

Capacitação continuada de técnicos multiplicadores  
da cadeia produtiva da piscicultura  
Módulo Zero

# NUTRIÇÃO DE PEIXES

Daniel Rabello Ituassú  
Pesquisador B - Sis. de Produção Aqüícola  
Embrapa Agrossilvipastoril



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Nutrição de peixes: Importância

Proteínas

Lipídeos

Carboidratos

Minerais

Vitaminas



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

## Nutrição de peixes: Importância

Aquicultura: importância crescente

Estabilização da produção pesqueira

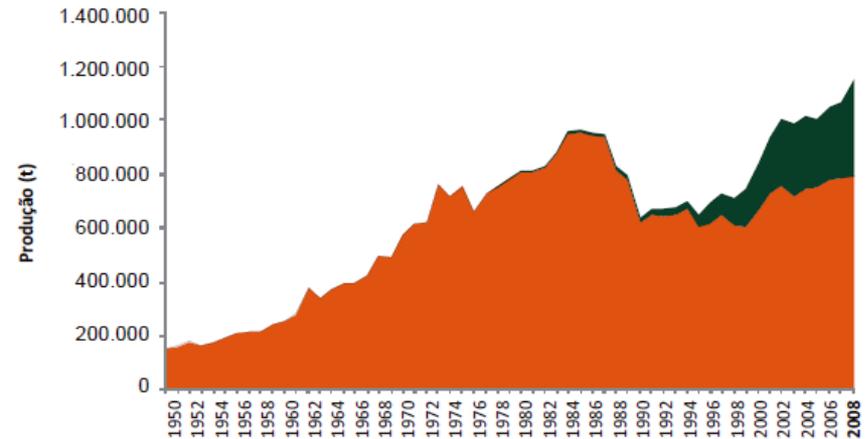
Grande parte do custo de produção

Crescimento dos peixes

Saúde dos peixes

Qualidade de carcaça

Vida de prateleira



Fonte: FAO/FISHSTAT.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Proteínas

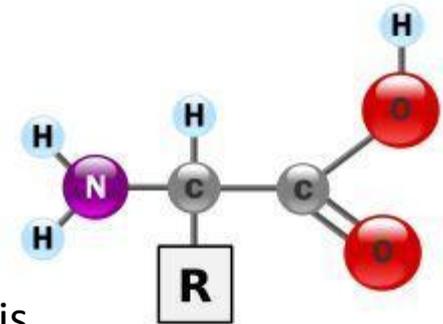
O que são?

- ✓ Compostos formados por aminoácidos
- ✓ Unidos por ligações peptídicas

São as moléculas mais abundantes e importantes nos animais

- ✓ Compõem cerca de 70% do peso seco
- ✓ São compostos por carbono (C), nitrogênio (N), oxigênio (O) e hidrogênio (H)
- ✓ Importância não é ligada à quantidade, mas às suas funções

