

# Vitaminas B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> e B<sub>12</sub>

# Ácido fólico

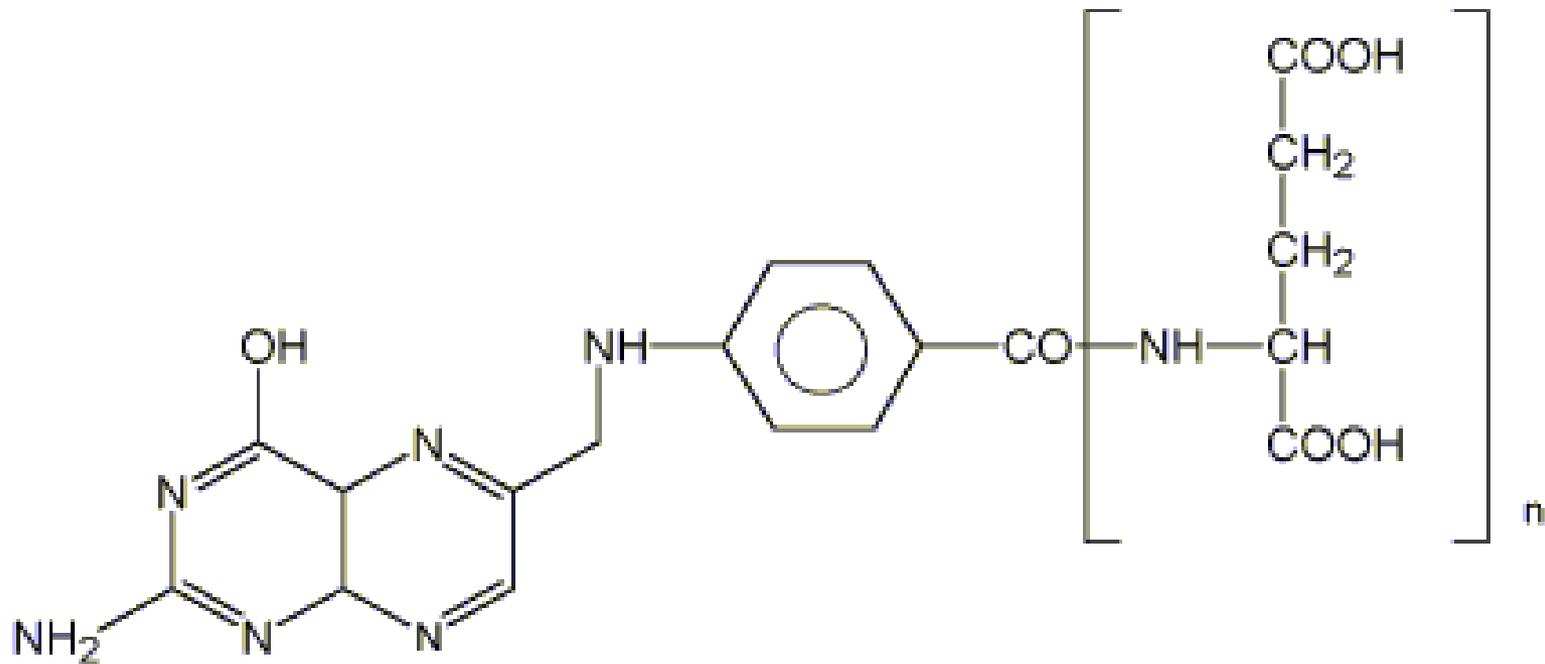
(Vitamina B<sub>9</sub>)

