

# PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE

*O leite é, sem dúvida, um alimento de extrema importância para o desenvolvimento humano. Suas proteínas têm aplicação nos mais diversos segmentos da indústria alimentícia e oferecem inúmeros benefícios à saúde.*

## O LEITE

Produto da secreção das glândulas mamárias, o leite é um fluido viscoso constituído de uma fase líquida e partículas em suspensão, formando uma emulsão natural, estável em condições normais de temperatura ou de refrigeração. Possui elevado valor nutritivo, sendo o único alimento que satisfaz às necessidades nutricionais e metabólicas do recém-nascido de cada espécie.

O sistema proteico do leite é com-

posto por dois tipos de matéria azotada: as proteínas e a matéria azotada não proteica. O teor médio de azoto não proteico (ANP) no leite é de  $29,64 \pm 3,77$ mg/100ml, correspondente a cerca de 6% de todo o azoto do alimento; apresenta-se como ureia, creatina, creatinina, amônia, vitaminas, ácidos aminados livres, pequenos peptídeos e nucleotídeos, que não são doseados pelos métodos utilizados para identificar proteínas. A ureia constitui cerca de metade dos componentes de ANP

no leite. A grande amplitude de valores, encontrada para os compostos de ANP, se deve a modificações da composição do leite em função da alimentação do animal.

O leite fornece proteínas de elevada qualidade e em quantidade significativa; quando *in natura* fornece, em média, de 3g a 3,5g de proteínas por 100g de leite. Depois das proteínas sanguíneas, as proteínas do leite são as mais bem caracterizadas do ponto de vista físico-químico e genético. As proteínas

láticas dividem-se em várias classes de cadeias polipeptídicas. Um dos grupos de proteínas, o das caseínas, representa cerca de 75% a 85% das proteínas lácteas. Nesse grupo, consideram-se ainda vários tipos de polipeptídeos:  $\alpha 1$ -,  $\alpha 2$ -,  $\beta$ -, e  $\kappa$ -, com algumas variantes genéticas, modificações pós-translacionais e produtos de proteólises.

O segundo grupo de maior importância quantitativa é o das proteínas solúveis do soro lácteo, ou proteínas do lactosoro, que constitui de 15% a 22% das proteínas totais do leite. As principais famílias de proteínas do lactosoro são as  $\beta$ -lactoglobulinas, as  $\alpha$ -lactoalbuminas, as albuminas séricas e as imunoglobulinas.

Ainda deve-se considerar o grupo de proteínas da complexa matriz lipoproteica da membrana dos glóbulos de gordura; esse grupo de proteínas faz parte integrante da membrana e não inclui as proteínas solúveis que podem ser adsorvidas, consideradas como periféricas. Através de técnicas apropriadas de separação eletroforética, as proteínas da membrana dos glóbulos de gordura distribuem-se em quatro bandas distintas: A, B, C e D.

Finalmente, existe o grupo das proteínas minor que inclui um conjunto de proteínas formado pela transferrina, lactoferrina, microglobulina, glicoproteínas, etc.

As enzimas completam a lista de substâncias proteicas no leite.

As proteínas lácteas têm aplicações nos mais diversos segmentos da indústria alimentícia, bem como em outros ramos industriais, tais como rações animais, indústria plástica ou até colas industriais. Na indústria alimentícia, são usadas em produtos de panificação, laticínios, bebidas, sobremesas, massas e produtos cárneos, entre outros.

### AS PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE

As proteínas do soro do leite apresentam uma estrutura globular contendo algumas pontes de dissulfeto, que conferem um certo grau de estabilidade estrutural. As frações, ou peptídeos do soro, são constituídas de beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP). Essas frações podem variar em tamanho, peso molecular e função, fornecendo às proteínas do soro características especiais. Presentes em todos os tipos de leite, a proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça do gado, da ração fornecida e do país de origem. No leite humano,

o percentual das proteínas do soro é modificado ao longo da lactação, sendo que no colostro representam cerca de 80% e, na sequência, esse percentual diminui para 50%.

A beta-lactoglobulina é o maior peptídeo do soro (45,0% a 57,0%), representando, no leite bovino, cerca de 3,2g/l. Apresenta médio peso molecular (18,4 a 36,8 kDa), o que lhe confere resistência à ação de ácidos e enzimas proteolíticas presentes no estômago, sendo, portanto, absorvida no intestino delgado. É o peptídeo que apresenta maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), com cerca de 25,1%. Importante carreadora de retinol (pró vitamina A) materno para o filhote, em animais, em humanos essa função biológica é desprezada, uma vez que a beta-lactoglobulina não está presente no leite humano.

Em termos quantitativos, a alfa-lactoalbumina é o segundo peptídeo do soro (15% a 25%) do leite bovino e o principal do leite humano. Com peso molecular de 14,2k Da, caracteriza-se por ser de fácil e rápida digestão. Contém o maior teor de triptofano (6%) entre todas as fontes proteicas alimentares, sendo, também, rica em lisina, leucina, treonina e cistina. A alfa-lactoalbumina é precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário e possui a capacidade de se ligar a certos minerais, como cálcio e zinco, o que pode afetar positivamente sua absorção. Além disso, a fração alfa-lactoalbumina apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, como por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*.

A albumina do soro bovino corresponde a cerca de 10% das proteínas do soro do leite. É um peptídeo de alto peso molecular (66 kD), rico em cistina (aproximadamente 6%), e relevante precursor da síntese de glutatona. Possui afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos, favorecendo seu transporte na corrente sanguínea.

As imunoglobulinas são proteínas de alto peso molecular (150 a 1



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

000kDa). Quatro das cinco classes das Ig's estão presentes no leite bovino (IgG, IgA, IgM e IgE), sendo a IgG a principal, constituindo cerca de 80% do total. No leite humano, a IgA constitui a principal imunoglobulina (>90%). Suas principais ações biológicas residem na imunidade passiva e atividade antioxidante.

O glicomacropéptidos (6,7 kDa) é um péptido resistente ao calor, à digestão assim como a mudanças de pH. Curiosamente, muitos autores não descrevem o glicomacropéptidos como um péptido do soro. Na verdade, o glicomacropéptidos é um péptido derivado da digestão da caseína-kapa, pela ação da quimosina durante a coagulação do queijo. Essa fração está presente em um tipo de proteína do soro, conhecida como *whhey rennet*. Apresenta alta carga negativa, que favorece a absorção de minerais pelo epitélio intestinal<sup>7</sup>, e, assim como a fração beta-lactoglobulina, possui alto teor de aminoácidos essenciais (47%).