- Catalisadores
- Estruturais
- Armazenamento
- Hormonal
- Defesa
- Energética



[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Estrutura dimensional

✓ Estruturas primárias

✓ Estruturas secundárias

✓ Estruturas terciárias

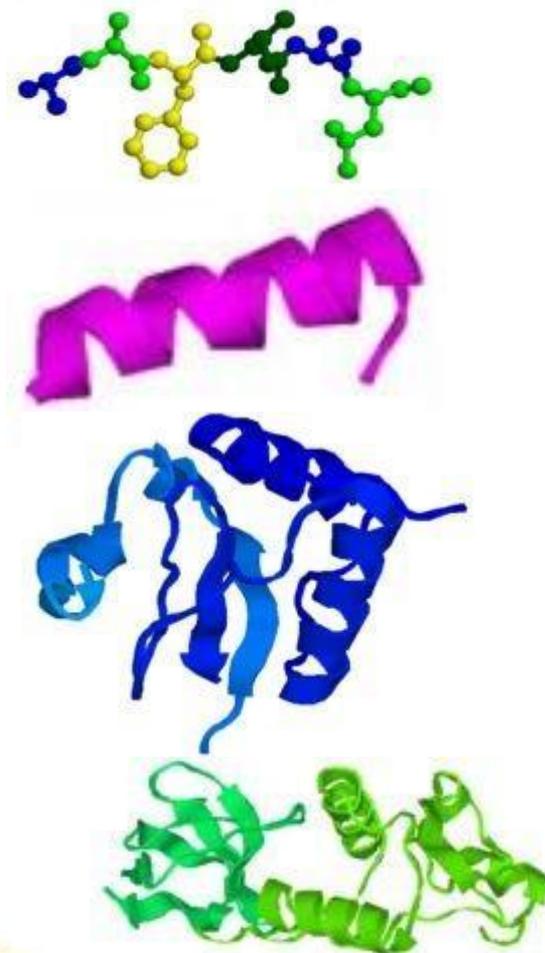
✓ Estruturas quaternárias

## Estruturas mais complexas

✓ Derivam todas da estrutura primária

✓ Variações na estrutura determinam suas propriedades

## Proteínas



## Proteínas

### Aminoácidos

Mais de 200 aminoácidos  
na Natureza

20 são mais frequentes

10 são considerados essenciais

Não são sintetizados

São importantes para o  
organismo

**Table 1. Two major classes of amino acids.**

<b>Indispensable (essential)</b>	<b>Dispensable (nonessential)</b>
Arginine	Alanine
Histidine	Asparagine
Isoleucine	Aspartic acid
Leucine	Cystine
Lysine	Glutamic acid
Methionine	Glutamine
Phenylalanine	Glycine
Threonine	Proline
Tryptophan	Serine
Valine	Tyrosine

Gatlin, D.M. 2010. Principles of fish nutrition. SRAC Publication n.º 503. Southern Regional Aquaculture Center, USDA, 8p.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Proteínas

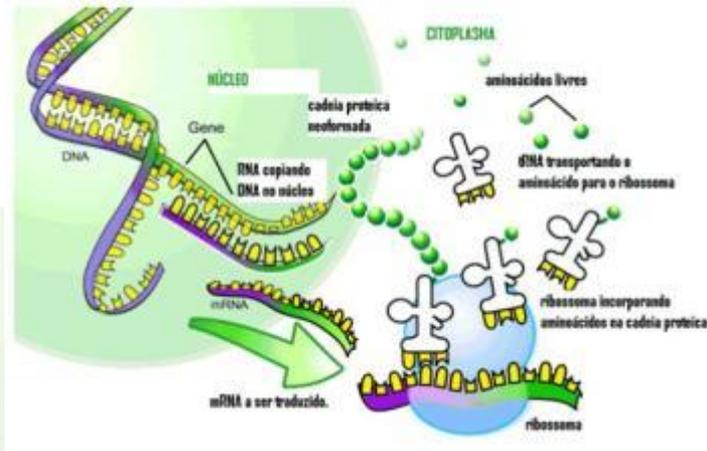
Consumo de proteína é para obter aminoácidos

Digestão de proteína: aminoácidos livres

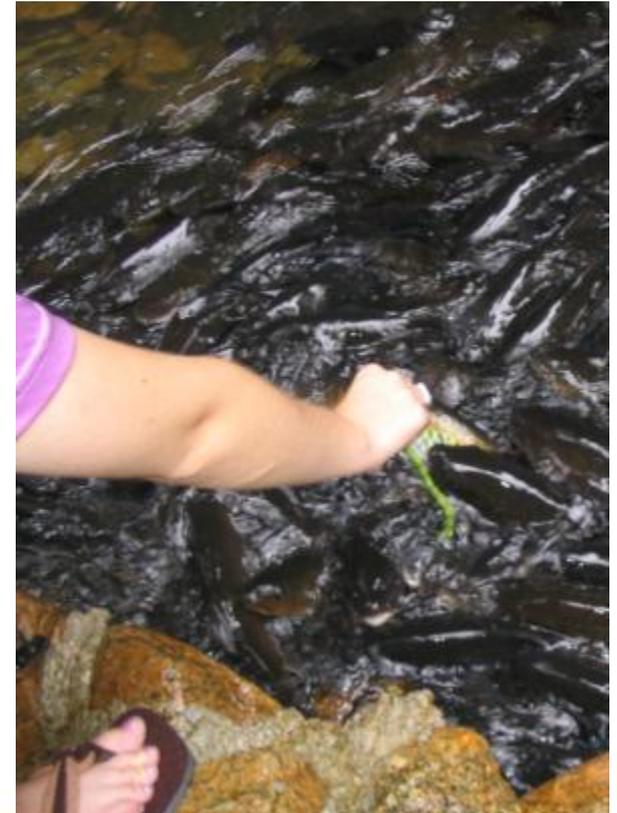
✓ Intestino: absorção

✓ Sangue: distribuição

Objetivo: sintetizar novas proteínas



sobiologia.com.br



web.mit.edu



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Aporte regular de alimento

Aminoácidos: uso contínuo

- ✓ Síntese de novas proteínas (crescimento/reprodução)
- ✓ Substituição às já existentes (manutenção)