# 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.

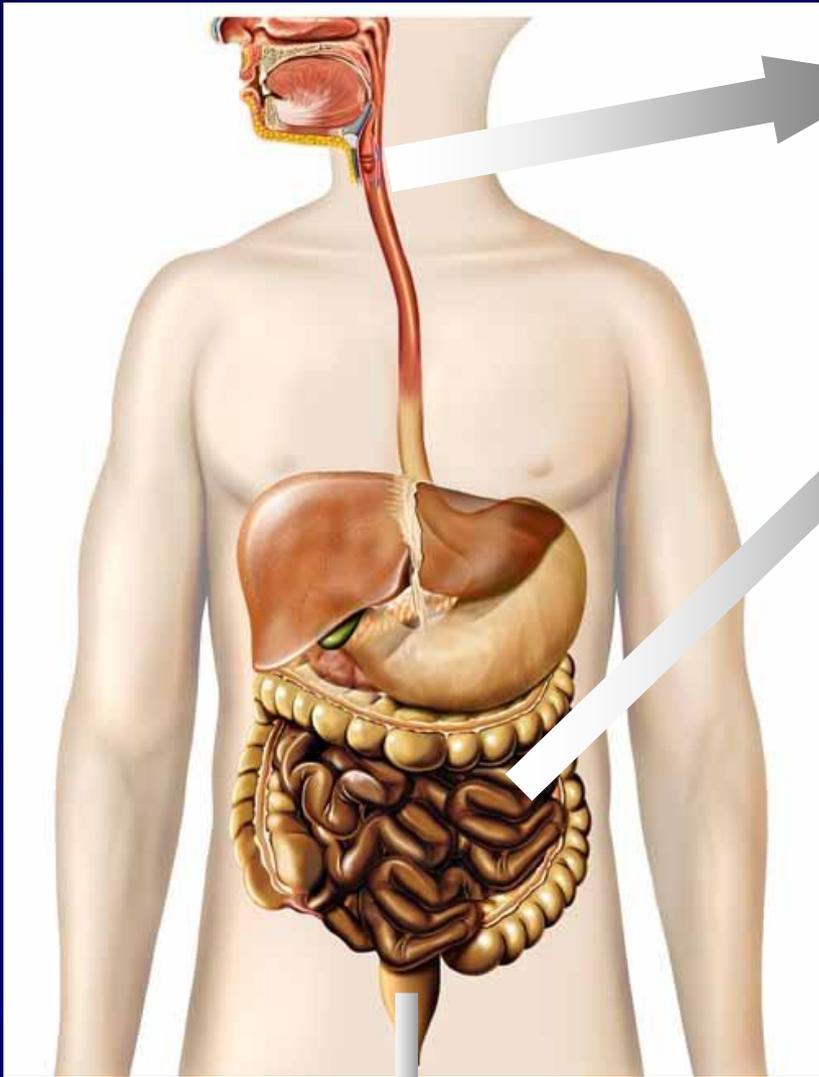
# Como estimar Equivalentes de Folato Alimentar (*Dietary Folate Equivalents – DFE*):

