

## Vitaminas e Coenzimas

Vitaminas são compostos orgânicos de natureza e composição variada. Embora sejam necessárias em pequenas quantidades, são essenciais para o metabolismo dos organismos vivos.

Sua importância bioquímica reside no fato de que muitas vitaminas originam as coenzimas de muitas enzimas. Outras delas são precursores de hormônios.

As necessidades vitamínicas variam de espécie para espécie, com a idade e com a atividade. Os vegetais, fungos e microorganismos são capazes de sintetizá-las; já os animais, salvo algumas exceções, não possuem essa capacidade, motivo pelo qual devem obtê-las a partir dos alimentos da dieta. Em alguns casos, os animais obtêm algumas vitaminas através de suas paredes intestinais, cuja flora bacteriana simbiótica as produz.

Algumas vitaminas são ingeridas na forma de provitaminas (precursores), devendo ser ingeridas na alimentação, no caso de animais superiores.

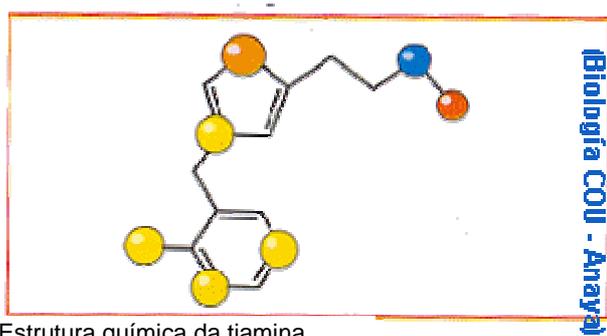
As vitaminas são substâncias lábeis, alterando-se facilmente por mudanças de temperatura, pH e também por armazenamento prolongado.

Classicamente, são divididas em dois grupos: hidrossolúveis (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico, cobalamina e ácido ascórbico) e lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K).

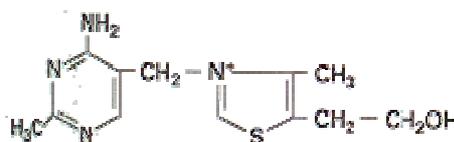
Abaixo, serão descritas algumas das vitaminas citadas, mencionando as coenzimas por elas originadas.

### A Tiamina origina a TPP (tiamina pirofosfato)

A Tiamina, também conhecida como vitamina B<sub>1</sub>, é composta por uma pirimidina substituída e um componente tiazol.