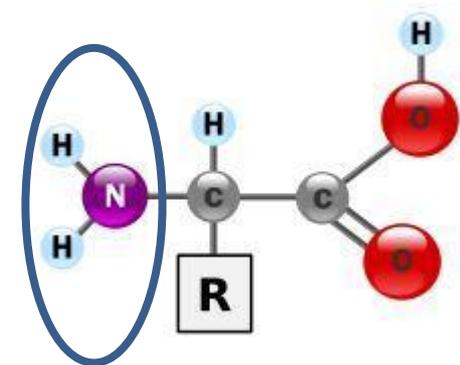
Ingestão de níveis adequados aos peixes

Ingestão de pouca proteína

- ✓ Redução ou cessação do crescimento
- ✓ Perca de peso

Ingestão de excesso de proteína

- ✓ Uma fração será usada na síntese protéica
- ✓ Restante será degradado: energia
- ✓ Amônia (NH<sub>3</sub>)



[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

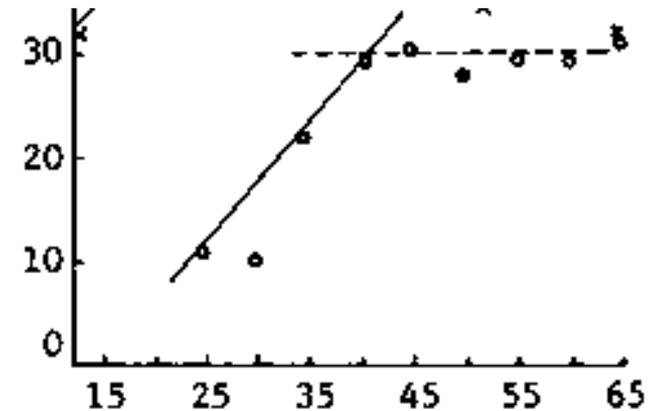


## Proteínas

Nível de proteína adequado

Requerimento ou exigência por proteína

- ✓ Depende do tamanho dos peixes
- ✓ Depende da temperatura da água (clima temperado)
- ✓ Depende do hábito alimentar



www.fao.org

Qualidade da proteína

- ✓ Perfil de aminoácidos
- ✓ Digestibilidade

Requerimento é uma mistura balanceada de

- ✓ Aminoácidos essenciais
- ✓ Aminoácidos não essenciais



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

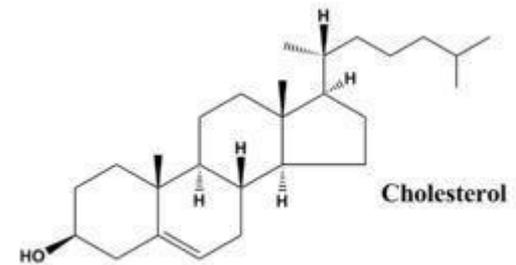


# Lípidos

Moléculas compostas por Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O)

Caracterizam-se por:

- ✓ Insolúveis em água;
- ✓ Solúveis em solventes orgânicos



[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Oito categorias de lipídeos

- ✓ Glicerídeos – Óleos e as gorduras
- ✓ Importantes para a nutrição de peixes
- ✓ Elevado teor de energia
- ✓ Fontes de ácidos graxos

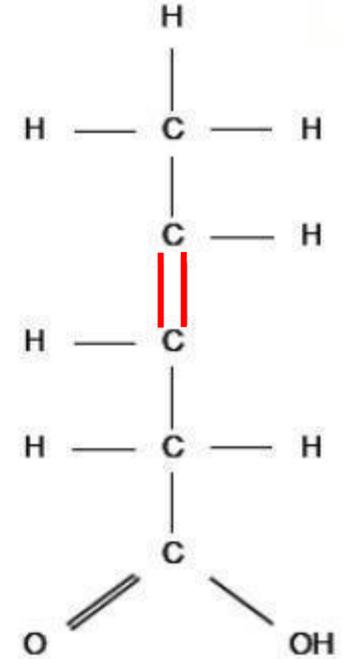
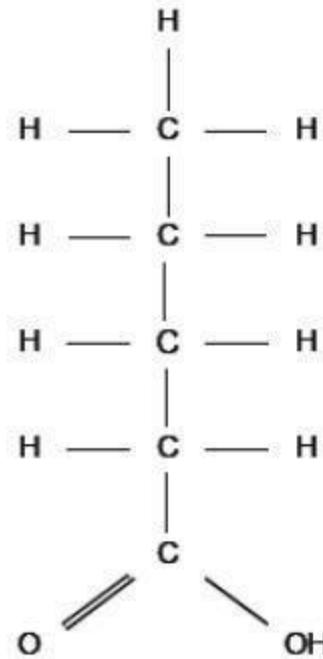