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

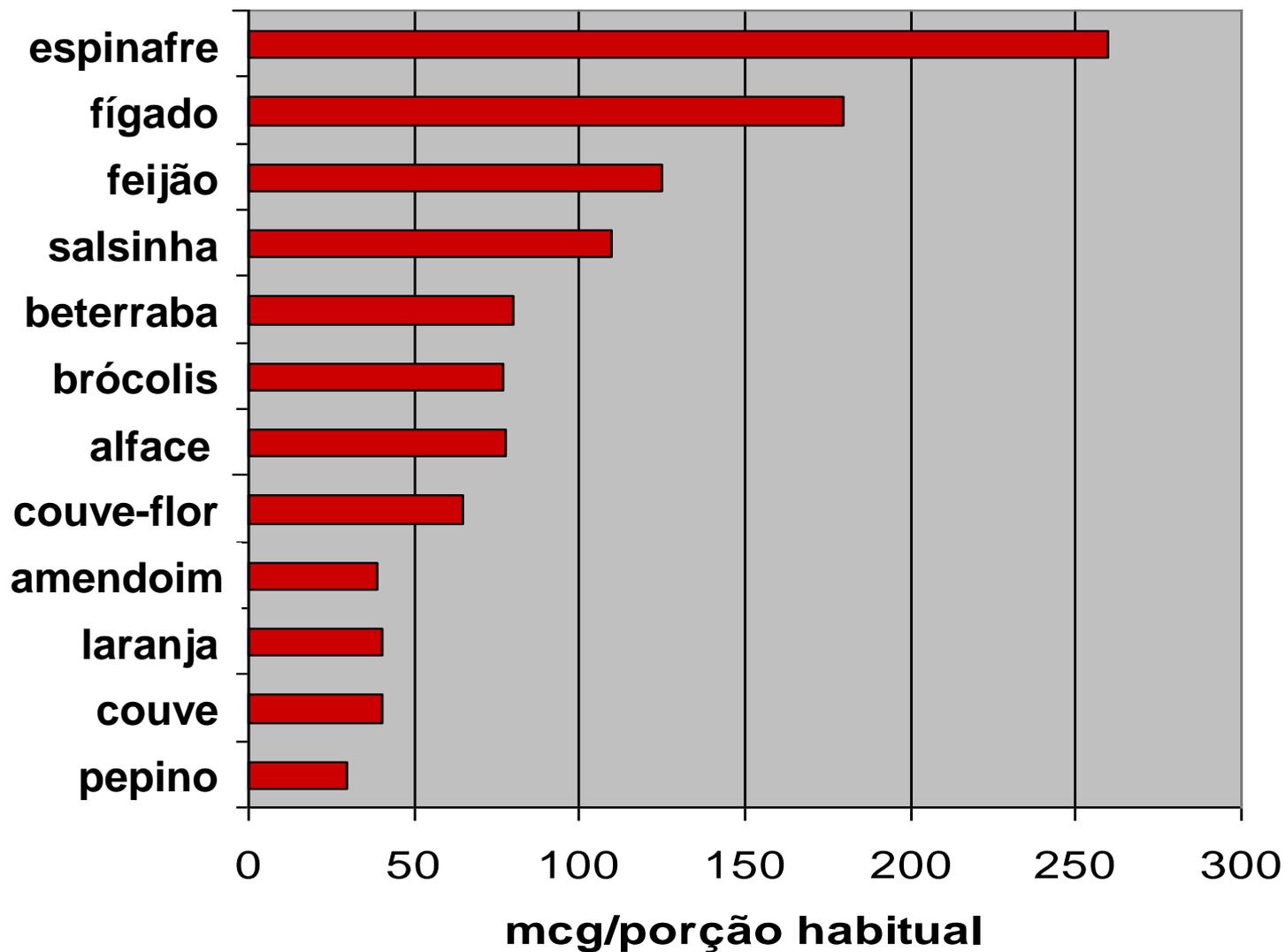
Fígado/vísceras

Vegetais verdes frescos

Algumas frutas frescas



## FONTES ALIMENTARES DE FOLATO



# Cobalamina

(Vitamina B<sub>12</sub>)

