

Proteínas do peixe

# PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS DO PEIXE

*Embora nenhum alimento por si só consiga melhorar a saúde, comer mais peixe pode ajudar a melhorar os hábitos alimentares e, conseqüentemente, a saúde. As proteínas miofibrilares dos peixes determinam, em grande parte, a qualidade da textura dos produtos derivados da pesca. O controle das condições da cadeia de abastecimento e a utilização de processos específicos que irão atuar sobre as propriedades dessas proteínas podem maximizar a qualidade do produto do peixe.*

#### **COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL**

Um maior interesse foi dado ao peixe após a expansão da nutrição como área de conhecimento, que apresentou as vantagens do peixe como alimento, devido ao seu valor nutritivo, principalmente em relação aos teores de vitaminas A e D e da qualidade dos lipídeos.

Embora extremamente variável, a composição química da carne do pescado, particularmente dos peixes, aproxima-se bastante da composição de aves, bovinos e suínos. Seu principal componente é a água, cuja proporção, na parte comestível, pode variar de 64% a 90%, seguido pelas proteínas, de 8% a 23%, e pela gordura, de 0,5% a 25%. Entre os constituintes minoritários dos pescados encontram-se os sais minerais, cujo teor varia de 1,0% a 2,0%, os carboidratos, que no caso dos peixes não chegam a representar 1,0% da sua composição, e as substâncias nitrogenadas não protéicas, sem importância nutricional, que não atingem 0,5% na carne dos peixes frescos.

A carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteínas que as carnes bovinas, suínas e de aves, porém de qualidade superior devido ao fato de conter menor teor de tecido conjunti-

vo - constituído de proteínas de baixa qualidade - do que as outras carnes.

Dentro do aspecto da qualidade protéica do peixe, um estudo sobre implicações nutricionais da qualidade de peixes e alimentos marinhos determinou que os peixes contêm níveis de proteínas de 17,0% a 25,0%; a proteína de peixe é altamente digerível e rica em metionina e lisina, considerados aminoácidos essenciais, não sendo sintetizados pelo organismo humano e cuja ingestão na dieta é fundamental.

A composição de aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) no peixe é completa, balanceada e bastante semelhante entre as espécies de água doce e água salgada. Quanto às proteínas da carne dos peixes, a miosina é rica em ácido glutâmico (22,5%), ácido aspártico, lisina, leucina e isoleucina, que juntos perfazem aproximadamente 55% dos aminoácidos totais, podendo variar em função da espécie, tamanho, gênero, habitat e estação do ano, compreendendo, geralmente, cerca de 20% de proteína total.

Dentre os carboidratos do peixe estão o glicogênio e os mucopolissacarídeos, além de açúcares livres e fosfossacarídeos. Seu conteúdo é de 0,3% a 1,0%, mas determinados

mariscos estocam parte da reserva energética, como glicogênio, o qual contribui para o sabor adocicado característico desses produtos.

O peixe é boa fonte de vitaminas, no entanto, na prática, nos processos de conservação, como durante a cocção, podem ocorrer perdas devido à lixiviação pelo calor; luz, oxigênio e enzimas. As vitaminas lipossolúveis são encontradas, sendo que alguns tipos de peixes concentram até 50.000 UI de vitamina A e 45.000 UI de vitamina D. As vitaminas hidrossolúveis distribuídas por todo o organismo do peixe são a tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), piridoxina (vitamina B6), ácido pantotênico (vitamina B5), ácido fólico (vitamina B9) e ácido ascórbico (vitamina C), presentes no tecido muscular do peixe. Os peixes magros são mais pobres em vitamina A e os elasmobrânquios, ou peixes cartilaginosos, apresentam apenas traços de vitamina D.

Com relação aos minerais, a carne de peixe é considerada uma fonte valiosa de cálcio e fósforo, em particular; apresentando quantidades razoáveis de sódio, potássio, manganês, cobre, cobalto, zinco, ferro e iodo. No músculo dos peixes encontram-se magnésio, cloro, enxofre, selênio, cromo e níquel, entre outros.

A composição de lipídeos do peixe é responsável pelas maiores diferen-

# Proteínas do peixe

gas observadas, variando bastante entre diferentes espécies e também dentro da mesma espécie, durante diferentes fases do ano. Os peixes onívoros ou herbívoros, migradores, com desova total uma vez ao ano, apresentam grande variação de gordura entre os períodos de inverno e verão. Esta variação é menor ou ausente nos peixes carnívoros, os quais ocupam o fim da cadeia alimentar, não migram tanto e têm desova contínua.

Com relação ao conteúdo de lipídeos, os peixes dividem-se em dois grupos: peixes magros e peixes gordos, conforme a idade, estado biológico, tipo de alimentação e estado de nutrição do peixe, como também, da temperatura da água.