[www.activehealthacademy.com](http://www.activehealthacademy.com)



## Tipos de ácidos graxos

- ✓ Ácidos graxos saturados (SFA)
- ✓ Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)
  - ✓ 2 a 4 ligações duplas
- ✓ Ácidos graxos altamente insaturados (HUFA)
  - ✓ Mais de 4 ligações duplas

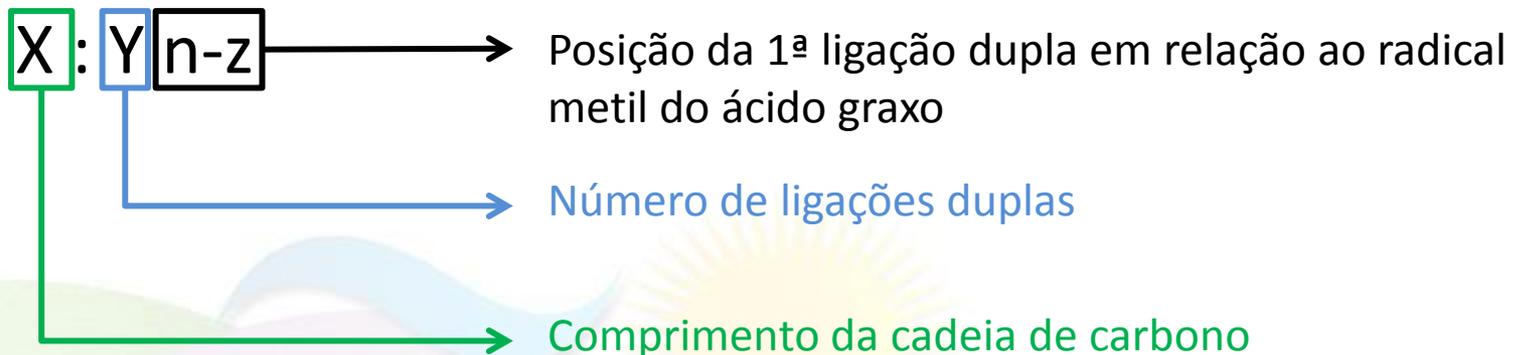


[www.crsbooks.net](http://www.crsbooks.net)



Ácidos graxos são denominados com base:

- ✓ Comprimento de sua cadeia
- ✓ Número de ligações duplas
- ✓ Posição dessas ligações duplas
  
- ✓ Nomenclatura n ou ômega ( $\omega$ )
- ✓ Descreve ácidos graxos pela fórmula X:Yn-z ou X:Y $\omega$ z



- ✓ 18:1n-9 (ou 18:1 $\omega$ 9)
- ✓ 16:0

- ✓ n-6 (linoléico) + essencial
- ✓ n-3 (linolênico)



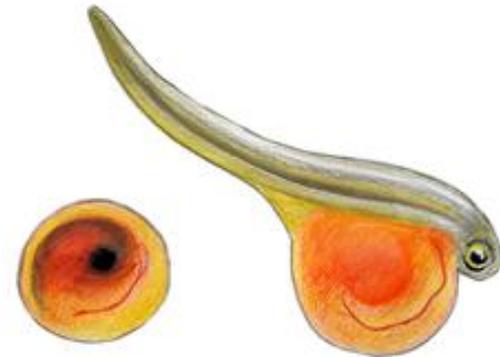
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Ácidos graxos

- ✓ Fração dos lipídeos que fornece a energia (ATP)
- ✓ Importante fonte energética para desenvolvimento metabólico de peixes
- ✓ Fontes de energia metabólica para reprodução
- ✓ Transportadores de vitaminas lipossolúveis
- ✓ Componentes da membrana celular (HUFA)
- ✓ Precursores de hormônios esteróides (HUFA)
- ✓ Coagulação do sangue (HUFA)
- ✓ Respostas imunológicas , etc (HUFA)

## Lipídeos



[www.scientificillustrator.com](http://www.scientificillustrator.com)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

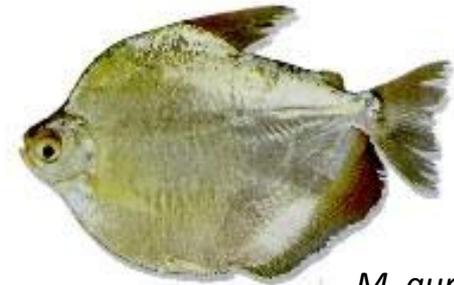
Lipídeos

## Necessidades de ácidos graxos HUFA

Peixes marinhos: HUFA na dieta

Peixes de água doce: PUFA na dieta

- ✓  $18:3n-3$  e  $18:2n-6$
- ✓ Capacidade de alongar a cadeia de C
- ✓ Inserir insaturações (= C)
- ✓ Ácidos graxos HUFA com 20 a 22 átomos de C