# 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

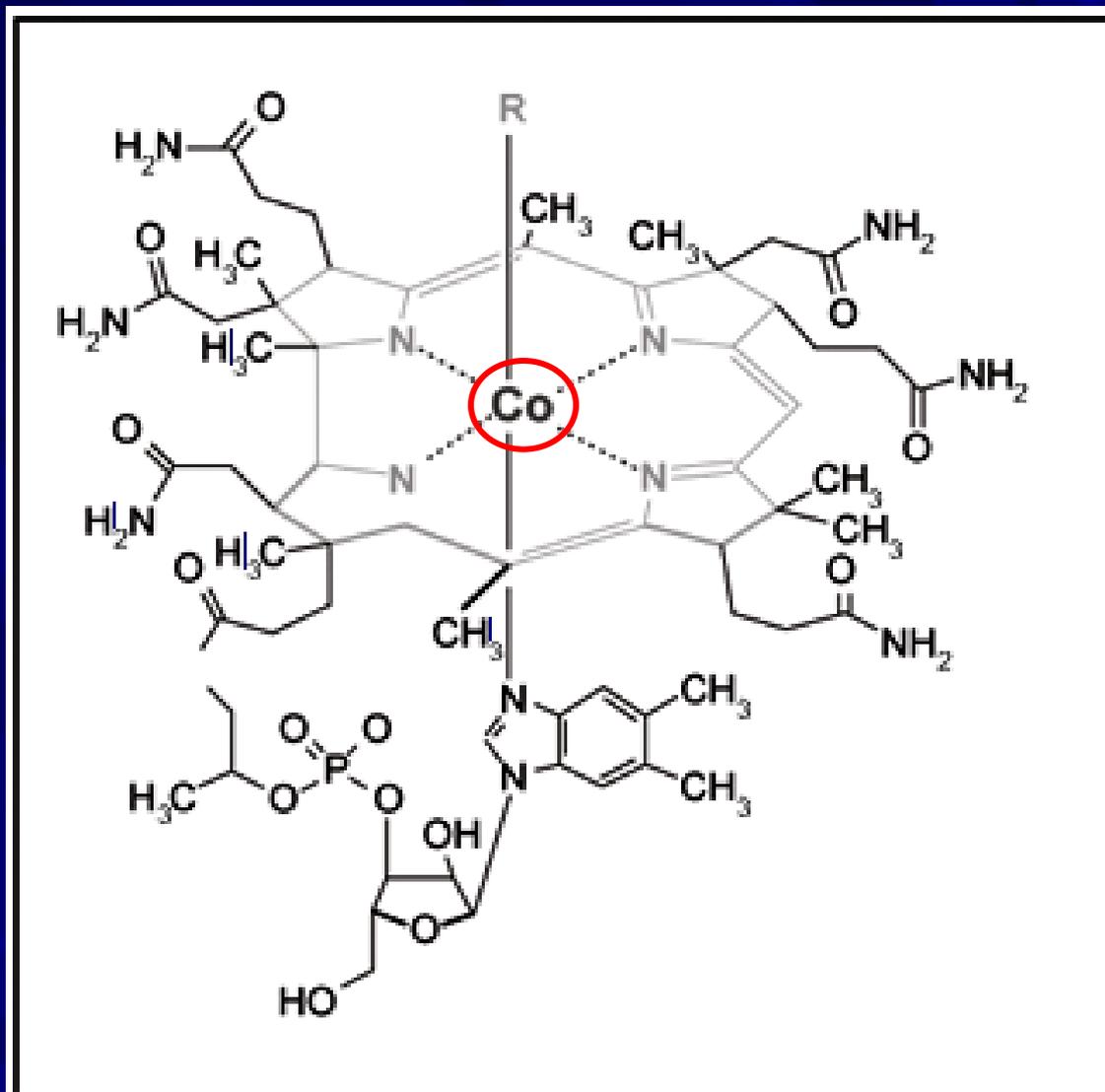


Figura 1 - Estrutura da vitamina B12

# 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

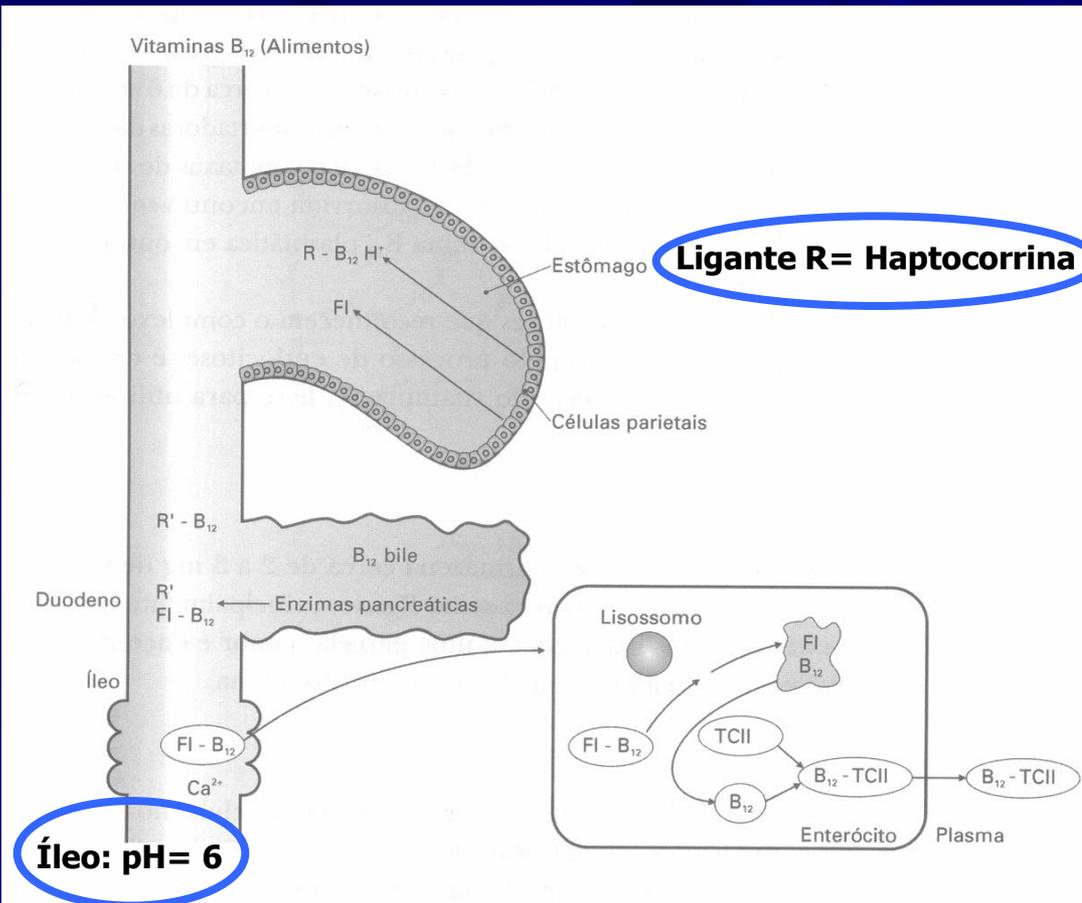
# Biodisponibilidade

## ■ 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

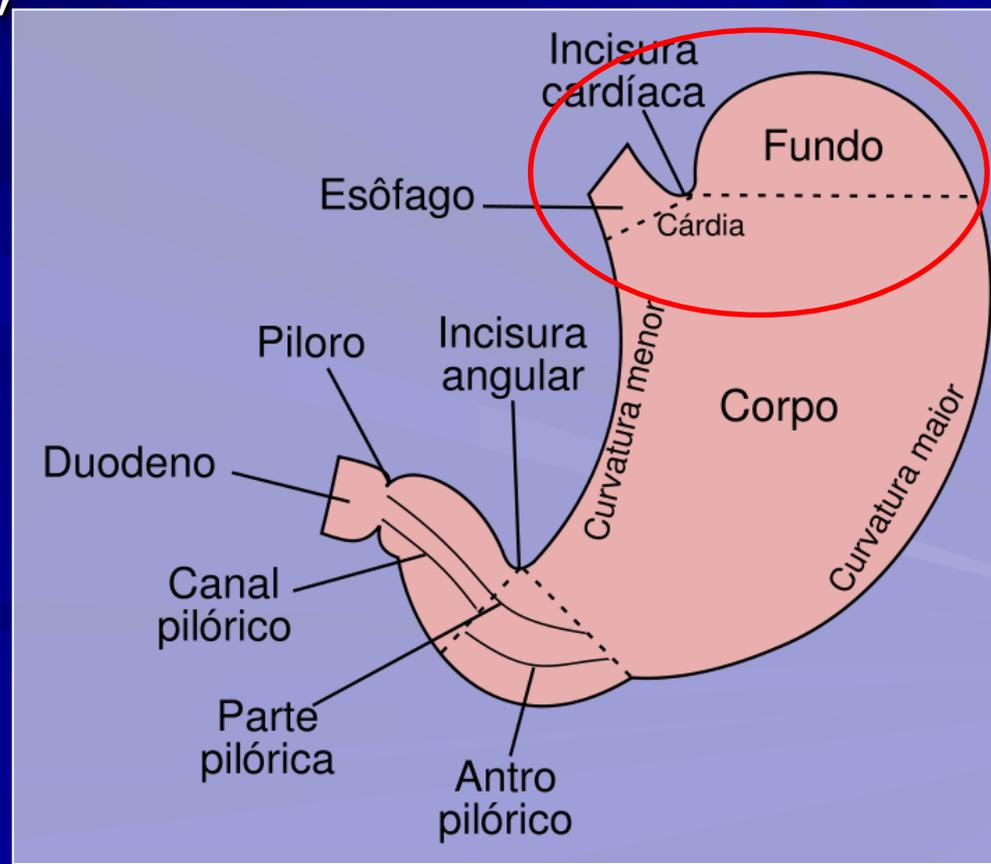


- H<sup>+</sup> - Ambiente ácido
- FI - Fator intrínseco
- R e R' - Ligantes R
- R' - B<sub>12</sub> - Complexo ligante R e B<sub>12</sub>
- FI - B<sub>12</sub> - Complexo fator intrínseco e B<sub>12</sub>
- TCII - transcobalamina II

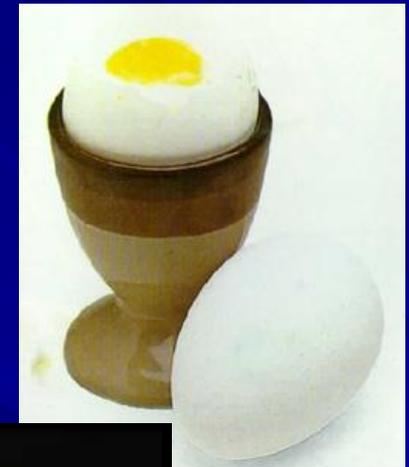
Fig. 10.4 Metabolismo da vitamina B<sub>12</sub>.