As subfrações ou péptidos secundários das proteínas do soro são assim denominadas por se apresentarem em pequenas concentrações no leite. Compreendem as subfrações: lacto-

ferrina, beta-microglobulinas, gama-globulinas, lactoperoxidase, lisozima, lactolina, relaxina, lactofano, fatores de crescimento IGF-1 e IGF-2, proteoses-peptonas e aminoácidos livres. As subfrações lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, encontradas no leite humano, fornecem propriedades antimicrobianas importantes para o recém-nascido, assim como os fatores de crescimento IGF-I e IGF-II, que estão relacionados com o desenvolvimento do tubo digestivo.

As proteínas do soro podem exibir diferenças na sua composição de macronutrientes e micronutrientes, dependendo da forma utilizada para sua obtenção. Segundo pesquisas, 100g de concentrado proteico do soro do leite possui, em média, 414 kcal, 80g de proteína, 7g de gordura e 8g de carboidratos. A composição média de aminoácidos é de 4,9mg de alanina, 2,4mg de arginina, 3,8mg de asparagina, 10,7mg de ácido aspártico, 1,7mg de cisteína, 3,4mg de glutamina, 15,4mg de ácido glutâmico, 1,7mg de glicina, 1,7mg de histidina, 4,7mg de isoleucina, 11,8mg de leucina, 9,5mg de lisina, 3,1mg de metionina, 3,0mg de fenilalanina, 4,2mg de prolina, 3,9mg

de serina, 4,6mg de treonina, 1,3mg de triptofano, 3,4mg de tirosina e 4,7mg de valina, por grama de proteína. Os aminoácidos de cadeia ramificada perfazem 21,2% e todos os aminoácidos essenciais constituem 42,7%. Esses valores estão acima da média, quando comparados àqueles de outras fontes proteicas, fornecendo às proteínas do soro importantes propriedades nutricionais. Em relação aos micronutrientes, possui, em média, 1,2mg de ferro, 170mg de sódio e 600mg de cálcio por 100g de concentrado proteico.

O soro de leite pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: a) pelo processo de coagulação enzimática (enzima quimosina), resultando no coágulo de caseínas, matéria-prima para a produção de queijos e no soro "doce"; b) precipitação ácida no pH isoeletrico (pI), resultando na caseína isoeletrica, que é transformada em caseinatos e no soro ácido; c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado proteico.

As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis e rapidamente



absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais a tal ponto que alguns pesquisadores classificaram essas proteínas como proteínas de metabolização rápida (*fast metabolizing proteins*), muito adequadas para situações de estresses metabólicos em que a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial.

## PROPRIEDADES FUNCIONAIS E NUTRICIONAIS

Desde que o homem passou a domesticar o gado bovino, há cerca de seis mil anos, o leite assumiu papel de destaque na nutrição humana, principalmente por ser uma excelente fonte de cálcio.

Nas últimas décadas, numerosas pesquisas vêm demonstrando as qualidades nutricionais das proteínas solúveis do soro do leite, também conhecidas como *whey protein*. Descritas pelos cientistas como parte importante no tratamento e prevenção de flatulências, prisão de ventre e putrefação intestinal, as proteínas do soro do leite oferecem benefícios a atletas, praticantes de atividades físicas, pessoas fisicamente ativas e, até mesmo, portadores de doenças. Evidências sustentam a teoria de que as proteínas do leite, incluindo as proteínas do soro, além de seu alto valor biológico, possuem peptídeos bioativos que atuam como agentes antimicrobianos, anti-hipertensivos, reguladores da função imune, assim como fatores de crescimento.

As proteínas do soro são, geralmente, encontradas sob a forma de pó em suplementos alimentares.

Uma das propriedades funcionais fisiológicas mais estudadas e importantes das proteínas do soro do leite se relaciona com o seu poder imunomodulador. As imunoglobuli-

nas do leite permanecem quase que integralmente no soro e continuam a desempenhar uma função importante, não somente no sistema gastrointestinal, mas sistemicamente em todo o organismo.

Pesquisas associam o poder imunestimulante das proteínas do soro com a capacidade dessas proteínas em estimular a síntese de glutatona, em virtude do elevado conteúdo de cisteína e de repetidas sequências glutamyl-cistina na estrutura primária dessas proteínas. Os peptídeos com a sequência glutamyl-cistina seriam formados na digestão dessas proteínas e absorvidos como tal, servindo de substrato para a síntese de glutatona. Esta, por sua vez, exerce poder estimulatório sobre linfócitos capazes de sintetizar imunoglobulinas.

A atividade antimicrobiana e antiviral têm sido demonstrada para as proteínas do soro de leite lactoferrina, lactoperoxidase,  $\mu$ -lactalbumina e as imunoglobulinas.

A lactoferrina, bem como seu peptídeo lactoferricina, inibem a proliferação e o crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, bem como leveduras, fungos e protozoários por quelar (sequestrar) o ferro disponível no ambiente, enquanto que a lactoperoxidase tem propriedade bactericida através da oxidação de tiocianatos em presença de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ).

A hidrólise enzimática da lactoferrina libera peptídeos com ação inibitória ao vírus da hepatite C e com ação contra a bactéria *Helicobacter pylori*. A lactoferricina, peptídeo formado dos resíduos resultante da ação da pepsina sobre a lacto-

ferrina, apresenta, além da atividade antimicrobiana, ação apoteótica sobre células da leucemia humana.

A hidrólise enzimática (pepsina, tripsina, quimotripsina) permite o isolamento e a identificação de peptídeos de diversos tamanhos moleculares e sequências com atividade bactericida, a partir das proteínas  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina, sugerindo que essas proteínas do soro podem exercer efeito antibiótico no organismo após hidrólise enzimática.

A propriedade bactericida também tem sido demonstrada em oligômeros de  $\mu$ -lactalbumina que podem se formar em meio ácido, na presença do ácido oléico. Esses oligômeros podem se formar no estômago pela perda do  $Ca^{++}$  ligado a essa molécula, seguida da complexação com o ácido graxo monoinsaturado. Além da atividade antibiótica, esses oligômeros de  $\alpha$ -lactalbumina apresentam também ação apoteótica sobre células cancerígenas.