*M. aureum*



*S. nattereri*

[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

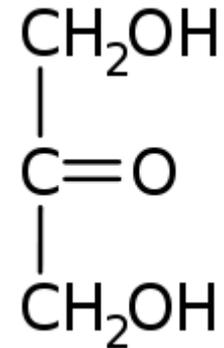
# Carboidratos

São as biomoléculas mais abundantes na Natureza

Compostas por Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O)

Nitrogênio (N), Fosforo (P) e Enxofre (S) são eventuais

São solúveis em água



[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Classificam-se em:

- ✓ Monossacarídeos – 1 a 2 monômeros
- ✓ Oligossacarídeos – 3 a 9 monômeros
- ✓ Polissacarídeos – acima de 9 monômeros

Importantes fontes de energia para animais terrestres

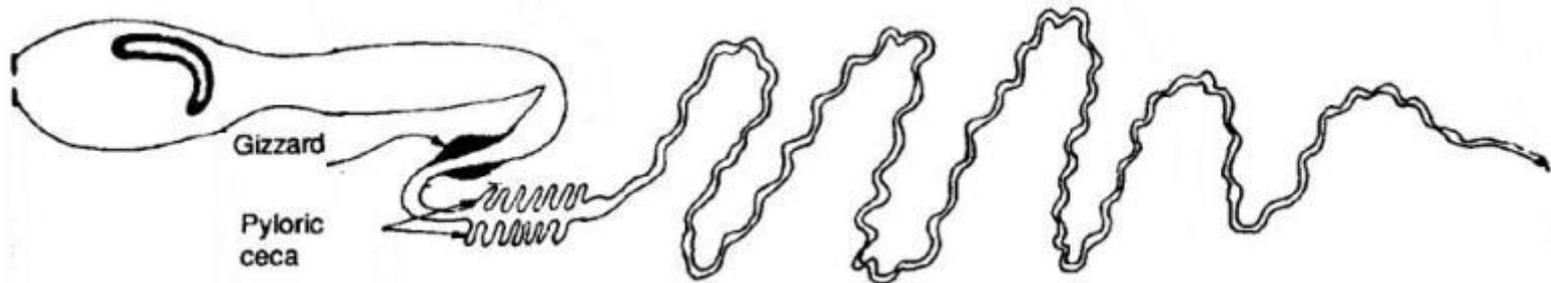


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Carboidratos encontrados nos alimentos de peixes

- ✓ Amido (tecidos vegetais)
- ✓ Celulose (tecidos vegetais)
- ✓ Glicogênio (tecidos animais)
- ✓ Quitina (exoesqueleto de artópodos)



## Mecanismos para lidar com carboidratos

- ✓ Músculo estomacal desenvolvido
- ✓ Moela
- ✓ Ingestão de sedimento para triturar o alimento
- ✓ Enzimas (onívoros e herbívoros)



Uso de carboidratos é dependente hábito alimentar

- ✓ Herbívoros
- ✓ Onívoros
- ✓ Carnívoros

Habilidade de lidar com carboidratos (glicose) é análoga entre mamíferos e peixes

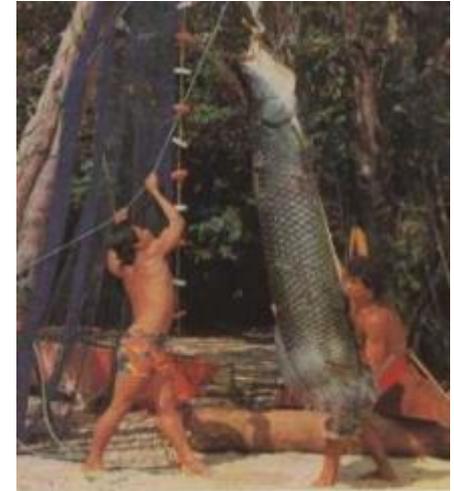
A diferença está na velocidade com que ocorrem as etapas

São bem mais lentos nos peixes

- ✓ Hiperglicemia duradoura
- ✓ Hepatomegalia

Quadro semelhante à diabetes em mamíferos

Carboidratos



[blog.projetopacu.com.br](http://blog.projetopacu.com.br)