Outro fator que torna o conhecimento dos teores de lipídeos muito importante é a presença de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da família  $\omega$ -3. O fornecimento de ácidos graxos  $\omega$ -3 para a espécie humana depende da fonte alimentar, sendo portanto, importante conhecer quais são as fontes capazes de suprir essas necessidades. Dentre estas fontes, podem ser citados o leite humano, óleos vegetais, peixes, óleos de peixes, diversos animais marinhos e

margarinas fortificadas, entre outros.

Os óleos de peixe contêm uma grande variedade de ácidos graxos com 20 a 22 átomos de carbono, altamente insaturados, destacando-se o eicosapentaenóico, ou também ácido icosapentaenóico, (EPA C20:5,  $\omega$ -3) e o docosaexaenóico (DHA C22:6,  $\omega$ -3), da série  $\omega$ -3, os quais não ocorrem em outros animais em quantidades além de traços. Estes ácidos graxos têm a capacidade de reduzir o risco de doenças coronarianas, além de serem atribuídos outros efeitos imunológicos e antiinflamatórios, principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e auto-imunidade. Estes efeitos são resultado do fato de que estes ácidos possuem a capacidade de reduzir o teor de lipídeos séricos, levando a sua conversão a compostos chamados eicosanóides, que apresentam ação direta sobre a fisiologia do sistema vascular.

Além da redução do risco de doenças coronarianas, outros efeitos são ainda atribuídos aos ácidos graxos da família  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6. Pesquisas com ácidos graxos pertencentes à família  $\omega$ -3, particularmente o EPA (C20:5  $\omega$ -3), indicam uma interferência na produção de prostaglandina trombótica e tromboxano, ou são transformados

em prostaglandinas antitrombóticas e, devido aos estudos com os eicosanóides, têm se conhecido as suas ações vasculares e hemostáticas. Ainda segundo as pesquisas, o ácido graxo DHA (C22:6,  $\omega$ -3) é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e está presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais.

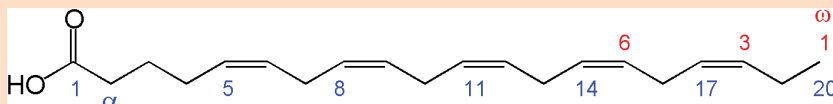
Os lipídeos de alimentos marinhos possuem baixa quantidade total de óleos saturados, que favorecem a formação do colesterol do tipo LDL (lipoproteína de baixa densidade), com concentração variando de 11% a 17%, enquanto que na carne de suínos a proporção é, em média, de 36% e de bovinos de 48%. Além disso, os ácidos graxos poliinsaturados que compõem os óleos de pescados são responsáveis pela fluidez das membranas biológicas, ou seja, são essenciais nas membranas biológicas para que desempenhem adequadamente suas funções. A microviscosidade e a fluidez de proteínas associadas às membranas são afetadas pela qualidade dos ácidos graxos presentes e por essa alteração ter sua difusão melhorada ou prejudicada. A difusão é muito maior em membranas que possuem alto teor de ácidos graxos poliinsaturados.

Os ácidos graxos poliinsaturados presentes nos lipídeos de peixes podem reduzir efetivamente o teor de lipídeos no plasma sanguíneo. Entretanto, não se sabe ainda quais as quantidades que devem ser ingeridas para produzir os efeitos desejados. Segundo estudos epidemiológicos realizados no Japão e na Groelândia, o consumo aproximado de 30g de óleo de pescados por dia pode ser o suficiente para causar efeitos benéficos ao organismo humano, principalmente em moléstias cardíacas.

## O ÁCIDO EICOSAPENTAENÓICO

O ácido eicosapentaenóico (EPA ou também ácido icosapentaenóico) é um ácido graxo dos ômega 3 ( $\omega$ -3). O EPA e seus metabólitos atuam no organismo, principalmente, em virtude de sua associação com o ácido araquidônico. Na literatura bioquímica recebe o nome de 20:5(n-3), por ter uma cadeia de 20 carbonos (um eico-

sanóide) com cinco ligações duplas *cis* a partir do carbono número 3. É conhecido também como ácido timnodônico. Quimicamente, é um ácido carboxílico. O ácido eicosapentaenóico é um ácido graxo insaturado e o precursor da prostaglandina-3 (um agregador plaquetário), do tromboxano-3 e do leucotrieno-5 (todos eicosanóides).