Estudos também têm demonstrado que concentrados de proteínas do soro de leite bovino, assim como várias de suas proteínas e peptídeos, delas derivados, apresentam ação inibitória para diversos tipos de câncer, em modelos animais e em culturas de células cancerígenas.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas nos últimos anos, tanto em modelos animais como em culturas de células, que demonstram ação anticâncer das proteínas do soro do leite.

Pesquisadores estudaram a ação de várias proteínas da dieta (proteínas de soro do leite, caseína, proteínas da carne bovina e da soja) contra o desenvolvimento de tumores de cólon, observando que dietas contendo as proteínas do soro do leite inibiram o aparecimento e o crescimento de tumores de cólon de forma mais significativa do que a caseína, as proteínas de carne bovina e as da soja, sendo a ordem de significância estatística: proteína do soro > caseína > carne > soja, podendo, portanto, concluir-se que as proteínas do soro atuaram de maneira



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

mais eficaz no combate à tumorigênese induzida, em roedores, que as demais proteínas testadas.

Outros pesquisadores constataram a capacidade inibitória das proteínas do soro do leite sobre o câncer de mama, de cabeça e de pescoço e sobre culturas de células cancerígenas.

A partir do conhecimento de que as proteínas do soro do leite são ricas em aminoácidos sulfurados, particularmente cisteína, e que são capazes de promover, *in vivo*, aumento da síntese de glutathione, além do fato de a glutathione ser importante na proteção dos tecidos epiteliais, iniciou-se uma linha de pesquisa para explorar a possível ação protetora das proteínas do soro do leite bovino na proteção da mucosa gástrica, contra vários agentes agressores.

Os resultados dessas pesquisas permitiram concluir que o concentrado proteico de soro de leite e seus hidrolisados enzimáticos protegem a mucosa estomacal, inibindo as lesões ulcerativas em uma faixa de 50% a 80%. O estudo também observou que o mecanismo de proteção envolve o ciclo das prostaglandinas, tendo sua síntese na mucosa gástrica estimulada. As substâncias sulfídricas, além da função redutora, protegem a mucosa através do sequestro de radicais livres, que se formam em maior quantidade na presença dos agentes agressores. As prostaglandinas protegem a mucosa gástrica através do estímulo à produção de muco e de bicarbonato, que formam uma camada protetora da mucosa contra ulcerações. As pesquisas também permitiram concluir que uma das proteínas do soro atua contra a ulceração gástrica é a  $\alpha$ -lactalbumina.

As pesquisas mostraram, ainda, que as proteínas do soro de leite bovino podem atuar de várias formas, protegendo o sistema circulatório e cardíaco, contribuindo, dessa forma, para a diminuição dos riscos de patologias cardiovasculares.

Algumas pesquisas evidenciaram o efeito positivo das proteínas de soro na redução dos níveis de triglicérides e

do colesterol sanguíneo e/ou hepático.

Outro aspecto das proteínas de soro de leite, que pode contribuir para a saúde cardiovascular, está relacionado à descoberta de que a hidrólise enzimática de algumas dessas proteínas liberam peptídeos com ação hipotensora ou anti-hipertensiva. Esses peptídeos, que podem ser formados também a partir de outras proteínas alimentares (soja, peixe, trigo, gelatina), são capazes de inibir a ação da enzima conversora de angiotensina I em angiotensina II. Além da ação hipertensora, a angiotensina II estimula a produção do hormônio aldosterona, que age diminuindo a excreção renal de fluido e de sais, aumentando a retenção de água e o volume de fluido extracelular.

As proteínas do soro de leite podem exercer vários efeitos benéficos sobre o sistema cardiovascular graças às suas propriedades redutoras (cisteína, estímulo à síntese de glutathione) e sequestrantes de radicais livres (glutathione, lactoferrina, lactoperoxidase), que são também inibidores da lipoxidação das lipoproteínas e artérias. Os peptídeos derivados da lactoferrina mostraram atividade anticoagulante, inibindo a agregação de plaquetas.

Já com relação a atividade física, pesquisas demonstram que as proteínas do soro de leite exercem efeitos benéficos sobre o anabolismo muscular e sobre a redução de gordura muscular.

Estudos comprovam que existem diferentes vias pelas quais as proteínas

do soro favorecem a hipertrofia muscular e o ganho de força, otimizando, dessa forma, o treinamento e o desempenho físico. A quantidade e o tipo de proteína ou de aminoácido fornecidos após o exercício, influenciam a síntese proteica.

Além disso, o perfil de aminoácidos das proteínas do soro, principalmente ricas em leucina, pode favorecer o anabolismo muscular. O perfil de aminoácidos das proteínas do soro é muito similar ao das proteínas do músculo esquelético, fornecendo quase todos os aminoácidos em proporção similar às do mesmo, classificando-as como um efetivo suplemento anabólico. Foi observado em estudo, significativo ganho de massa muscular em adultos jovens suplementados com as proteínas do soro e submetidos a um programa de exercícios com pesos, quando comparado a um grupo não suplementado, corroborando a teoria do efeito das proteínas do soro sobre o ganho de massa muscular.

Quanto a redução da gordura muscular, pesquisas demonstram que as proteínas do soro interferem positivamente na redução de gordura em função do seu alto teor de cálcio e por agirem sobre os hormônios colecistoquinina e peptídeo. Sua utilização em dietas para perda de peso auxilia o controle da glicemia e a preservação da massa muscular devido às altas concentrações de aminoácidos de cadeia ramificada.



# LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE



El producto de la secreción de las glándulas mamarias, la leche es un fluido viscoso constituido por una fase líquida y partículas en suspensión, formando una emulsión natural, estable en condiciones normales de temperatura o de refrigeración. Tiene un alto valor nutritivo, siendo el único alimento que satisface las necesidades nutricionales y enfermedades metabólicas del recién nacido de cada especie.

El sistema de la proteína de la leche se compone de dos tipos de materia nitrogenada: las proteínas y la materia nitrogenada no proteicas. El contenido medio de nitrógeno no proteico (ANP) en la leche es de  $29,64 \pm 3,77\text{mg}/100\text{ml}$ , correspondiente a aproximadamente el 6% de todo el nitrógeno del alimento.

La leche proporciona proteínas de alta calidad y en cantidad significativa; cuando *in natura* proporciona, en promedio, de 3g a 3,5g de proteínas por 100g de leche. Después de las proteínas sanguíneas, las proteínas de la leche son las más bien caracterizadas desde el punto de vista físico-químico y genético.