[psiculturaliberdade.webnode.com.br](http://psiculturaliberdade.webnode.com.br)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

## Carboidratos

Possíveis causas:

- ✓ Baixa produção de insulina
- ✓ Reduzida utilização da glicose por déficit de moléculas receptoras à insulina e/ou transportadoras de glicose



[pesca.tur.br](http://pesca.tur.br)

De qualquer maneira, deve-se restringir a inclusão de carboidratos

- ✓ Herbívoros – 30 a 40%
- ✓ Onívoros – até 20%
- ✓ Carnívoros – até 10%



[tradekorea.com](http://tradekorea.com)



[Fishbase.org](http://Fishbase.org)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Em dietas para peixes deve-se dar preferência ao amido

- ✓ Digestão mais demorada
- ✓ Tempo maior para o aparecimento de glicose no plasma sanguíneo

Possibilidade de maior grau de catabolismo desses compostos para produzir energia

Efeito poupador da proteína (*sparing effect*)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Minerais

Minerais são essenciais ao bom funcionamento dos organismos

- ✓ Seja como componentes de funções metabólicas
- ✓ Seja como componentes estruturais

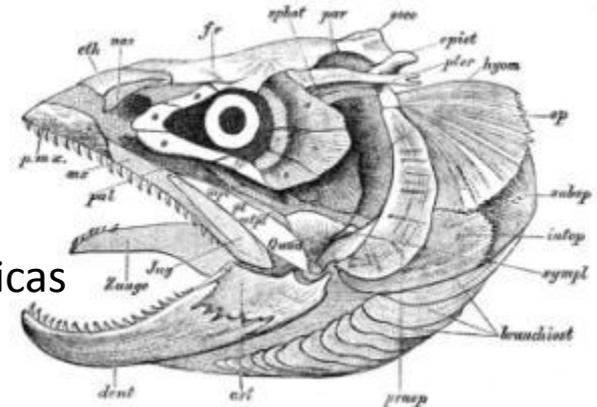
Nem todos os elementos minerais exigidos são fornecidos pela alimentação

Capacidade de absorver minerais

- ✓ Tecido epitelial
- ✓ Tecido branquial

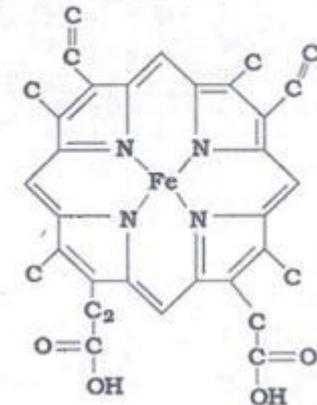
Os minerais necessários ao metabolismo podem ser

- ✓ Elementos principais
- ✓ Elementos-traço



## HEME

(porção da hemoglobina responsável pelo transporte do oxigênio)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Os elementos principais são exigidos em grandes quantidades (g)

- ✓ Cálcio (Ca)
- ✓ Fósforo (P)
- ✓ Magnésio (Mg)
- ✓ Sódio (Na)
- ✓ Potássio (K)
- ✓ Cloro (Cl)
- ✓ Enxofre (S)

Os elementos-traço são exigidos em quantidades mínimas (mg ou  $\mu\text{g}$ )

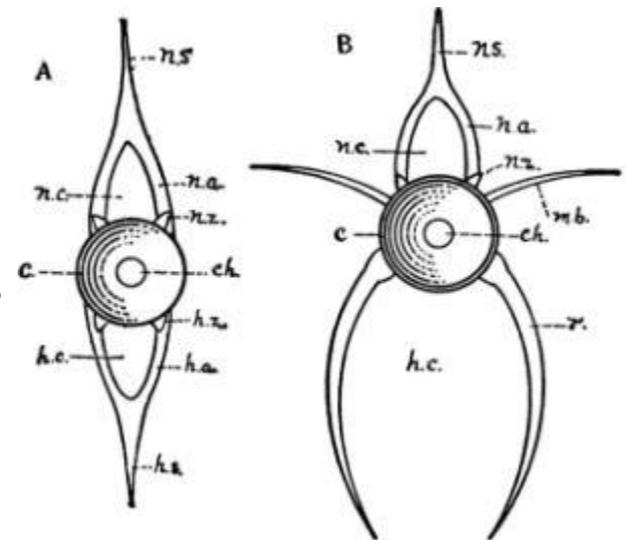
- ✓ Ferro (Fe)
- ✓ Iodo (I)
- ✓ Manganês (Mn)
- ✓ Cobre (Cu)
- ✓ Alumínio (Al)
- ✓ Crômio (Cr)
- ✓ Cobalto (Co)
- ✓ Zinco (Zn)
- ✓ Selênio (Se)
- ✓ Fluor (F)
- ✓ Níquel (Ni)
- ✓ Vanádio (V)