Estrutura química da tiamina



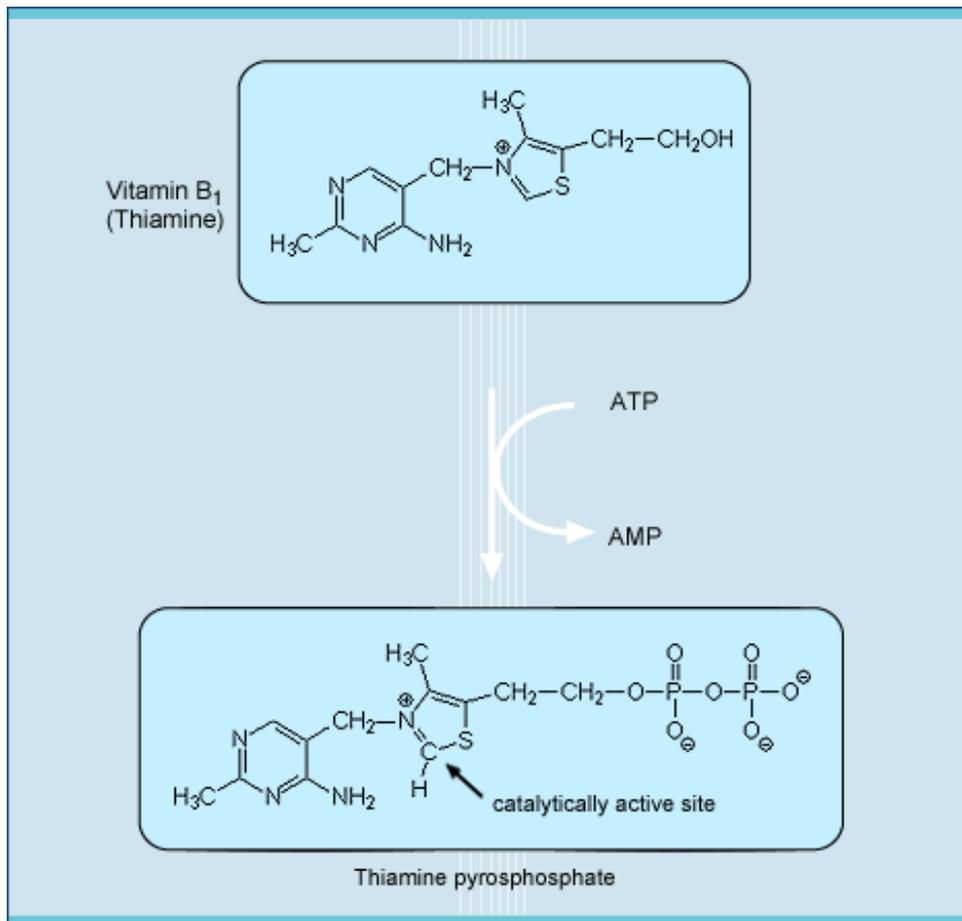
Tiamina



### Fontes

- é produzida por bactérias, leveduras e vegetais.

- é abundante em cereais integrais, onde se encontra na forma inativa. Nos animais, ao ser ingerida com os alimentos, vai para o fígado onde é transformada em pirofosfato de tiamina (TPP), que é sua forma ativa, pela união de 2 fosfatos.



### **Função**

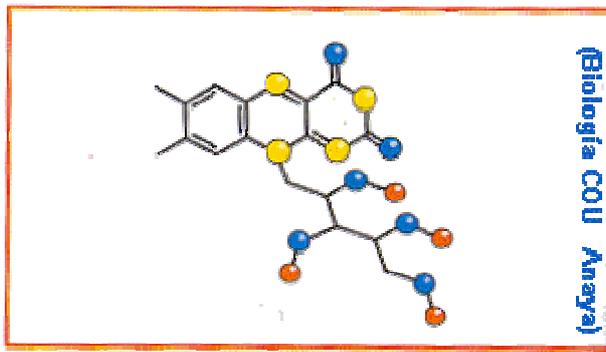
- atua como coenzima de vários sistemas enzimáticos que catalisam reações de descarboxilação oxidativa (participam do Ciclo de Krebs, via das pentoses fosfatadas)
- desempenham um papel fundamental no metabolismo oxidativo de glicídeos e lipídeos, sendo importantes para a produção de energia no organismo.
- é fundamental para o funcionamento do cérebro, músculos e nervos (sistema nervoso central, coração, fígado)

### **Carência**

- causa degeneração de neurônios, manifestada por debilidade muscular, perda de reflexos, insuficiência cardíaca, edemas, falta de apetite (este quadro sintomático é conhecido como Beribéri)

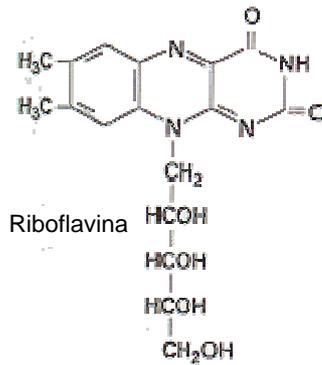
## **A Riboflavina é precursora de FAD e FMN**

A riboflavina ou vitamina B<sub>2</sub> faz parte de um grupo de pigmentos amarelos denominados flavinas. Sua estrutura compreende uma base nitrogenada composta por 3 anéis de 6 C e 2 N, ligadas à ribose.



(Biologia COU Anaya)

Estrutura química da riboflavina



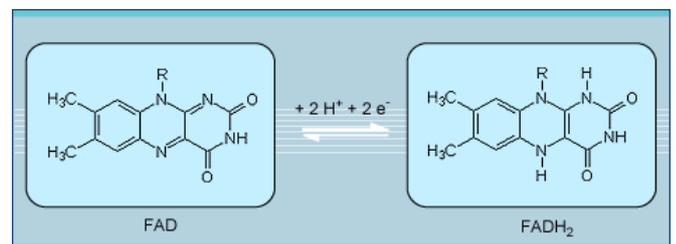
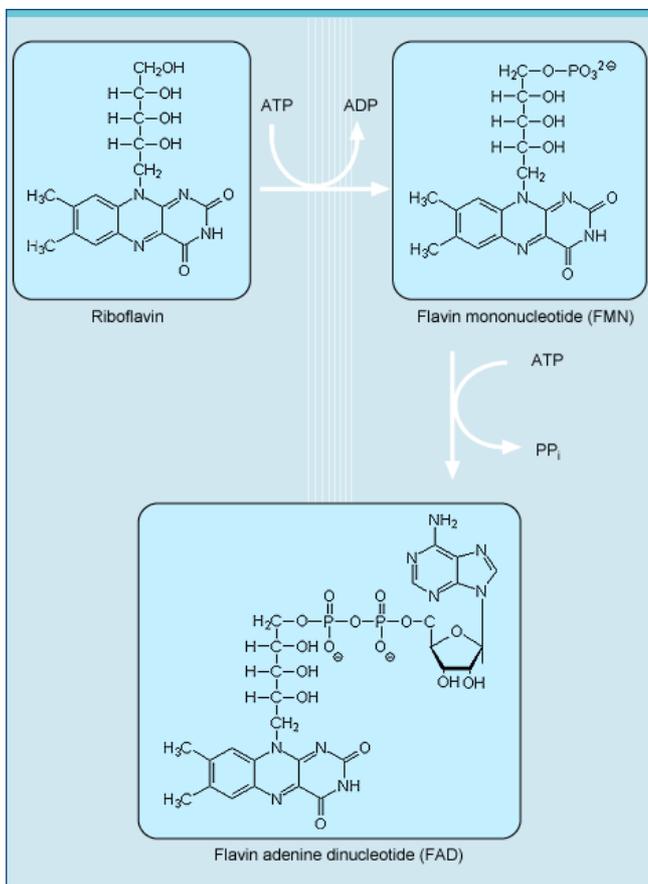
### Fontes