Las proteínas tienen aplicaciones en los más diversos sectores de la industria alimentaria, así como en otras industrias, como la industria de piensos, plástico o incluso adhesivos industriales. En la industria alimentaria, se utilizan en productos de panadería, productos lácteos, bebidas, postres, pastas y productos cárnicos, entre otros.

Las proteínas del suero de leche presentan una estructura globular que contiene algunos puentes de disulfuro, que confieren cierto grado de estabilidad estructural. Parte superior del formulario

Las fracciones o péptidos de suero, están hechas de beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbúmina (ALA), la albúmina de suero bovino (BSA), inmunoglobulinas (Ig's) y glicomacropeptídeos (GMP). Estas fracciones pueden variar en tamaño, peso molecular y función, proporcionando a las proteínas del suero características especiales. Presente en todos los tipos de leche, la proteína de la leche de vaca contiene aproximadamente un 80% de caseína y 20% de proteína de suero, un porcentaje que puede variar dependiendo de la raza del ganado, de la ración suministrada y el país de origen. En la leche humana, el porcentaje de proteína de suero es modificado durante la lactancia, con el calostro representan alrededor del 80% y, como resultado, este porcentaje se reduce al 50%.

La beta-lactoglobulina es la mayor del péptido suero (45,0% a 57,0%), representando, en leche bovina, acerca de 3,2g/l. Parte inferior del formulario

Se presenta un peso molecular medio (18,4 a 36,8 kDa), lo que le confiere resistencia a la acción de ácidos y enzimas proteolíticas presentes en el estómago, y es, por lo tanto, absorbidos en el intestino delgado. Es el péptido que presenta mayor contenido de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), con cerca del 25,1%. Importante portadora retinol (pro vitamina A) materna para la cría, en animales, en

seres humanos esta función biológica es despreciada, ya que la beta-lactoglobulina no está presente en la leche humana.

En términos cuantitativos, la alfa-lactoalbúmina es el segundo péptido de suero (15% a 25%) de la leche bovina y el principal de la leche humana. Con peso molecular de 14,2k, se caracteriza por ser de fácil y rápida digestión. Contiene el mayor contenido de triptófano (6%) entre todas las fuentes proteicas alimentarias, siendo también rica en lisina, leucina, treonina y cistina. La alfa-lactoalbúmina es el precursor de la biosíntesis de la lactosa en el tejido mamario y tiene la capacidad de conectarse a determinados minerales, como el calcio y el zinc, que puede afectar positivamente a su absorción. Además, la fracción alfa-lactoalbúmina presenta actividad antimicrobiana contra bacterias patógenas, como por ejemplo,

*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*.

La albúmina del suero bovino corresponde a aproximadamente el 10% de las proteínas del suero de leche. Es un péptido de alto peso molecular (66 kD), rico en cistina (aproximadamente 6%), y relevante precursor de la síntesis de glutatión. Tiene afinidad por ácidos grasos libres y otros lípidos, favoreciendo su transporte en el torrente sanguíneo.

Las inmunoglobulinas son proteínas de alto peso molecular (150 a 1 000kDa). Cuatro de las cinco clases de Ig's están presentes en la leche bovina (IgG, IgA, IgM e IgE), siendo la IgG la principal, constituyendo cerca del 80% del total. En la leche humana, la IgA constituye la principal inmunoglobulina (> 90%). Sus principales acciones biológicas residen en la inmunidad pasiva y actividad antioxidante.

El glicomacropeptídeo (6,7 kDa) es un péptido resistente al calor, a la digestión así como a cambios de pH. Curiosamente, muchos autores no describen el péptido glicomacropeptídeo como un suero. En realidad, el glicomacropeptídeo es un péptido derivado de la digestión de la caseína-kapa, por la acción de la quimosina durante la coagulación del queso. Esta fracción está presente en un tipo de proteína de suero, conocido como *whey rennet*. Se presenta una alta carga negativa, que favorece la absorción de minerales por el epitelio intestinal<sup>7</sup>, y, así como la fracción beta-lactoglobulina, posee un alto contenido de aminoácidos esenciales (47%).

Las subfracciones o péptidos secundarios de las proteínas del suero se denominan así por presentarse en pequeñas concentraciones en la leche. Incluyen las subfracciones: lactoferrina, beta-microglobulinas, gamma-

globulinas, lactoperoxidasa, lisozima, lactolina, relaxina, lactofano, factores de crecimiento IGF-1 e IGF-2, proteosa y Peptonas y aminoácidos libres. Las subfracciones, lactoferrina, lisozima, lactoperoxidasa, encontradas en la leche humana, proporcionan propiedades antimicrobianas importantes para el recién nacido, así como los factores de crecimiento IGF-I e IGF-II, que están relacionados con el desarrollo del tubo digestivo.

Las proteínas del suero pueden mostrar diferencias en su composición de macronutrientes y micronutrientes, dependiendo de la forma utilizada para su obtención. Según las encuestas, 100g de concentrado de proteínas del suero de leche tiene, en promedio, 414 kcal, 80g de proteínas, 7g de grasa y 8g de carbohidratos. La composición media de aminoácidos es de 4,9mg de alanina, 2,4mg de arginina, 3,8mg de asparagina, 10,7mg de ácido aspártico, 1,7mg de cisteína, 3,4mg de glutamina, 15,4mg de ácido glutámico, 1,7mg de glicina, 1,7mg de histidina, 4,7mg de isoleucina, 11,8mg de leucina, 9,5mg de lisina, 3,1mg de metionina, 3,0mg de fenilalanina, 4,2mg de prolina, 3,9mg de serina, 4,6mg de treonina, 1,3mg de triptófano, 3,4mg de tirosina y 4,7mg de valina, por gramo de proteína. Los aminoácidos de cadena ramificada alcanzan el 21,2% y todos los aminoácidos esenciales constituyen el 42,7%. Estos valores están por encima de la media, cuando se comparan con los de otras fuentes proteicas, proporcionando a las proteínas del suero importantes propiedades nutricionales. En cuanto a los micronutrientes, posee, en promedio, 1,2 mg de hierro, 170mg de sodio y 600 mg de calcio por 100g de concentrado proteico.

El suero de leche puede obtenerse en laboratorio o en la industria por tres procesos principales: a) por el proceso de coagulación enzimática (enzima quimosina), resultando en el coágulo de caseínas, materia prima para la producción de quesos y en el suero

“dulce”; B) precipitación ácida en el pH isoelectrico (pI), resultando en la caseína isoelectrica, que se transforma en caseinatos y en el suero ácido; C) separación física de las micelas de caseína por microfiltración, obteniéndose un concentrado de micelas y las proteínas del suero, en forma de concentrado o aislado proteico.