## Cálcio (Ca)

- ✓ Maior parte encontrada nos ossos e escamas
- ✓ Mineral importante para:
  - ✓ Osmorregulação
  - ✓ Funcionamento dos nervos
  - ✓ Funcionamento dos músculos
- ✓ Durante a privação são retirados dos ossos

## Minerais



etc.usf.edu

## Fósforo (P)

- ✓ Grande parte está no tecido ósseo
- ✓ Papel importante em várias reações metabólicas
- ✓ Constituinte de importantes moléculas - ATP



wikipedia.org



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

## Ferro (Fe)

- ✓ Mineral exigido em pequenas quantidades
- ✓ Constituinte importante da hemoglobina
- ✓ Constituinte de estruturas celulares
- ✓ Constituinte de proteínas que atuam na fosforilação oxidativa

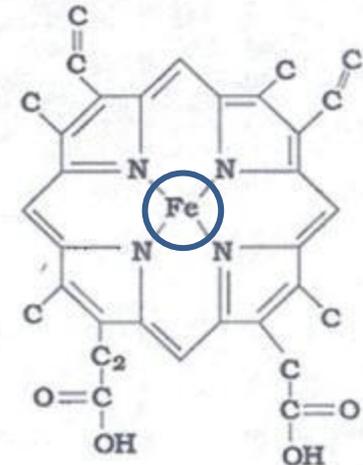
## Magnésio (Mg) e Manganês (Mn)

- ✓ Também constitui o tecido ósseo (Mg)
- ✓ Co-fator em várias reações metabólicas (Mg e Mn)
- ✓ Participação na manutenção do tônus muscular (Mg)
- ✓ Adequado funcionamento de células nervosas (Mn)
- ✓ Em diversas situações os 2 se substituem

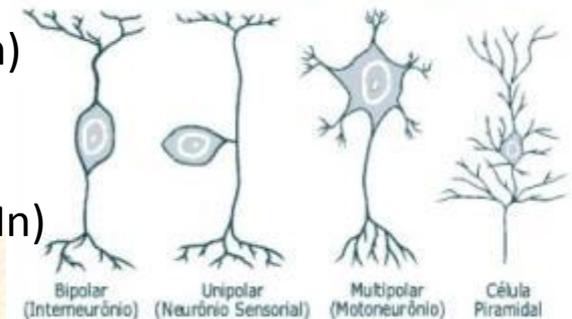
## Minerais

### HEME

(porção da hemoglobina responsável pelo transporte do oxigênio)



### Tipos básicos de neurônio



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

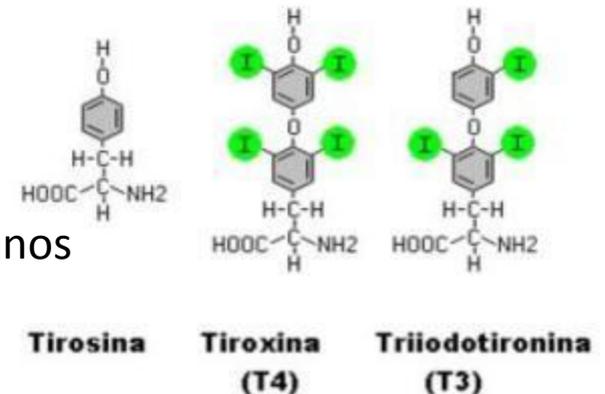
GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

## Cobre (Cu) e Zinco (Zn)

- ✓ Importantes componentes de várias enzimas
- ✓ Cerca de 20 enzimas possuem Cu e Zn em suas moléculas
- ✓ Abrangem ampla variedade de processos metabólicos

## Iodo (I)

- ✓ É exigido por todos os animais
- ✓ Importante componente de hormônios tireoidianos
- ✓ Atuam sobre o crescimento e desenvolvimento somático em geral



