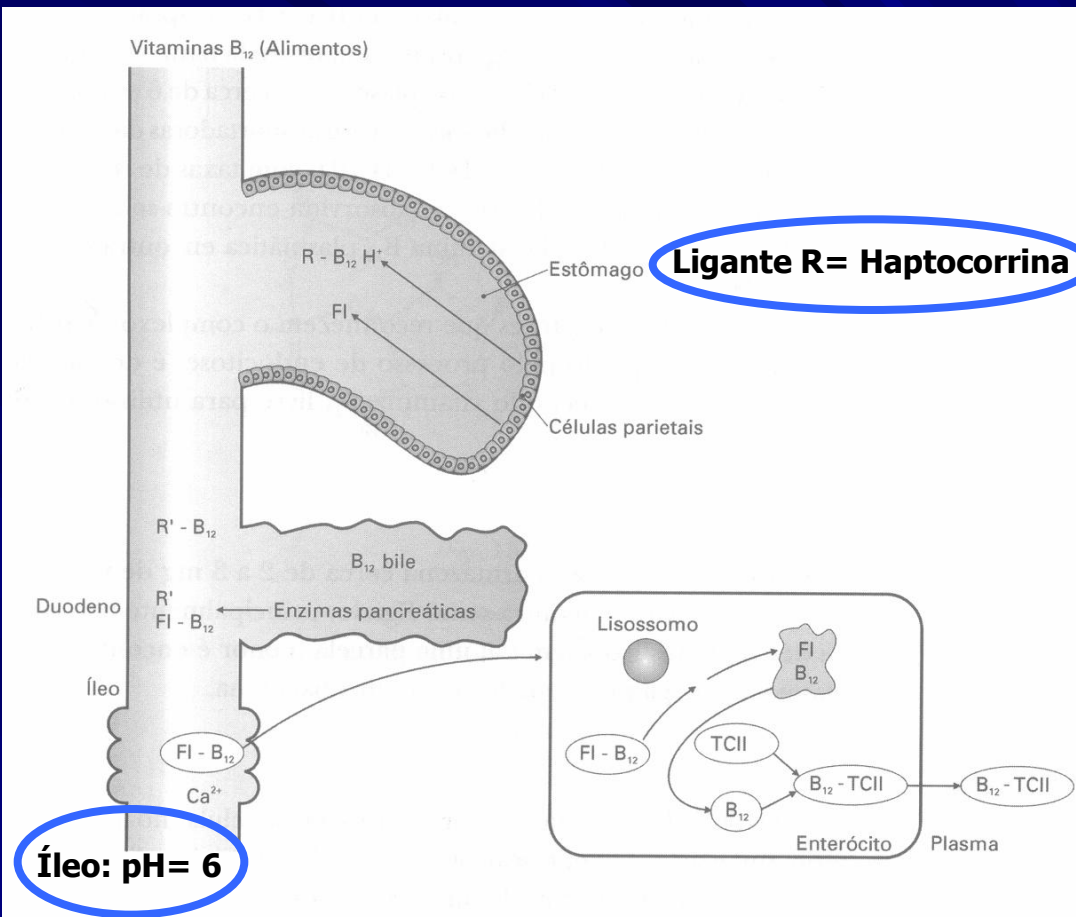
Biodisponibilidade

■ Depende de:

- Liberação de cobalamina dos alimentos pela pepsina e outras enzimas gástricas
- Viabilidade do sistema de absorção mediado por Fator Intrínseco (FI): se intacto, >50% da B12 é absorvida
- Quantidade de cobalamina ingerida em um dado período de tempo