Las proteínas del suero de leche son altamente digeribles y rápidamente absorbidas por el organismo, estimulando la síntesis de proteínas sanguíneas y de tejido a tal punto que algunos investigadores clasificaron estas proteínas como proteínas de metabolismo rápido (*fast metabolizing proteins*), muy adecuadas para situaciones de estreses metabólicos en que la reposición de proteínas en el organismo se convierte en algo urgente.

En las últimas décadas, muchos estudios han demostrado las cualidades nutricionales de la proteína soluble del suero de la leche, también conocida como la *whey protein*. Descritas por los científicos como parte importante en el tratamiento y prevención de flatulencias, estreñimiento y putrefacción intestinal, las proteínas del suero de la leche ofrecen beneficios a atletas, practicantes de actividades físicas, personas físicamente activas e incluso portadores de enfermedades. Las evidencias sostienen la teoría de que las proteínas de la leche, incluyendo las proteínas del suero, además de su alto valor biológico, poseen péptidos bioactivos que actúan como agentes antimicrobianos, antihipertensivos, reguladores de la función inmune, así como factores de crecimiento.

Las proteínas del suero generalmente, se encuentran en forma de polvo en los complementos alimenticios.

# PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE

*Utilizadas como fonte de proteína em diversas aplicações na indústria de alimentos, como sorvetes, produtos de panificação e alimentação para atletas, apresentam vantagens nutricionais, sensoriais, imunológicas, tecnológicas e, principalmente, no custo benefício de sua utilização.*

## DEFINIÇÃO

As proteínas do soro do leite são uma mistura de proteínas isoladas ou concentradas a partir de soro de leite. O soro de leite é o resíduo que resulta da coagulação do leite durante a fabricação do queijo.

As proteínas do leite apresentam em sua composição 80% caseína e 20% proteínas do soro. Sendo que as proteínas do soro são subdivididas, em sua maioria, em:  $\beta$ -lactoglobulinas,  $\alpha$ -lactoalbuminas, albuminas séricas, protease-peptona e imunoglobulinas, como cita Tabela 1.

**TABELA 1: TIPOS DE PROTEÍNAS DO SORO E ALGUMAS DE SUAS CARACTERÍSTICAS**

Proteínas	Composição	Ponto Isoelétrico
$\beta$ - lactoglobulina	48%	5,2
$\alpha$ - lactoalbumina	19%	5,1
Protease - Peptona	20%	5,1 - 6,0
Albuminas Serica	6%	4,8
Imunoglobulinas	8%	5,5 - 6,8

A  $\alpha$ -lactoalbumina e a  $\beta$ -lactoglobulina compreendem 19% a 48% das proteínas do soro, respectivamente. Essas duas proteínas são os principais responsáveis pela funcionalidade das proteínas do soro e detêm a maior parte dos aminoácidos.

Embora seja mais conhecida pela sua capacidade de reter cálcio e outros íons metálicos a  $\alpha$ -lactoalbumina é, na maioria das vezes, usada para tornar a composição de fórmulas infantis mais parecidas com a do leite humano. Apresenta alto teor de triptofano, aminoácido essencial, que apresenta benefícios potenciais na regulação do sono e melhora do humor durante o estresse. A  $\alpha$ -lactolbumina desnatura-se a 65,2°C, e 90% da desnaturação reverte-se com o resfriamento.

A  $\beta$ -lactoglobulina possui sítios em sua estrutura molecular para ligar ácidos graxos e retinol, o que torna possível transportar ou servir de veículo para vitaminas lipossolúveis em produtos livres de gordura. Ao ligar estas vitaminas à  $\beta$ -lactoglobulina antes de adicioná-la ao restante dos ingredientes, pode-se incorporá-las de uma forma em que podem ser absorvidas pelo organismo.

A  $\beta$ -lactoglobulina tem a propriedade de gelificação. Os géis induzidos por calor formados por esta fração das proteínas do soro imitam a textura típica de gordura de maneira tão eficaz que eles são usados em grande escala como substitutos de gordura em produtos de carne processada.  $\beta$ -lactoglobulina também é muito usada na fabricação de iogurte, onde auxilia na otimização de firmeza de gel e textura, além de reduzir a sinerese (separação de soro) em mais de 80%.

A desnaturação da  $\beta$ -lactoglobulina é dependente do tempo de exposição à temperatura, e acima de 70°C.

Para globulinas e algumas albuminas, a solubilidade aumenta à medida que a concentração de sais neutros aumenta. Acima de certa concentração a solubilidade diminui. Nesse ponto ocorre competição entre proteína e íons salinos pela água.



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

## CLASSIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS DO SORO

O desenvolvimento de produtos e o aperfeiçoamento das tecnologias de separação e purificação das proteínas do soro permitiram aprofundar os conhecimentos sobre os efeitos destes ingredientes.

A classificação das proteínas do soro de leite é determinada pela concentração em sua composição e processamento utilizado na sua obtenção:

**WPC** - Whey Protein Concentrate ou Concentrado Proteico de Soro de Leite. A porcentagem de proteína pode variar desde 34% até 80%. À medida que o teor de lactose diminui, o teor de proteína aumenta proporcionalmente. A obtenção ocorre pelo processo de ultrafiltração e concentração do soro de leite, seguida pela desidratação em *Spray Dryer*.

**WPI** - Whey Protein Isolate ou Isolado Proteico de Soro de Leite. Esta é a forma pura de proteínas de soro que contém entre 90 - 95% de pura proteína de soro de leite. Também obtida pelo processo de ultrafiltração e diafiltração, concentração e desidratação em *Spray Dryer*.

**WPH** - Hidrolized Whey Protein ou Hidrolizado Proteico de Soro. As longas cadeias de proteínas deste produto foram quebradas em cadeias menores, em peptídeos. Isso faz com que as proteínas de soro sejam mais facilmente absorvidas pelo corpo reduzindo o potencial de reações alérgicas. Obtido através do processo de ultrafiltração, hidrólise proteica concentração e desidratação em *Spray Dryer*.