- encontra-se amplamente distribuída na natureza, sendo produzida por bactérias, leveduras e vegetais verde escuros e com pigmentos amarelos (verduras e frutas), no leite e na gema de ovos, em carnes e no levedo de cerveja.

### Função

- atua como precursora dos cofatores de flavina: FMN (flavina mononucleotídeo) e FAD (flavina adenina dinucleotídeo); estes sevem como coenzimas em reações de oxi-redução no metabolismo energético. Mais de 50 flavoproteínas (enzimas com cofatores de flavina) são conhecidas.

- FMN e FAD podem aceitar elétrons de substratos ou então da coenzima NADH (descrito a seguir).

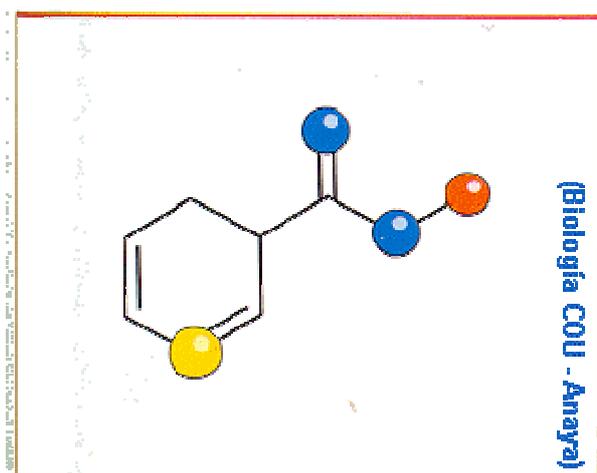


## Carências

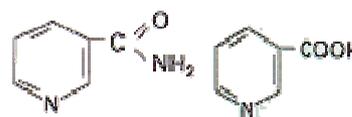
- sua carência causa dermatites e lesões nas mucosas (língua, lábios, córnea, boca,...)

## A Niacina faz parte do NAD<sup>+</sup> e do NADP<sup>+</sup>

O termo Niacina se refere a dois compostos: o ácido nicotínico e a nicotinamida. Esta vitamina é precursora do NAD<sup>+</sup> (nicotinamida adenina dinucleotídeo) e do NADP<sup>+</sup> cofatores de enzimas muito importantes envolvidas em reações de oxi-redução no metabolismo energético.

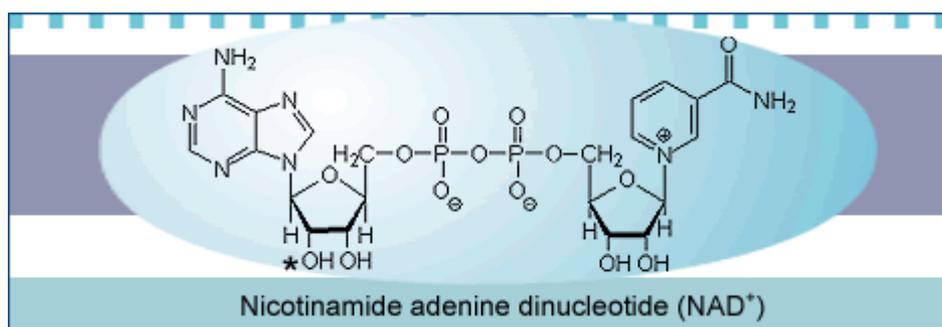


Estrutura química da niacina (ácido nicotínico)



Nicotinamida

Ácido nicotínico



Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD<sup>+</sup>)

O NADP<sup>+</sup> é sintetizado a partir do NAD<sup>+</sup> pela fosforilação no O<sup>\*</sup>, usando ATP.