# 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

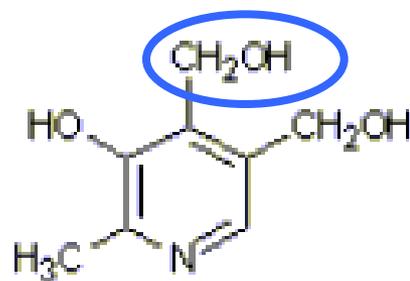


# **Piridoxina**

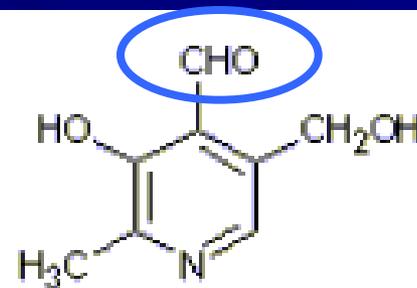
(Vitamina B<sub>6</sub>)

# Características

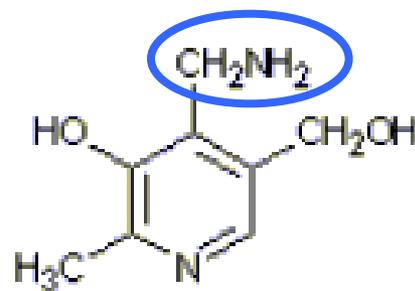
- Vitamina B<sub>6</sub> = derivados da 3-hidroxi-5-hidroxi-2-metil-5-metil **piridina**. Há 3 formas na natureza:



**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 NH<sub>2</sub>);
  - **desaminação** (remoção de grupos amino, fornecendo resíduos de carbono para fins energéticos);
  - **desulfuração** (transferência do grupo sulfidril (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

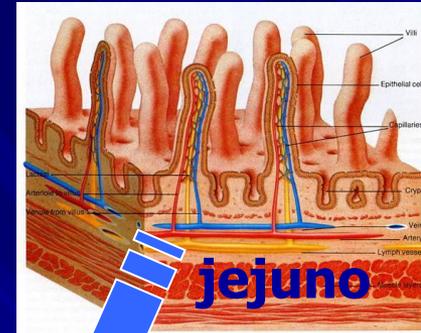
# **Metabolismo da Vitamina B6**



formas não-fosforiladas  
+ formas fosforiladas

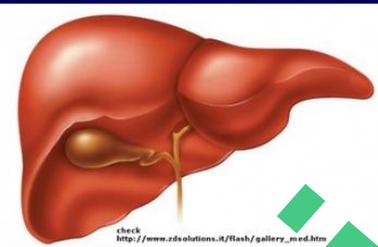
difusão passiva

*fosfatase alcalina*

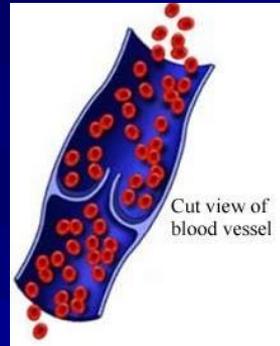


**jejuno**

*Quinases*



difusão passiva



Cut view of blood vessel

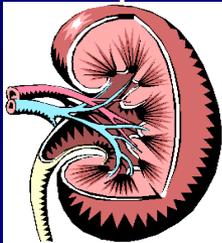
desfosforilação

formas fosforiladas

> Piridoxal (PL)

**PL**

Ácido 4-piridóxico



*Piridoxina quinase - ATP-Zn*

formas fosforiladas

**PMP**

**PNP**

**PLP**

(circulação e tecidos)