TABELA 2: COMPOSIÇÃO DAS PROTEÍNAS DE SORO DE LEITE

*Tipos	Proteína (%) mín.	Lactose (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)
WPC 34	34,0	48 - 52	3,0 - 4,5	6,5 - 8,0	3,0 - 4,5
WPC 50	53,0	33 - 37	5,0 - 6,0	7,5 - 8,5	3,5 - 4,5
WPC 80	79,0	4,0 - 8,0	4,0 - 8,0	3,0 - 4,0	3,5 - 4,5
WPI	90,0	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0	2,0 - 3,0	4,5
WPH	76,0	< 3,0	< 8,5	< 6,0	< 5,4

## APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

As proteínas do soro constituem uma ferramenta funcional extremamente poderosa como ingrediente para uso em uma ampla gama de formulações na indústria de alimentos. A excelente relação custo-benefício e a melhoria na qualidade do produto final obtido mediante o uso de proteínas de soro são os principais motivos para seu uso. O valor nutritivo dos produtos de soro é outro fator importante que explica por que um número crescente de fabricantes de alimentos incorporam proteínas de soro em suas fórmulas.

Os concentrados de proteína de soro aumentam o valor nutricional dos alimentos processados em função do seu teor de minerais e de proteína. As proteínas de soro contêm elevado teor de aminoácidos essenciais e constituem uma excelente fonte de proteína de alta qualidade. As proteínas de soro são consideradas proteínas completas, pois contêm todos os aminoácidos essenciais em quantidades adequadas para uso humano. Os WPC's também contêm quantidades significativas de cálcio e outros minerais, o que constitui uma vantagem adicional na elaboração de produtos alimentícios fortificados ou enriquecidos.

Os concentrados de proteína de soro (WPC's) possuem muitas propriedades funcionais, sendo que existe uma relação direta entre a maioria destas propriedades e as proteínas do soro. Aeração/formação de espuma, emulsificação, alta solubilidade, gelificação, retenção de água e desenvolvimento de viscosidade são algumas das propriedades funcionais básicas que um concentrado proteico de soro pode fornecer. Em seu estado nativo (não desnaturadas), as proteínas do soro são altamente solúveis e promovem com perfeição a emulsificação e a formação de espuma em alimentos industrializados.

O aquecimento das proteínas de soro pode resultar em perda de solubilidade devido à desnaturação das proteínas, sobretudo na faixa de pH 4.0 a 6.5. As características de solubilidade das proteínas do soro estão intrinsecamente relacionadas com as condições térmicas empregadas durante sua produção. Essas condições podem ser controladas para que seja obtida a solubilidade desejada para um produto específico. Das condições ambientais que mais afeta a solubilidade proteica, de forma mais drástica, é a temperatura, cujo efeito é sensivelmente influenciado por pH, força iônica e velocidade de aquecimento.

## APLICAÇÃO EM SORVETES

A utilização ponderada de proteínas lácteas de soro em formulações de sorvetes resultará em um produto acabado de qualidade superior em termos de flavor, corpo, textura e estabilidade ao congelamento/descongelamento. Ao mesmo tempo melhora o valor nutricional do produto aliado a uma redução de custo total dos ingredientes.

As proteínas do soro agem de forma muito eficiente no emulsão e estabilidade na interface água/gordura da calda do sorvete e aumentam a estabilidade da fase não gordurosa. Além disso, as proteínas do soro retêm grandes quantidades de água por meio do aumento da viscosidade, auxiliando na obtenção da boa estabilidade do congelamento/descongelamento do sorvete.

Também possuem a capacidade de aeração, garantindo o desempenho como agente de aeração durante o

congelamento, aumentando assim, a incorporação de ar do sorvete.

As proteínas de soro conferem corpo e apresentam uma textura mais lisa e cremosa ao sorvete. Ao mesmo tempo atenuam problemas de arenosidade ou a sensação da presença de cristais de gelo do produto final, pois desempenham um controle no crescimento dos cristais de gelo.

## APLICAÇÃO EM PANIFICAÇÃO

As proteínas de soro constituem um importante componente funcional em fórmulas de pães.

Estes ingredientes facilitam a obtenção da cor marrom-dourada desejada na crosta, melhoram a estrutura do miolo e as características da casca tostada e ajudam a retardar o envelhecimento, prolongando o *shelflife*, e por fim, melhoram o flavor do pão.

Além de melhorar a maciez do pão, as proteínas de soro concentradas são muito usadas como substitutos de ovo em produtos de panificação. Em bolos, a clara de ovo pode ser total ou parcialmente substituída por WPC's com alto teor de proteína, para se obter o grau adequado de gelificação. O uso de proteínas concentradas em cookies pode substituir o ovo integral e a gordura, melhorando a cor e a maciez, proporcionando maleabilidade, extensibilidade e elasticidade adequada à massa.



## NUTRIÇÃO ESPORTIVA

Proteínas de soro constituem uma fonte natural de proteína de alta qualidade com quantidades mínimas de gordura, carboidratos e lactose. Possuem características bioquímicas que fortalecem a imunidade, promovem recuperação muscular eficiente e potencializa os benefícios à saúde, proporcionados pela atividade física. Proteínas do soro são as proteínas mais eficazes para promover os mecanismos responsáveis por uma recuperação muscular

eficiente, por melhorar os resultados produzidos pela prática regular de exercícios físicos.

Por apresentarem ótima solubilidade, as proteínas de soro são uma opção ideal para usos em bebidas esportivas ou substitutos de refeições, para serem consumidos antes, durante ou após os exercícios.

O perfil de aminoácidos do soro é praticamente idêntico ao dos músculos esqueléticos. A proteína do soro fornece todos os aminoácidos corretos em uma proporção muito semelhante àquela em que estes aminoácidos estão presentes nos músculos.



Além das aplicações citadas, as proteínas de soro de leite podem ser utilizadas na produção de compostos lácteos, alimentação infantil, sobremesas lácteas, alimentos probióticos e prebióticos, chocolates, bebidas não alcoólicas, em grande parte da linha láctea, entre outras.

A Alibra Ingredientes possui um extenso portfólio de produtos para diferentes segmentos, na qual inclui proteínas de soro de leite para as mais diversas aplicações no mercado de alimentos e de bebidas, além proporcionar soluções *Taylor Made*, inclusive com apelo à saudabilidade, de acordo com o perfil e as necessidades de aplicação do cliente.