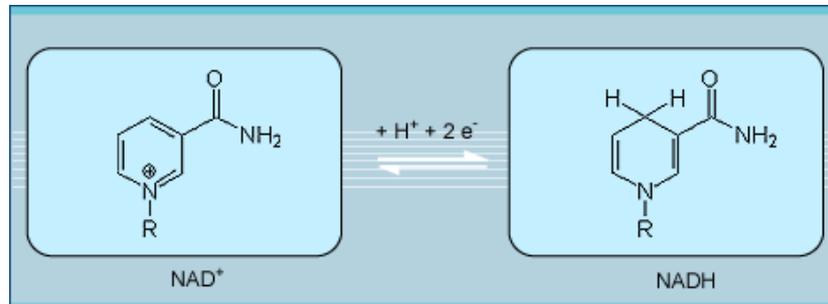
## Fontes

- é produzida por bactérias, leveduras e vegetais que contenham pigmentos amarelos.
- pode ser encontrada em alimentos obtidos por fermentação com leveduras.
- os animais podem sintetizá-la a partir do aminoácido triptofano, e por isso, boas fontes são alimentos de origem animal como carnes, leite e pescado.

- boas fontes vegetais são amendoim e outras leguminosas.

### **Função**

- forma parte das coenzimas  $\text{NAD}^+$  e  $\text{NADP}^+$ , as quais atuam em processos metabólicos de glicídeos e protídeos, na respiração em nível celular. O  $\text{NAD}^+$  pode se reduzir a  $\text{NADH}^+$ , ao receber elétrons (na forma de íon hidreto). A forma oxidada,  $\text{NAD}^+$ , é reciclada pela transferência dos elétrons para a cadeia respiratória, enquanto ATP é produzido.



- o  $\text{NADP}^+$  é obtido na via das pentoses fosfato e serve como agente redutor em vias biossintéticas redutivas.

### **Carência**

- a carência causa Pelagra, cujos sintomas são genericamente referidos como três D (dermatite, diarréia e demência).

## **O Ácido pantotênico faz parte da Coenzima A**

A denominação ácido pantotênico é originada do grego “panthos”, que significa “por toda a parte”, porque esta vitamina é encontrada em diversas fontes animais e vegetais.

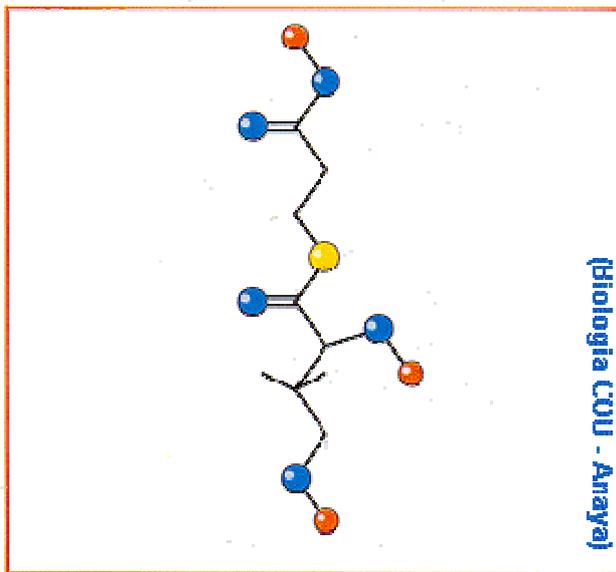
### **Fontes**

- é sintetizada por bactérias, leveduras e vegetais verdes.

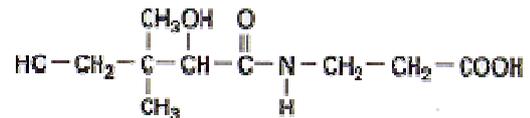
- também é encontrada em vísceras como o fígado, em ovos, legumes, cogumelos, cereais em geral e na geléia real.

### **Função**

- forma parte da Coenzima A, que atua no metabolismo de lipídeos (na ativação de ácidos graxos e transporte de grupamentos ácidos) e também no Ciclo de Krebs.