Metabolismo da Vitamina B₁₂

Metabolismo

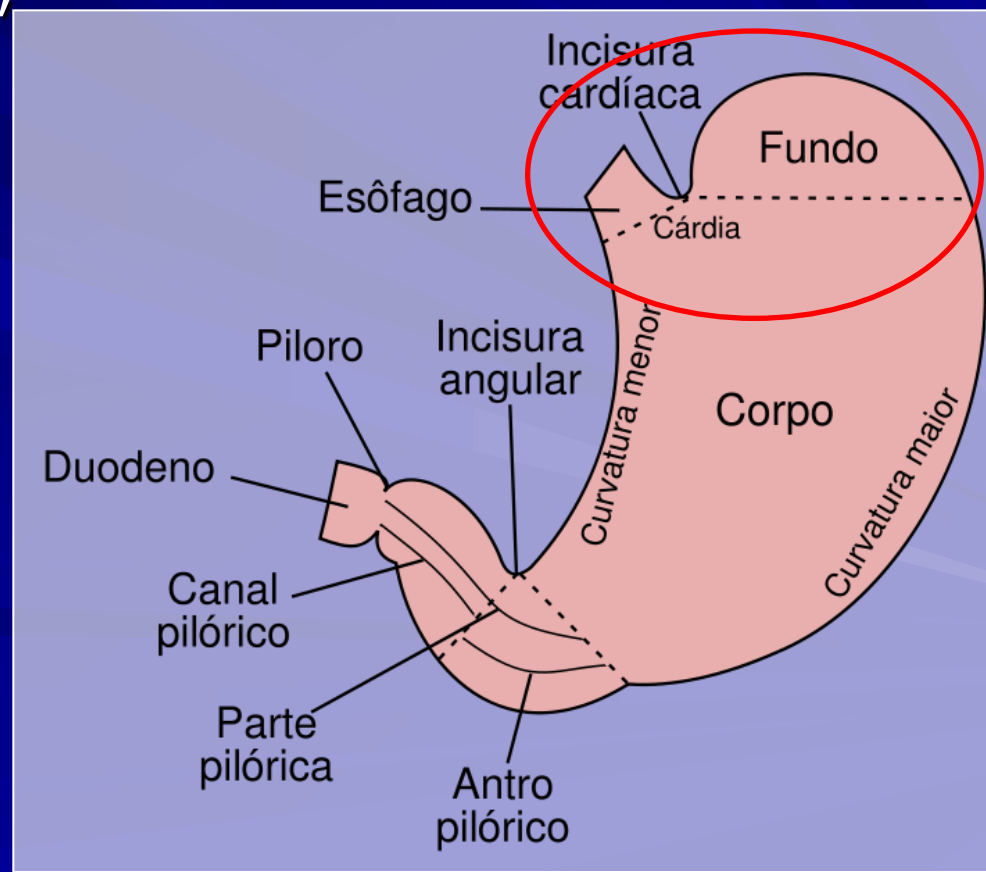


H⁺ - Ambiente ácido
 FI - Fator intrínseco
 R e R' - Ligantes R
 R' - B₁₂ - Complexo ligante R e B₁₂
 FI - B₁₂ - Complexo fator intrínseco e B₁₂
 TCII - transcobalamina II

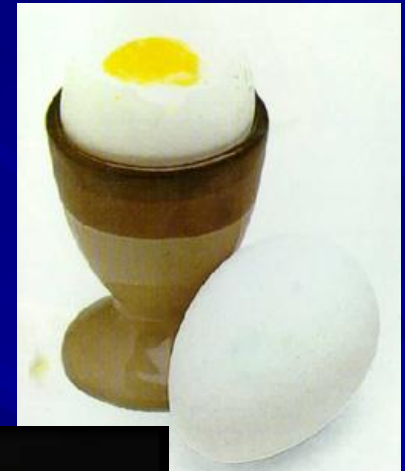
Fig. 10.4 Metabolismo da vitamina B₁₂.

Deficiência - Causas

- Ausência do FI na secreção gástrica;
- Ressecção cirúrgica do estômago (fundo e cárdia) ou da superfície de absorção do íleo;
- Síndromes de malabsorção;
- VEGETARIANISMO (?)