*\* Izabel Veit Viapiana é Coordenadora de Desenvolvimento de Produtos da Alibra Ingredientes.*



**Alibra Ingredientes Ltda.**

[www.alibra.com.br](http://www.alibra.com.br)

## PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE

### SORO DE LEITE, UM PRODUTO NATURAL DO LEITE

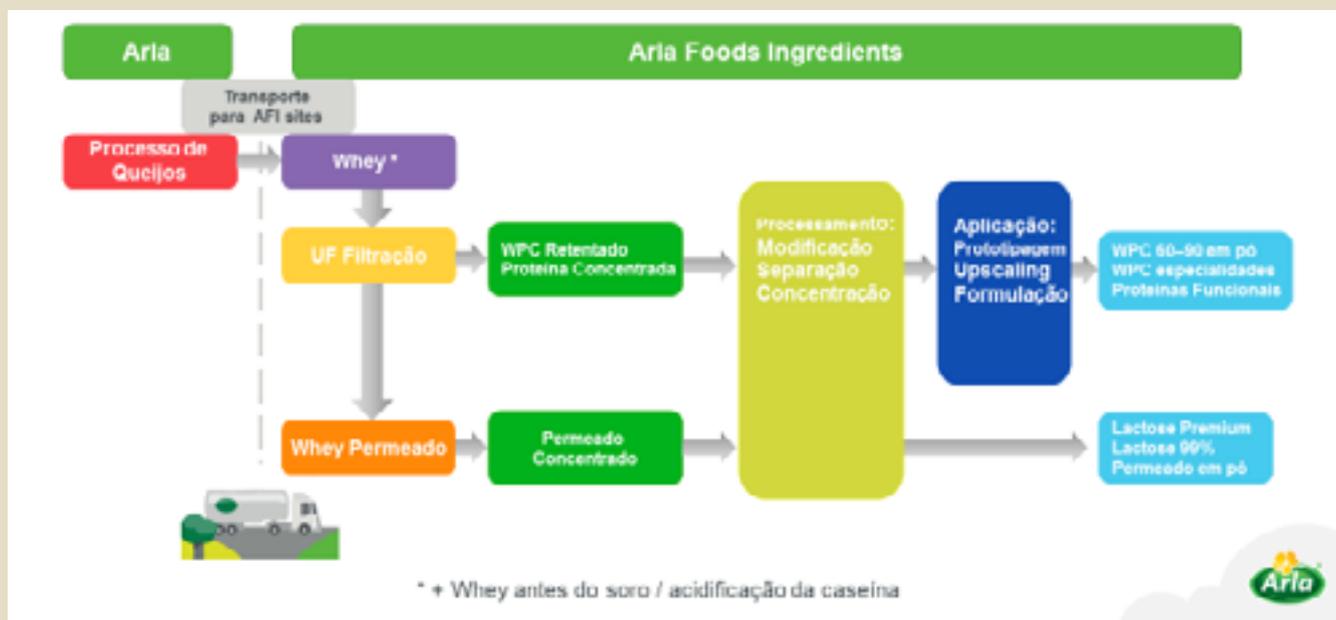
O soro é um subproduto do leite obtido durante a produção do queijo ou da caseína, que ao utilizar de diversas tecnologias de concentração, filtragem e secagem pode ser transformado em vários ingredientes naturais versáteis e nutritivos.

- **Soro de leite doce** é resultante do processo de fabricação onde específicas enzimas são usadas a um pH 5,6 (produção de queijos).
- **Soro de leite ácido** é resultante do processo onde o coágulo é formado por acidificação a um pH < 5,1 (produção de caseína).

Fonte de proteínas, o soro de leite oferece benefícios funcionais além dos nutricionais e por esta razão pode

ser utilizado em vários produtos alimentícios. Devido às propriedades de retenção de água, aeração, formação de espuma, emulsificação, potencialização de sabor e da cor oferecidas pelo soro de leite, ele também auxilia na melhora da textura, estabilização e dispersão em misturas secas ao mesmo tempo que atua como agente antiaglutinante, ampliando a vida útil e consequentemente a qualidade de diversos alimentos, como; iogurtes, queijos, sorvetes, bebidas, produtos de panificação, embutidos, chocolates e muitos outros preparados em pó.

Pelo elevado valor nutricional, pela biodisponibilidade e pelo alto perfil de aminoácidos, o soro de leite e suas frações são amplamente utilizados pela indústria de nutrição esportiva, médica e de fórmula infantis.



### TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO DO SORO DE LEITE

Diversas podem ser as tecnologias aplicadas para o processamento do soro, porém as etapas iniciais de processamento são sempre iguais. No momento da separação da massa de queijo, o soro possui temperaturas entre 35°C a 38°C e lactose entre 4,5% e 4,9%, além de todos os nutrientes necessários para o crescimento da cultura láctea.

Para interromper a conversão da lactose em ácido

lático, o soro passa imediatamente por um processo de pasteurização para destruir os organismos do fermento e em seguida por um resfriamento a uma temperatura de 6°C, para interromper o processo de fermentação até que o soro seja totalmente pasteurizado.

A etapa seguinte é a centrifugação, que tem o objetivo de remover os traços residuais de queijo e a gordura livre que não ficaram na massa do queijo. As partículas de queijo são removidas com uma clarificadora e a gordura



com uma separadora, resultando no soro de leite fluido.

As etapas seguintes, são definidas pela composição e pelas propriedades funcionais e nutricionais desejadas para o produto final. Os processos utilizados pela Arla Foods Ingredients para produzir as mais diversas proteínas do soro de leite de seu portfólio são:

- Tecnologia de Membrana
- Osmose Reversa
- Ultrafiltração
- Microfiltração
- Hidrólise Enzimática
- Cristalização
- Secagem por “*spray drying*”

A **Tecnologia de Membrana**, envolve a passagem do soro fluido juntamente com seus componentes solúveis por uma membrana semipermeável. Por meio de um gradiente de pressão através da membrana as moléculas menores são capazes de permear a membrana são separadas (permeado do soro de leite). As moléculas maiores e/ou partículas não conseguem atravessar a membrana sendo concentradas (frações proteicas).

Com o uso de membranas com tamanhos de poros ou valores de peso molecular de corte diferentes, torna-se possível separar ou concentrar seletivamente os componentes do soro.

O sistema de **Osmose Reversa** utiliza membranas com menor tamanho de poro e valor de peso molecular de corte existentes. As membranas poliméricas possuem poros que permitem a passagem das moléculas de água, retendo e concentrando ao mesmo tempo todos componentes solúveis, incluindo as moléculas de minerais, lactose, gorduras e proteínas. As proteínas concentradas por Osmose Reversa, sofrem um aquecimento mínimo, no entanto o grau de concentração é limitado pelo aumento da viscosidade do concentrado.