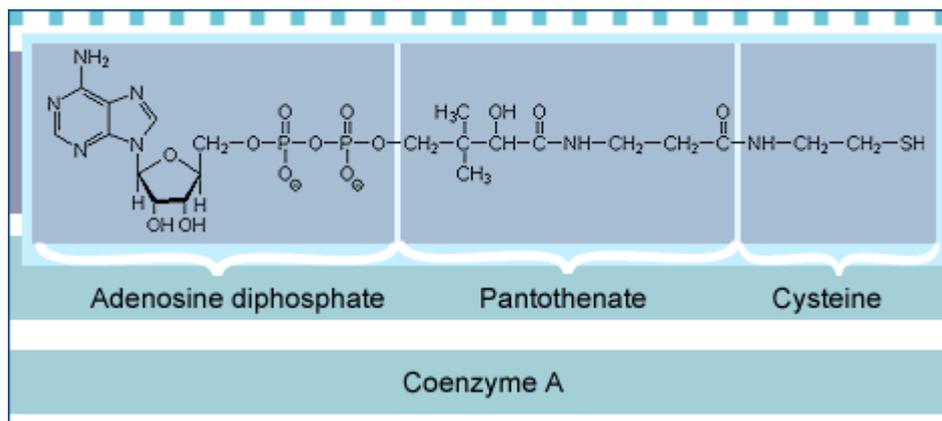


(Biologia CUU - Araya)



Ácido pantotênico

Estrutura química do ácido pantotênico



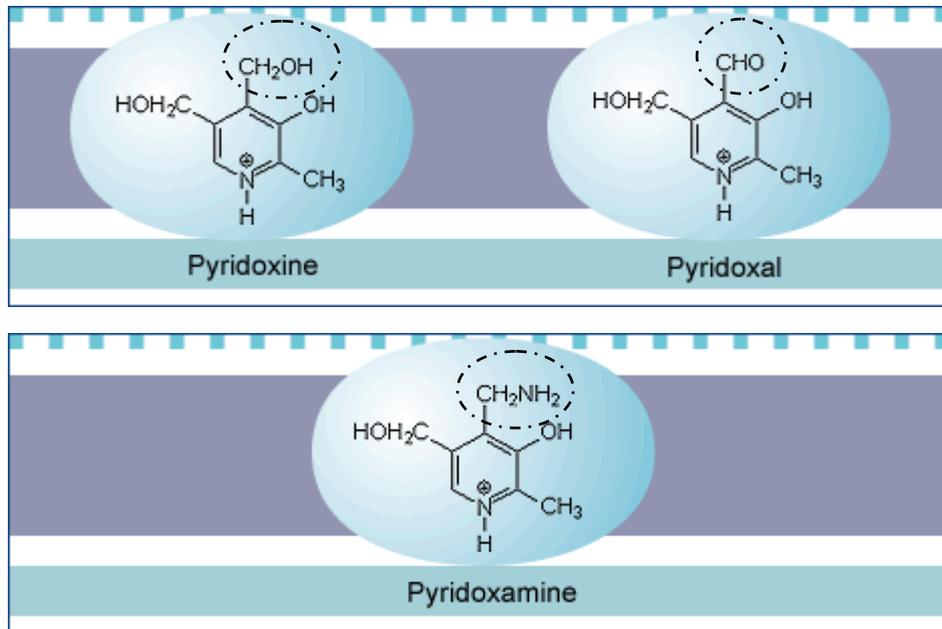
- é necessária para diversos processos metabólicos celulares como a síntese de hormônios a partir do colesterol; síntese e degradação de ácidos graxos; a formação de anticorpos; a biotransformação e detoxificação de substâncias tóxicas.

**Carência**

- dores e queimação dos pés
- alterações nervosas e circulatórias.

## A Piridoxina origina coenzimas de enzimas transaminases

A vitamina B<sub>6</sub> ou Piridoxina pode ocorrer também sob duas outras formas: piridoxal e piridoxamina, todas fisiologicamente ativas e relacionadas entre si. A estrutura básica destes compostos é um anel piridina, sendo que as três formas diferem entre si pelo substituinte de um C do anel.