Nome IUPAC: Ácido (5Z,8Z,11Z,14Z,17Z)-icosa-5,8,11,14,17-pentaenóico

Número CAS: 1553-41-9

Fórmula molecular: C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>

Massa molar: 302.451 g/mol

## OS LIPÍDEOS E OS PEIXES

Lipídeos são biomoléculas orgânicas insolúveis em água que podem ser extraídas de células e tecidos por solventes de baixa polaridade,

como por exemplo, o clorofórmio e o éter. Junto com as proteínas e os carboidratos, os lipídeos são um dos mais importantes nutrientes, que fornecem ao corpo energia e mantêm os processos celulares vitais. Os lipídeos de reserva incluem triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol, ésteres do colesterol e fosfolipídeos. Outros lipídeos, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, desempenham papel importante como co-fatores enzimáticos, carregadores de elétrons, pigmentos, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares.

Os lipídeos possuem um número grande de funções, entre elas a função energética, provendo uma energia de 9kcal por grama, sendo armazenados pelo corpo como triglicerídeos, até sua utilização estrutural, pois são um dos principais componentes das membranas celulares e são vitais para manter a integridade celular, forma, flexibilidade e permeabilidade; processos fisiológicos, uma vez que os lipídeos da dieta são decisivos para o funcionamento de cada órgão e tecido por estarem diretamente envolvidos na produção de eicosanóides (substâncias parecidas aos hormônios que regulam muitos sistemas do organismo); participam na manutenção da parede vascular e nas respostas imunes; absorção de vitaminas, pois os lipídeos atuam como transportadores de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), ajudando na sua absorção e palatabilidade, pois os lipídeos proporcionam aos alimentos sabor, odor e textura, além de darem a sensação de saciedade.

Quimicamente, os lipídeos mais abundantes são misturas de glicerídeos que, por sua vez, são moléculas formadas pela associação química entre o glicerol e uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos. Os ácidos graxos mais comuns nos alimentos consistem em um número par de átomos de carbono, variando de 12 a 22 carbonos.



Mais importante do que o teor lipídico dos alimentos, é a forma com que estes são encontrados e a existência, ou não, de produtos de oxidação lipídica (de ácidos graxos ou colesterol) e ácidos graxos insaturados (forma *cis/trans*).

Especialistas em nutrição e alimentos recomendam que a ingestão de ácido linoléico (C18:2  $\omega$ -6) deve fornecer entre 4% a 10% das energias. Ingestões no limite superior são recomendadas quando a ingestão de ácido graxo saturado e colesterol são relativamente altos; o consumo de colesterol na dieta deve ser limitado a menos que 300mg/dia; níveis elevados de colesterol sérico, LDL e ácido graxo *trans* constituem os maiores fatores de risco para arteriosclerose e doenças coronarianas; os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico elevam a LDL e colesterol; o ácido graxo poliinsaturado linoléico reduz moderadamente a LDL e colesterol, e o colesterol dietético eleva o colesterol sérico e os níveis de LDL, mas a extensão do aumento é altamente variável.

### ÁCIDOS GRAXOS E OS PEIXES

Os ácidos graxos são ácidos carbóxicos, geralmente monocarbóxicos, que podem ser representados pela forma  $\text{RCO}_2\text{H}$ , freqüentemente

nomeados em forma abreviada de acordo com suas estruturas químicas, sendo classificados como saturados e insaturados. Na maioria das vezes, o grupamento R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações.

A nomenclatura química convencional e a sistemática, a qual inicia a numeração dos átomos de carbonos pelo grupo carboxila terminal. Os átomos de carbono de número 2 e 3 adjacentes ao grupo carboxila, são denominados de carbonos  $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente, enquanto o último carbono é o  $\omega$ . A posição da dupla ligação é indicada pelo símbolo  $\Delta$ , seguido por um número, por exemplo,  $\Delta 9$  refere-se a dupla ligação entre os carbonos 9 e 10, numerados a partir do grupo carboxila.

Os ácidos graxos saturados se encontram, predominantemente, em alimentos como carne, ovos, queijo, leite e manteiga, óleos de coco e palma, como também em vegetais oleaginosos. O ácido oléico (C18:1  $\omega$ -9) é o mais comum dos ácidos graxos monoinsaturados encontrados na maioria das gorduras animais, incluindo aves, carne de vaca e cordeiro, bem como em azeitonas, sementes e nozes.

A biossíntese dos ácidos graxos se

# Proteínas do peixe

inicia após hidrólise na cavidade oral e no estômago. Os lipídeos da dieta são emulsificados no duodeno com a ajuda dos ácidos biliares. Os lipídeos e os sais biliares interagem para formar as micelas, as quais são formadas por triacilgliceróis, ésteres de colesterol e fosfolipídeos, que são digeridos com a ajuda da lipase e colipase e, subsequentemente, os lipídeos digeridos entram passivamente nos enterócitos. Os ácidos graxos de cadeia curta são transportados no sangue ligados a albumina. A absorção dos ácidos graxos poliinsaturados para dentro dos enterócitos é facilitada por uma proteína ligante de ácidos graxos (FABP). A FABP é uma pequena proteína que tem grande afinidade por ácidos graxos de cadeia longa. Após absorção, os ácidos graxos de cadeia longa são esterificados novamente a triacilglicerol por aciltransferases, sendo liberados na circulação linfática como quilomícrons.