Fontes alimentares

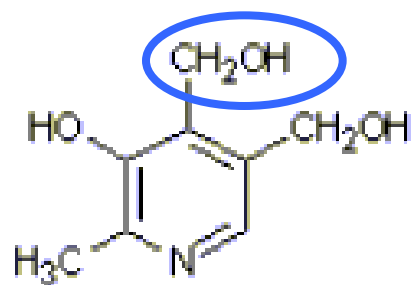


Piridoxina

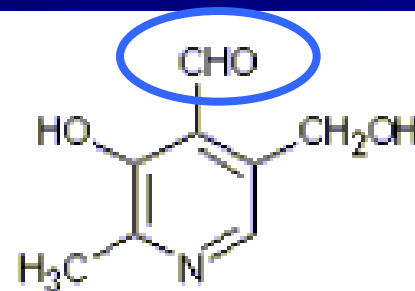
(Vitamina B₆)

Características

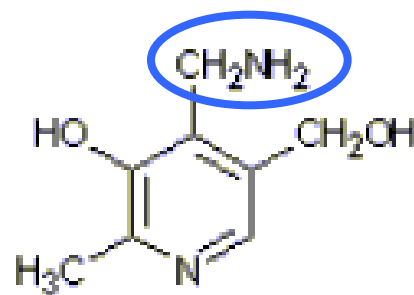
- Vitamina B₆ = derivados da 3-hidroxi-5-hidroxi-2-metil-5-metil **piridina**. Há 3 formas na natureza:



Piridoxina



Piridoxal



Piridoxamina

Características

- Formas coenzimáticas ativas (fosforiladas): piridoxal 5'-fosfato (PLP) e piridoxamina 5'-fosfato (PMP)
- Forma glicosilada, encontrada em fontes vegetais: piridoxina-5'-B-D-glicosídeo (PNG)
- Forma comercial: cloridrato de piridoxina

Funções

- É encontrada nas células na forma ativa (PLP) – coenzima que atua no metabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos.
 - PLP no músculo representa 75 a 80% do total da B6 corporal, principalmente como coenzima da **glicogênio fosforilase**.
 - PLP é necessário à formação do ácido **α-aminolevulínico** – precursor do grupo heme da hemoglobina.

Funções

- PLP atua nas reações de degradação de aminoácidos
 - **transaminação** (transferência do grupo amino NH₂);
 - **desaminação** (remoção de grupos amino, fornecendo resíduos de carbono para fins energéticos);
 - **desulfuração** (transferência do grupo sulfidrila (HS) da metionina para serina para formar cisteína);
 - **descarboxilação** (remoção do grupo carboxil – COOH de certos aminoácidos à síntese dos neurotransmissores serotonina, norepinefrina e histamina a partir do triptofano, tirosina e histidina).

Biodisponibilidade

- Dieta mista: ~75%
- Vitamina B6 de fonte animal: digestibilidade ~10% > fonte vegetal
- Depende do grau de aprisionamento na matriz do alimento (resíduo não-digerível)

- Biodisponibilidade diminui com:
 - oxidação
 - luz
 - manipulação e armazenamento (perda de 10 a 50%)
 - fibra
 - calor em pH alcalino

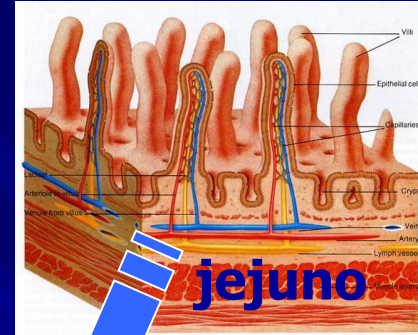
Metabolismo da Vitamina B6



formas não-fosforiladas
+ formas fosforiladas

difusão passiva

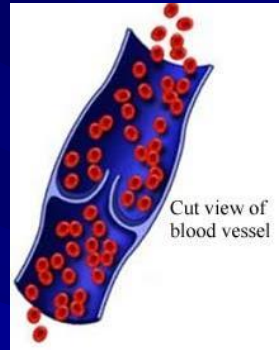
fosfatase alcalina



Quinases

formas fosforiladas

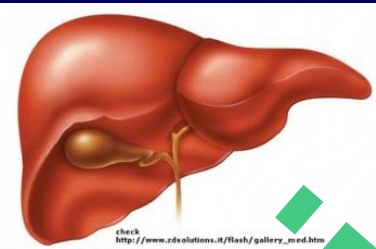
desfosforilação



Cut view of blood vessel

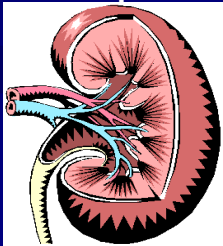
> Piridoxal (PL)