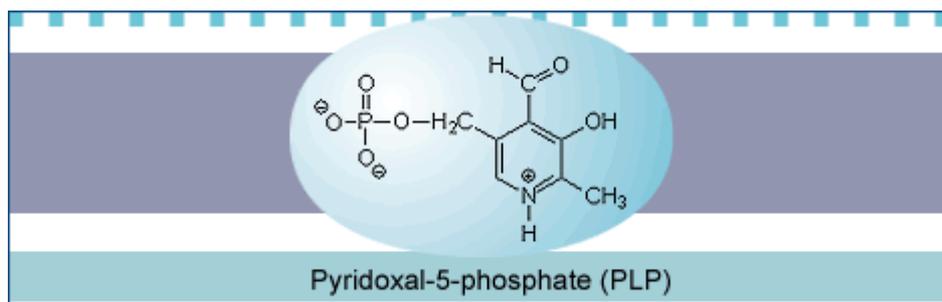


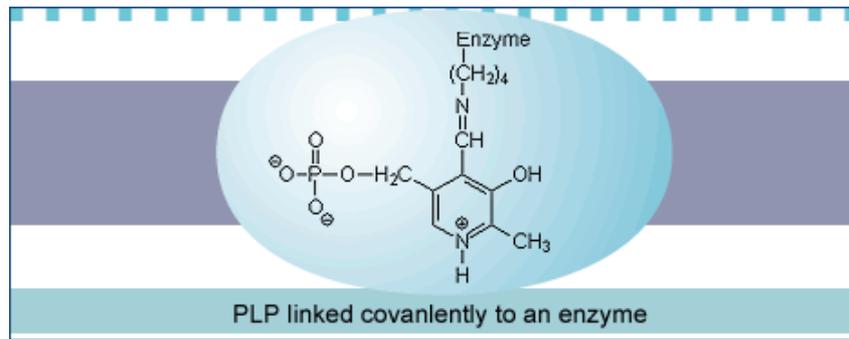
### Fontes

- aves, pescado, fígado e ovos (em alimentos de origem animal a vitamina B<sub>6</sub> ocorre principalmente como cofatores ligados à enzimas).
- é sintetizada por vegetais e leveduras (em alimentos de origem vegetal como batata, aveia, banana, germen de trigo, é encontrada como piridoxina glicosídeo, isto é, ligada à glicose).

### Função

- a piridoxina pode ser fosforilada para produzir piridoxal fosfato (PYF), sua forma ativa. Este atua como cofator de um grande número de enzimas que transferem grupos amino no metabolismo de aminoácidos (transferases) e também como cofator da enzima que catalisa a quebra do glicogênio. O PYF liga-se covalentemente a um resíduo de lisina de enzimas das quais é cofator.



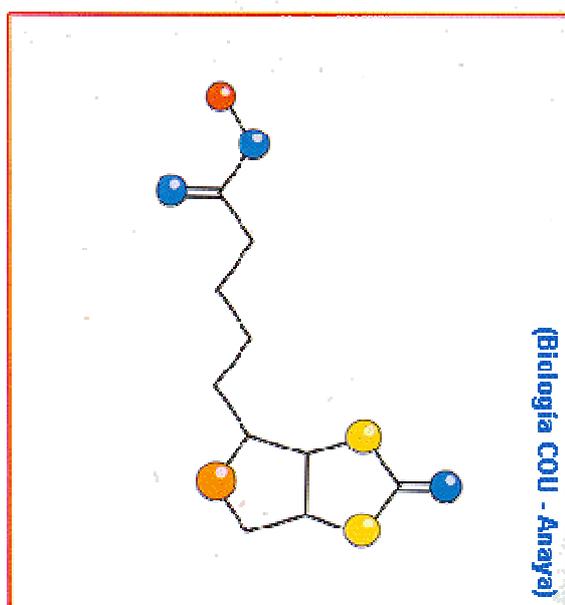


## Carência

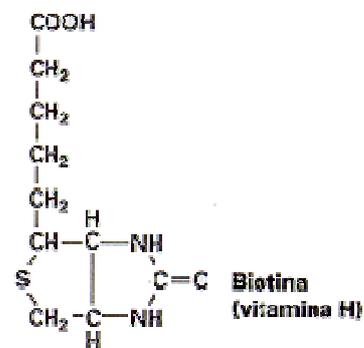
- sua falta causa anemia, depressão, convulsões, fadiga, alterações na pele.

## **A Biotina participa da transferência de grupos carboxila**

A Biotina, primeiramente chamada de vitamina H (do alemão "haut", que significa pele) é um ácido monocarboxílico com uma porção cíclica, solúvel em água e suscetível à oxidação.



Estrutura química da biotina



Hidrogênio   Oxigênio   Nitrogênio   Enxofre   Cobalto

## Fontes

- em humanos é sintetizada por bactérias do trato intestinal.
- é produzida por vegetais e bactérias.
- alimentos de origem animal como carnes, ovos, leite, fígado.