Muitas plantas marinhas (especialmente algas unicelulares) e alguns óleos de peixes marinhos são ricos em EPA e DHA, que são os produtos da elongação e dessaturação do ácido  $\alpha$ -linolênico.

Tem sido atribuída uma elevada importância nutricional aos ácidos da família  $\omega$ -3, especialmente aos ácidos  $\alpha$ -linolênico C18:3  $\omega$ -3 (LNA), eicosa-pentaenóico C20:5  $\omega$ -3 (EPA) e docosaexaenóico C22:6  $\omega$ -3 (DHA). Assim, inúmeras pesquisas surgiram sobre os ácidos graxos  $\omega$ -3 e, conseqüentemente, as indústrias alimentícias e farmacêuticas suplementaram alimentos e desenvolveram concentrados com  $\omega$ -3 em todo o mundo.

Os resultados das pesquisas têm confirmado que um aumento na ingestão de ácido graxo poliinsaturado  $\omega$ -3 reduz a taxa total de colesterol no sangue. Além disso, estudos realizados com base em intervenções de dietas comprovaram que o consumo de ácido graxo poliinsaturado e/ou óleos de pescado reduz fatores bioquímicos de risco associados às doenças cardiovasculares, psoríase, artrite

e câncer, e pode estar envolvido na fertilidade humana.

Os ácidos graxos poliinsaturados são encontrados em óleos vegetais, principalmente os da série  $\omega$ -6, na qual se destaca o ácido linoléico. Alguns óleos, como o de soja, linhaça e canola, apresentam ácido graxo da família  $\omega$ -3. Os ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes apresentam como principais funções biológicas a manutenção do mosaico fluido das membranas, bem como a reserva de energia e a regulação da densidade, através do acúmulo em depósitos de gordura, preferencialmente na forma de triglicerídeos.

É recomendada a escolha de peixes com elevado teor de ácidos graxos  $\omega$ -3, no mínimo, duas vezes por semana, para sentir os seus efeitos benéficos para a saúde. Embora nem todos os peixes sejam ricos nestes componentes, diferentes tipos de peixes ingeridos regularmente podem fornecer quantidades significativas. A Tabela 1 fornece uma visão geral do conteúdo em  $\omega$ -3 de diferentes peixes e crustáceos.

## AS PROTEÍNAS DO MÚSCULO DE PEIXE

Nos países industrializados, o comércio de peixe está em grande parte baseado em produtos congelados; nos Estados Unidos e na Europa, ele chega à mesa dos consumidores através de grandes e tradicionais marcas de produtos de consumo. Para o consumidor, os principais atributos que determinam a qualidade dos produtos congelados de peixe são o aroma e a textura. Embora as enzimas no peixe possam contribuir para que ocorram mudanças no aroma durante o armazenamento, as proteínas atuam principalmente na textura dos produtos de peixe.

A Figura 1 mostra a organização estrutural da carne de peixe. O filé de peixe é dividido em blocos de músculos conhecidos como miotomas, que são separados através de tecidos conectivos ou conjuntivos colagenosos chamados de miocomatas. No cozimento, o colágeno das miocomatas é desnaturado e os miotomas (músculos) podem se separar, formando

**TABELA 1 - CONTEÚDO EM  $\omega$ -3 DE PEIXES, MOLUSCOS E CRUSTÁCEOS (POR PORÇÃO DE 100G)**

Salmão do Atlântico, de viveiro, cozido	1,8
Biqueirão europeu, enlatado em óleo, escorrido	1,7
Sardinha do Pacífico, enlatada com molho de tomate, escorrida, com espinhas	1,4
Arenque do Atlântico, em vinagre	1,2
Sarda do Atlântico, cozida	1,0
Truta arco-íris, de viveiro, cozida	1,0
Imperador, cozido	0,7
Atum branco, enlatado em água, escorrido	0,7
Arinca do Atlântico, cozido	0,5
Peixes chatos (solha e linguado), cozidos	0,4
Alabote do Atlântico e do Pacífico, cozido	0,4
“Tipo bacalhau” (Haddock), cozido	0,2
Bacalhau do Atlântico, cozido	0,1
Mexilhões azuis, cozidos ao vapor	0,7
Ostras ao natural, cozidas	0,5
Vieiras, diversas espécies, cozidas	0,3
Amêijoas, diversas espécies, cozidos em água	0,2
Camarões, diversas espécies, cozidos em água	0,3