difusão passiva



PL

Ácido 4-piridóxico



Piridoxina quinase - ATP-Zn

formas fosforiladas

PMP

PNP

PLP

(circulação e tecidos)

Fontes alimentares

leveduras

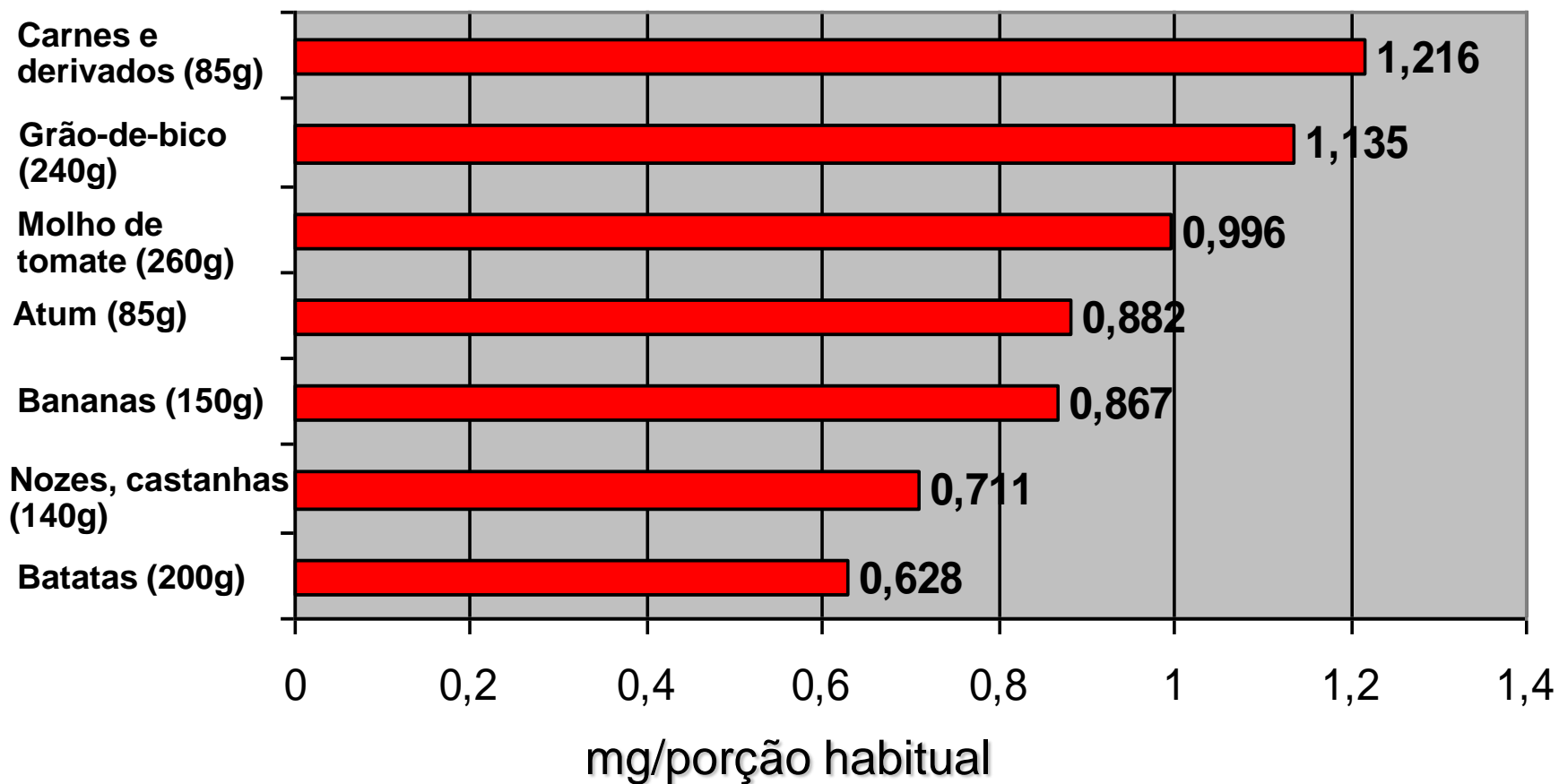
germe de trigo

carne de porco

vísceras (fígado)

cereais integrais

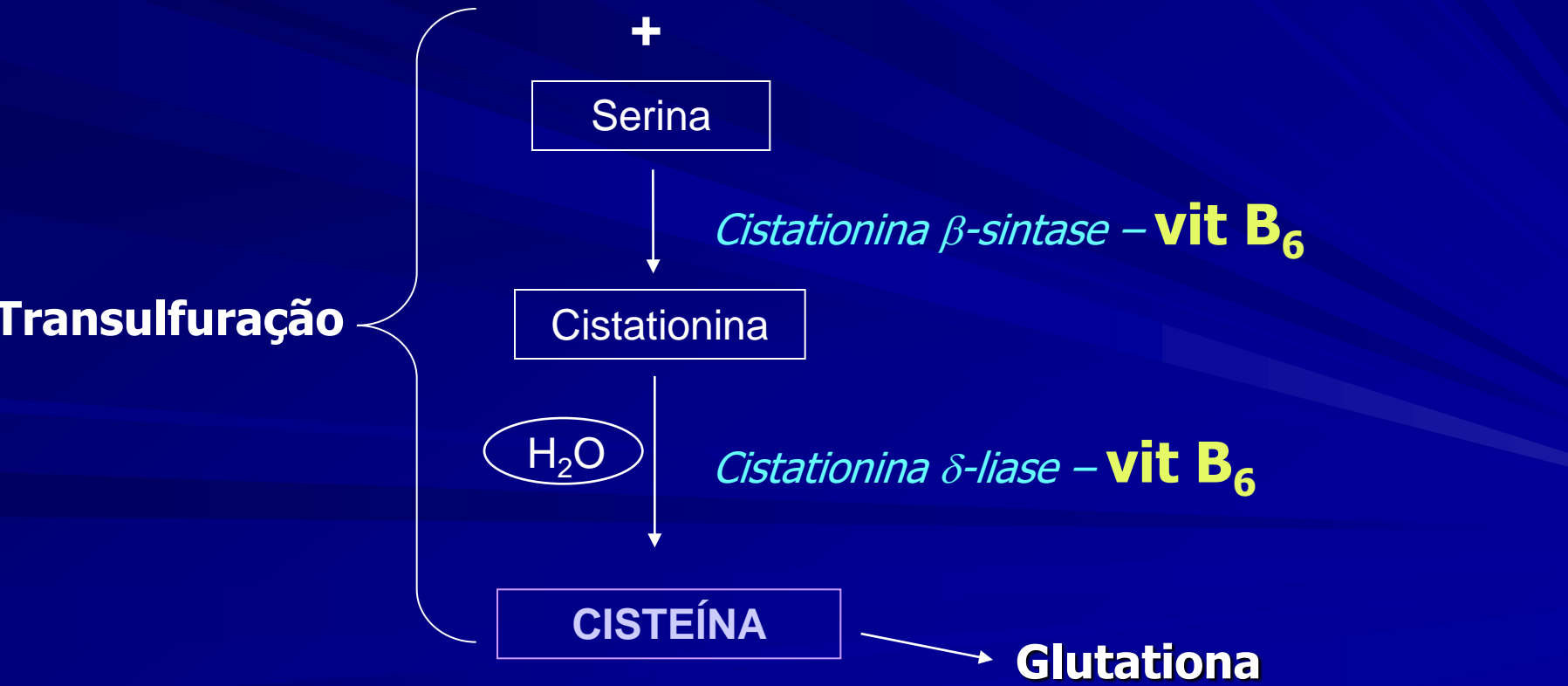
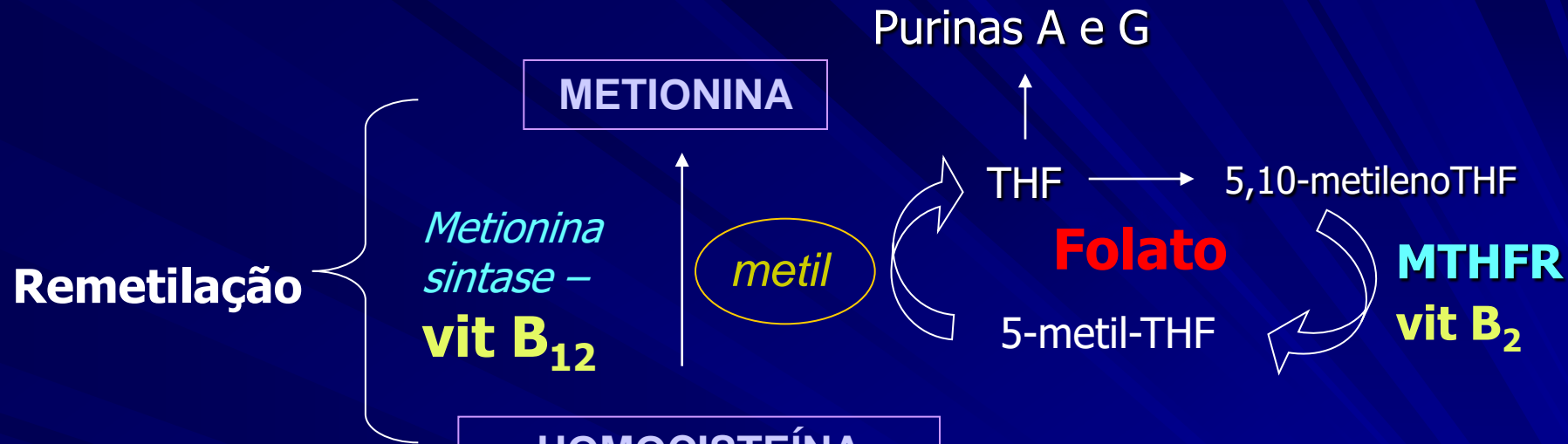