# **Fontes alimentares**

**leveduras**

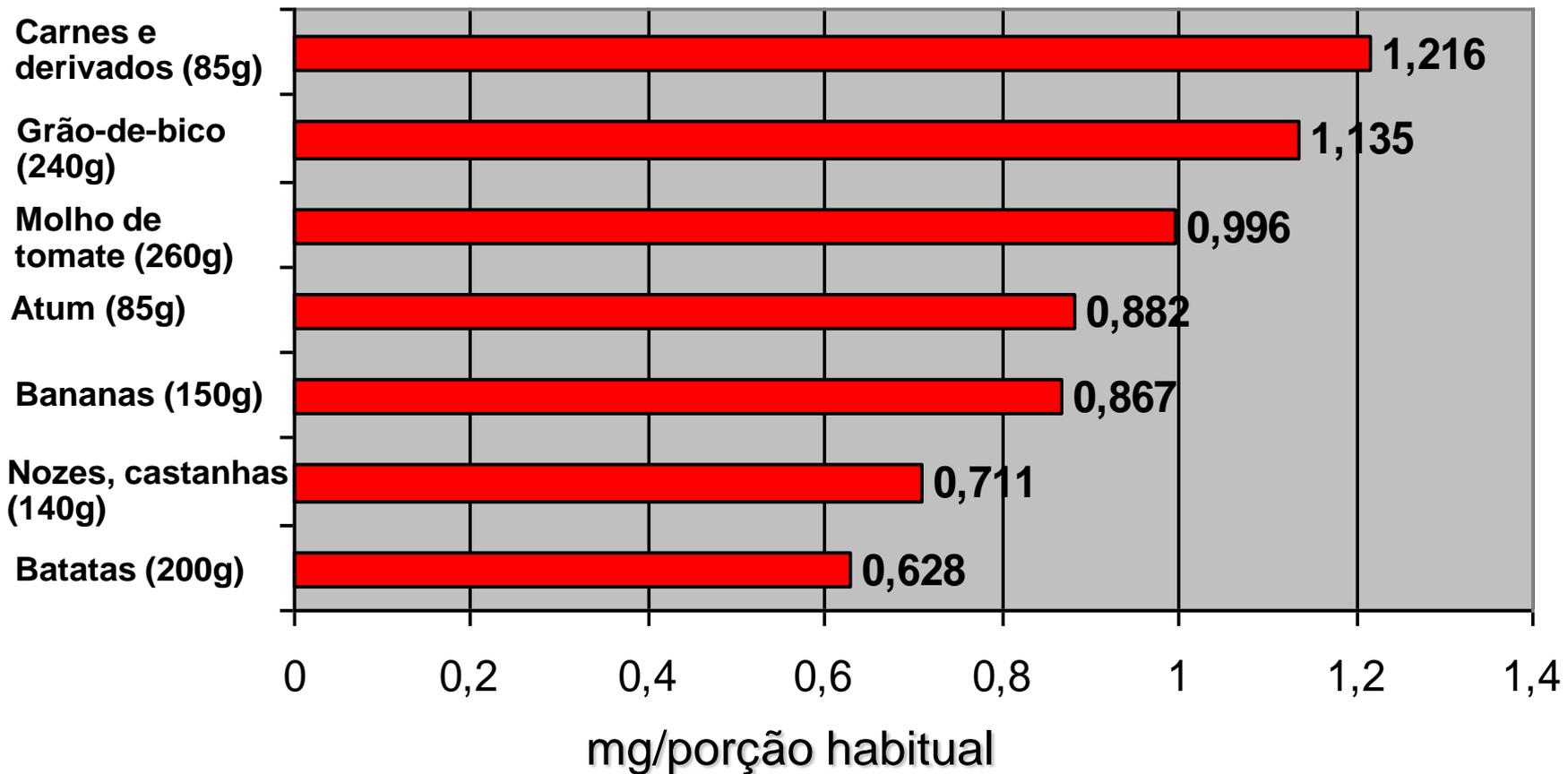
**germe de trigo**

**carne de porco**

**vísceras (fígado)**

**cereais integrais**

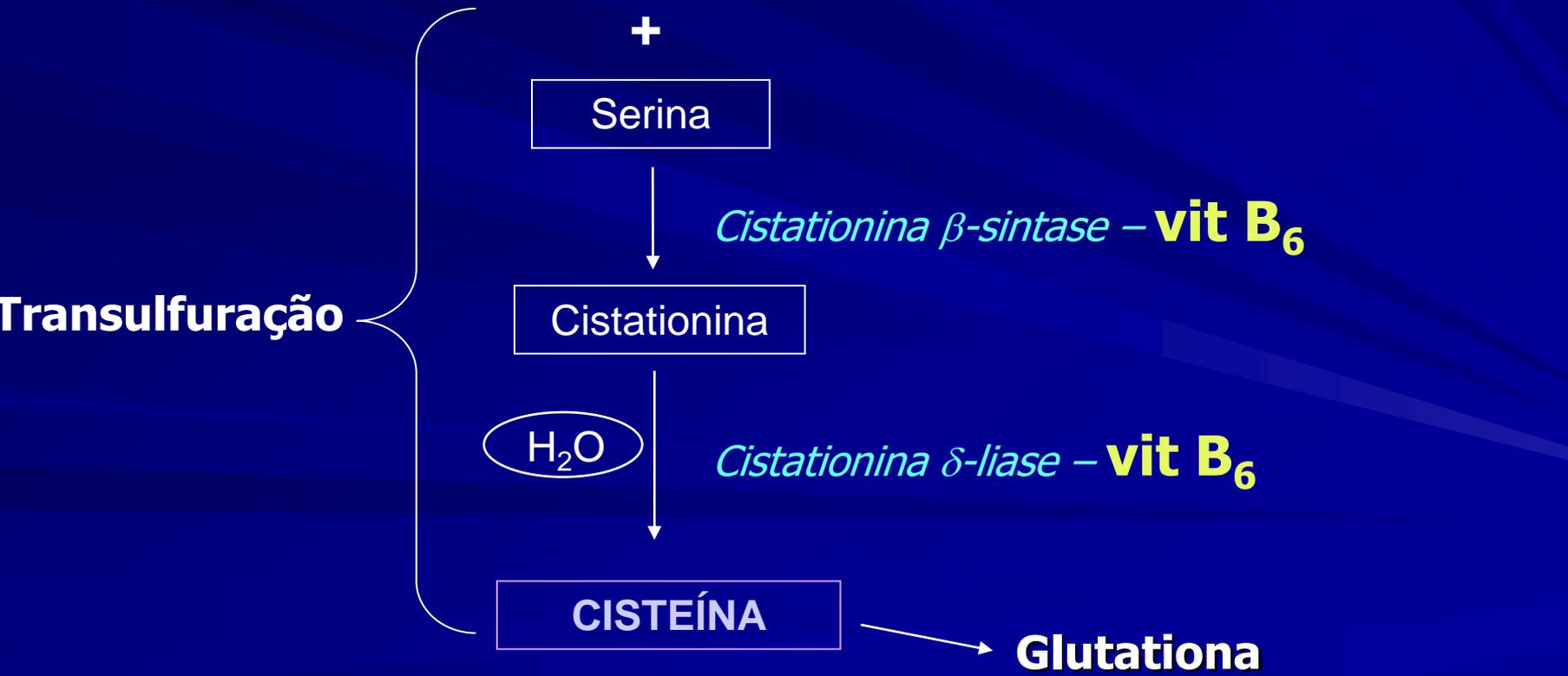
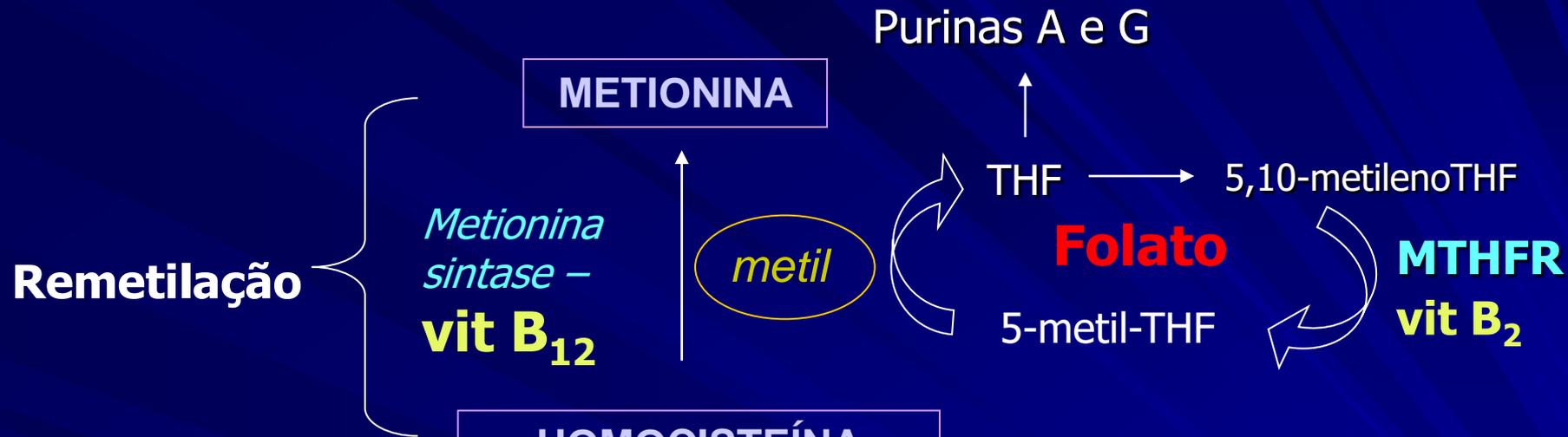
## FONTES ALIMENTARES DE VITAMINA B<sub>6</sub>



Fonte: Dados de Composição de Alimentos USDA

# **Vitaminas B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> e B<sub>12</sub>**

## **Inter-relações**



# **Vitaminas B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> e B<sub>12</sub>**

## **Recomendações**

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