## Função

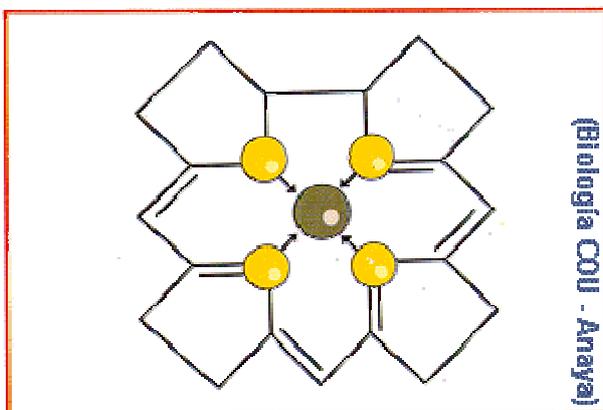
- atua como coenzima de enzimas que transferem grupos carboxila (-COOH) e funciona como carreador de CO<sub>2</sub>.
- está envolvida em reações de rotas metabólicas como a gliconeogênese, a biossíntese de ácidos graxos de cadeia insaturada e oxidação de ácidos graxos.
- é necessária para o crescimento e o bom funcionamento da pele e seus órgãos anexos (cabelo, glândulas sebáceas, glândulas sudoríparas) assim como para o desenvolvimento das glândulas sexuais.

## Carência

- causa dermatites, dores musculares, anemia, aumento do colesterol no sangue.

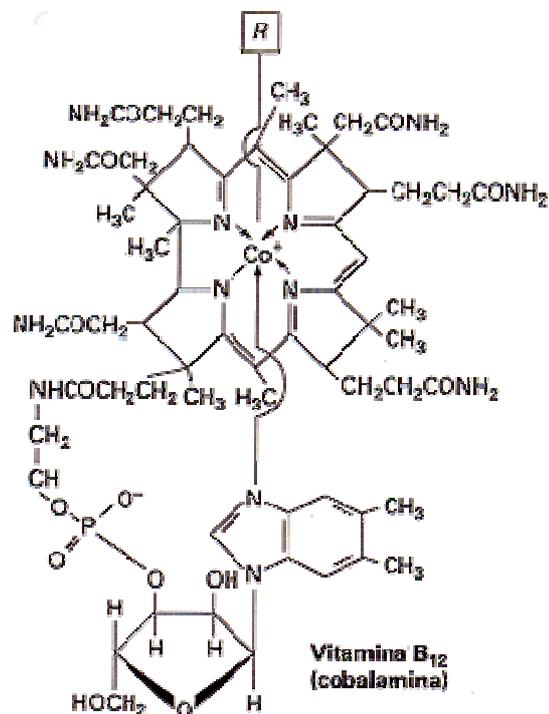
## A cobalamina está envolvida no metabolismo de aminoácidos

A cobalamina ou vitamina B<sub>12</sub> se refere a um grupo de compostos nos quais o íon cobalto está presente. Pode apresentar as formas moleculares B<sub>12a</sub> (cianocobalamina), B<sub>12b</sub> (hidroxicobalamina), B<sub>12c</sub> (nitrocobalamina), dependendo do "R" substituinte.



(Biologia COU - Anaya)

Estructura química de la cianocobalamina.



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

## Fontes

- os animais a obtêm graças à bactérias simbióticas de seu trato digestivo.
- também pode ser obtida em carnes, aves, leite, pescado; não é encontrada em vegetais nem em leveduras. Toda vitamina B<sub>12</sub> é sintetizada por bactérias, fungos e algas.