FONTES ALIMENTARES DE VITAMINA B₆



Fonte: Dados de Composição de Alimentos USDA

Vitaminas B₆, B₉ e B₁₂

Inter-relações



Vitaminas B₆, B₉ e B₁₂

Recomendações

Estágio de vida	Folato (ug/d)	Vitamina B12 (ug/d)	Vitamina B6 (ug/d)	
Crianças	LM: 1000ug/dia		LM: 100mg/dia	
0-6 meses	65	0,4	0,1	
7-12 meses	80	0,5	0,3	
1-3 anos	150	0,9	0,5	
4-8 anos	200	1,2	0,6	
9 a 70 anos			H	M
9-13 anos	300	1,8	1,0	1,0
14-18 anos	400	2,4	1,3	1,2
19-30 anos	400	2,4	1,3	1,3
31-50 anos	400	2,4	1,3	1,3
51-70 anos	400	2,4	1,7	1,5
> 70 anos	400	2,4	1,7	1,5
Gestantes				
<19 anos	600	2,6	1,9	
19-30 anos	600	2,6	1,9	
31-50 anos	600	2,6	1,9	
Lactação				
<19 anos	500	2,8	2,0	
19-30 anos	500	2,8	2,0	
31-50 anos	500	2,8	2,0	

Fonte: *Dietary Reference Intakes*, 2002