wikipedia.org



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

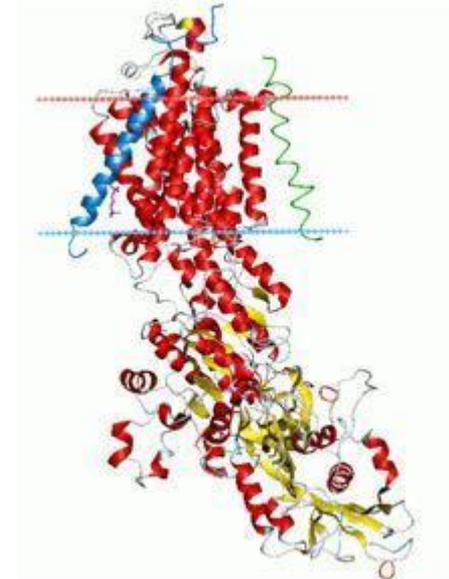


## Selênio (Se)

- ✓ É integrante de glutathiona peroxidase
- ✓ Esta enzima degrada o peróxido de hidrogênio e outros peróxido que oxidam vários tipos de moléculas no interior da célula
- ✓ Também apresenta papel importante na proteção contra a toxidez de metais pesados como o cádmio e o mercúrio

## Sódio (Na), potássio (K) e cloro (Cl)

- ✓ São os mais comuns dos minerais
- ✓ São necessários ao funcionamento todas as células
- ✓ Manutenção de gradientes iônicos (bomba de sódio e potássio)
- ✓ Manutenção da função nervosa
- ✓ São abundantes nos ingredientes de rações



wikipedia.org



Minerais

## Outros elementos-traços

Vários outros elementos são necessários aos peixes

- ✓ Cromo atua no metabolismo de carboidratos e lipídeos
- ✓ Cobalto é componente da vitamina B12
- ✓ Enxofre é usado na síntese de cisteína



coapex.com

## Ingredientes de origem animal

- ✓ Fe
- ✓ Zn
- ✓ Mg
- ✓ I
- ✓ Se
- ✓ Ca
- ✓ P

## Ingredientes de origem vegetal

- ✓ Mn
- ✓ Cu



agrocim.com.br



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

# Vitaminas

Muitas são produzidas por microorganismos no trato digestivo

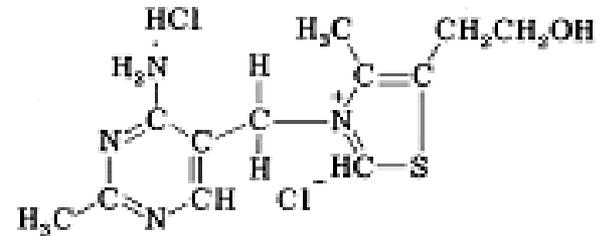
Espécies detritívoras obtém da matéria orgânica em decomposição

✓ Curimatã

✓ Curimba

Microorganismos que a colonizam

Peixes carnívoros necessitam de suplementação



São dependentes de alimentação artificial



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



As vitaminas dividem-se em 2 grupos

- ✓ Lipossolúveis – São dissolvidas por gorduras
  - ✓ Vitaminas A, D, E, K
- ✓ Hidrossolúveis – São dissolvidas pela água
  - ✓ Complexo B, vitamina C e alguns co-fatores

Vitaminas lipossolúveis

- ✓ Metabolizadas e depositadas em associação com tecido adiposo
- ✓ Peixes suportam ficar sem a ingestão dessas vitaminas por algum tempo



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

### Vitaminas hidrossolúveis

- ✓ Não são estocadas no corpo em quantidades apreciáveis
- ✓ Sinais de deficiência ocorrem em poucas semanas de privação, em peixes jovens

### PREMIX

São misturas de minerais e vitaminas

Usadas para garantir o fornecimento de micronutrientes

Elaborados para fornecer níveis adequados mesmo após as perdas por processamento



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Vitaminas

### Vitaminas - Funções

**Table 3. Vitamins and some of their major functions as established in fish.**

<b>Fat-soluble vitamins</b>	<b>Function</b>
vitamin A, retinol	epithelial tissue maintenance, vision
vitamin D, cholecalciferol	bone calcification, parathyroid hormone
vitamin E, tocopherol	biological antioxidant
vitamin K	blood clotting
<b>Water-soluble vitamins</b>	
thiamin, B <sub>1</sub>	carbohydrate metabolism
riboflavin, B <sub>2</sub>	hydrogen transfer
pyridoxine, B <sub>6</sub>	protein metabolism
pantothenic acid	lipid & carbohydrate metabolism
niacin	hydrogen transfer
biotin	carboxylation & decarboxylation
choline	lipotropic factor, component of cell membranes
folic acid	single-carbon metabolism
cyanocobalamin, B <sub>12</sub>	red blood cell formation
ascorbic acid, vitamin C	blood clotting, collagen synthesis
inositol	component of cell membranes

Gatlin (2010)

### Vitaminas - Deficiências

Vitamina C – Escoliose

Ácido fólico – Anemia

Ácido pantotênico – Desordens branquiais

etc



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