## Função

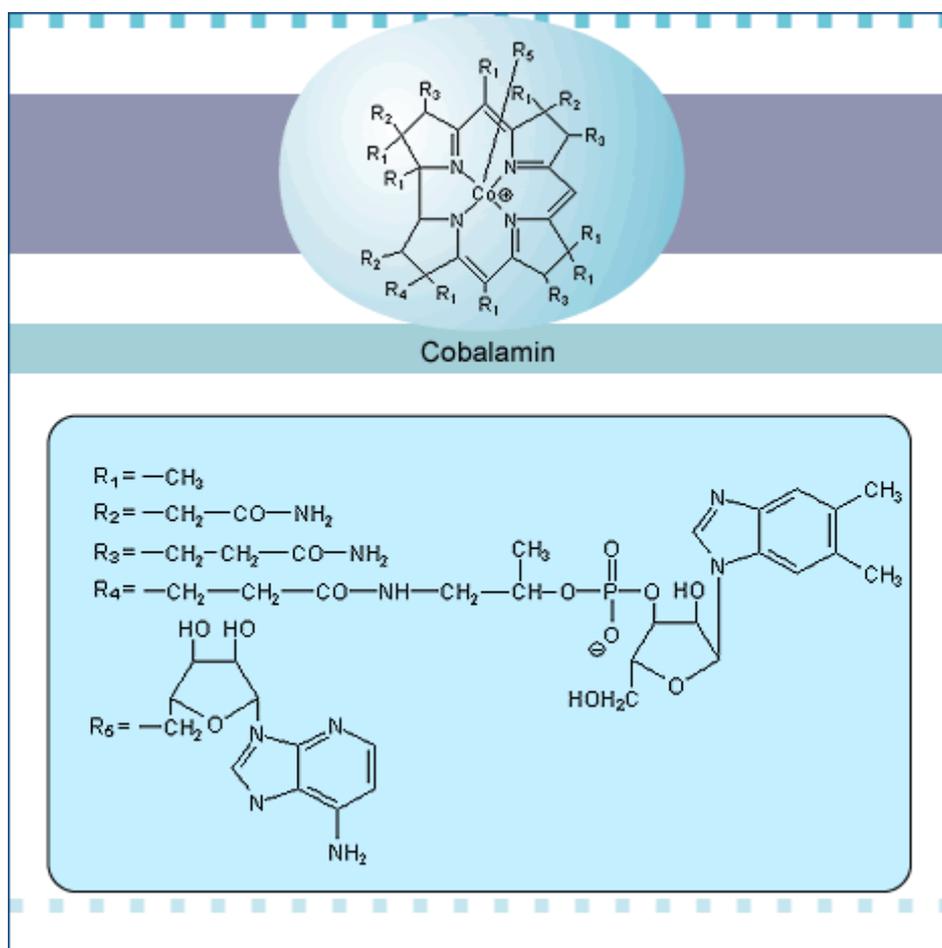
- atua como cofator de enzimas que catalisam rearranjos intramoleculares de ligações C-C, bem como metilações; está envolvida no catabolismo de vários aminoácidos e na oxidação de ácidos graxos, e na formação da metionina pela metilação da homocisteína.

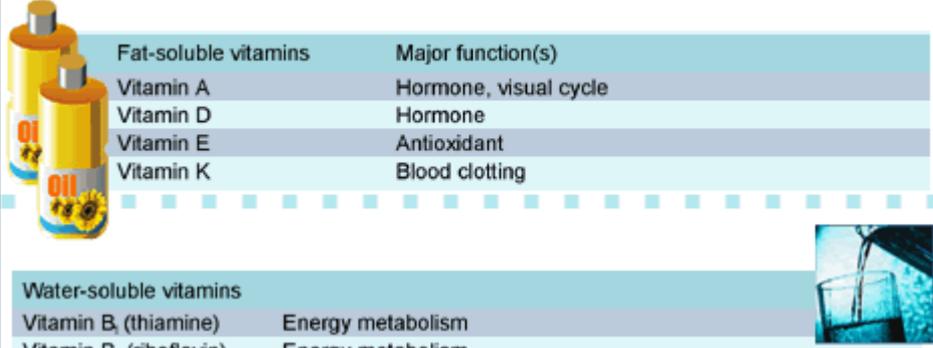
- é necessária para a mobilização (oxidação) de lipídeos e para manter a reserva energética dos músculos.

## Carência

-Escassez e anormalidade na formação de glóbulos vermelhos (Anemia perniciosa).

-Psicose, degeneração nervosa, úlceras na língua e excessiva pigmentação nas mãos (em indivíduos negros).





Fat-soluble vitamins		Major function(s)
Vitamin A		Hormone, visual cycle
Vitamin D		Hormone
Vitamin E		Antioxidant
Vitamin K		Blood clotting

Water-soluble vitamins	
Vitamin B <sub>1</sub> (thiamine)	Energy metabolism
Vitamin B <sub>2</sub> (riboflavin)	Energy metabolism
Vitamin B <sub>6</sub> (pyridoxine)	Amino acid metabolism
Vitamin B <sub>12</sub> (cobalamin)	Amino acid metabolism, odd-chain fatty acid oxidation
Vitamin C (ascorbic acid)	Biosynthesis of collagen and catecholamine hormones, antioxidant
Biotin	Gluconeogenesis fatty acid biosynthesis
Folic acid	Protein synthesis
Niacin	Energy metabolism
Pantothenic acid	Coenzyme A

### **Referências bibliográficas:**

Maban, L. Kathleen & Escott-Stump, Sylvia. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia, Ed. Roca, 1998.

Basu, T.K. & Dickerson, J.W. Vitamins in Human Health and Disease, CAB International, 1996.

<http://www.um.es> (acesso em fevereiro de 2006).

<http://www.abcdasaude.com.br/artigo> (acesso em fevereiro de 2006).

<http://www.saudenarede.com.br> (acesso em fevereiro de 2006).