O sistema de **Ultrafiltração**, após 1970, foi revolucionário para isolar a proteína do resto do soro sem desnaturá-la. O sistema utiliza membranas com porosidade maior quando comparadas com as membranas do sistema de osmose reversa. Estas membranas poliméricas são projetadas e construídas de modo a reter as moléculas e partículas com pesos moleculares superiores a 20.000, separando-as então das moléculas menores, como as de lactose que possuem peso molecular de 342, sais minerais e água.

Nesse processo há uma separação de duas fases:

- Retentado: Concentração das Proteínas (WPCs).
- Permeado: Lactose, Sais Minerais e Água (permeado do soro de leite).

O grau de concentração é limitado pelo aumento da viscosidade do retentado.

A **Microfiltração** é a técnica que emprega o processo de fluxo tangencial sob um gradiente de pressão utilizando uma membrana com taxa de rejeição de peso molecular acima de 100.000. A microfiltração é uma etapa posterior à ultrafiltração. O processo de microfiltração remove os grandes glóbulos e moléculas de gordura, os quais são concentrados e separados dos demais componentes do soro de leite. O processo de microfiltração é utilizado para produzir proteína isoladas (WPI), com elevados teores proteicos (superiores a 90% de concentração) e baixos ou livres teores de lactose e gordura.



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite



A **Hidrólise Enzimática**, baseia-se no emprego de enzimas proteolíticas no concentrado ou isolado proteico do soro de leite em pó. O pó é hidratado e sofre tratamento térmico para favorecer a quebra da proteína em peptídeos menores. Dependendo do tipo de enzima empregada e o tempo de ação, os peptídeos podem transformarem-se em partículas menores, como os dipeptídeos e tripeptídeos, ampliando assim o aproveitamento nutricional da proteína hidrolisada.

A técnica de **Cristalização** é usada para separar a lactose do soro de leite ou de soluções de permeado. A solução é primeiramente concentrada acima do ponto de solubilidade da lactose. Cristais de semente são adicio-

nados e a temperatura da solução é controlada de forma a estimular a formação de grandes cristais que podem ser separados e lavados com facilidade. A cristalização reduz a proporção de lactose aumenta a proporção de todos os demais componentes.

Para concluir os processos de produção das proteínas do soro de leite, todos os procedimentos anteriores antecedem o processo de **Secagem por “spray drying”** que envolve a atomização de soluções concentradas em um fluxo de ar quente. Através do controle do tamanho das gotículas da temperatura do ar e do fluxo de ar, é possível evaporar a umidade ao mesmo tempo que os sólidos ficam expostos a uma temperatura relativamente baixa, concluindo o processo de fabricação de proteínas do soro de leite.

\* *Andréa Moura, MBA, é Country Sales Manager Brazil & Regional Sales Manager for Nutrition - South America.*



**Arla Foods Ingredients**  
Discovering the wonders of whey 

**Arla Foods Ingredients**  
[arlafoodsingredients.com](http://arlafoodsingredients.com)

# SORO E LACTOSE: PRODUTOS LÁCTEOS NATURAIS

A incorporação de produtos de soro como ingrediente alimentar traz benefícios nutricionais excepcionais. Os produtos de soro contêm aminoácidos essenciais, de fácil digestão e proporcionam elevada eficiência de digestibilidade protéica, sendo ricos, também, em vitaminas, tais como tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), ácido pantotênico (B<sub>5</sub>), B<sub>6</sub> e B<sub>12</sub>.

## PROPRIEDADES NUTRICIONAIS DE PRODUTOS DE SORO

Concentrados de proteína de soro vêm sendo produzidos em escala comercial por vários anos e são muito apreciados pelas suas diversas características funcionais. Características descobertas dia-a-dia através de estudos aprofundados. As excelentes propriedades nutricionais das proteínas de soro começaram a ser mais amplamente reconhecidas e fatores como sua alta qualidade, rico perfil de aminoácidos e facilidade digestiva multiplicaram suas oportunidades de mercado.

Hoje, a proteína do soro é um ingrediente comum em produtos como fórmulas infantis, suplementos protéicos especiais para alimentação enteral e tratamentos clínicos, e em produtos para nutrição esportiva. Mais recentemente, o sistema protéico foi ampliado e passou a ser desenvolvido para controle de peso e do humor.

Um conjunto crescente de evidências científicas demonstra que o soro contém uma variedade de nutrientes

capazes de melhorar a saúde e auxiliar na prevenção de doenças, como: osteoporose (cálcio presente no soro), menopausa e perda óssea, TPM, hipertensão, doenças cardiovasculares, câncer do cólon.

Além dos benefícios funcionais presumidos com base no desempenho das proteínas de soro em nutrição humana são suportadas por um conjunto impressionante de pesquisas já publicadas ou ainda em andamento disponível aos processadores de alimentos.

## MERCADO

Produtos altamente protéicos despontaram na categoria de lácteos nas sub-categorias iogurte, cream cheese e ricota e agora o segmento de leite aromatizado também tem visto uma série de lançamentos de alto perfil tendo em uma proposta de alta proteína para agregar valor à categoria. A maioria das inovações são voltadas para a recuperação esportiva, target adulto.



*Bebida de chocolate amargo. Contém 25 gramas de proteína e é adoçado 50% com stévia e oferece 50% mais de cálcio.*



*Bebida de chocolate com whey protein, contém 25 gramas de proteína e vitamina D.*



*Ehrmann Kakaovy Puding lança o pudim de chocolate de Alta Proteína. O produto com edulcorantes é livre de lactose, glúten e açúcar adicionado, fornece 20g proteína por embalagem. Se posiciona como produto vegano, natural e rico em proteína.*



*O fabricante de queijos Joseph Heller lançou um queijo de alta proteína s. no Reino Unido. Eatlean Protein Cheese contém 37g de proteína por 100g, o produto também contém apenas 3% de gordura, bem como sem carboidratos ou açúcar.*

## doremus

Aromas & Ingredientes

Doremus Alimentos Ltda.

[doremus.com.br](http://doremus.com.br)

## PROTEÍNAS LÁCTEAS COMO FERRAMENTA PARA UMA VIDA LONGA E SAUDÁVEL

Uma dieta rica em proteínas de alto valor biológico e bem distribuída durante o dia contribui não somente para aumento e manutenção da massa muscular, como também auxilia na redução do sobrepeso e obesidade, pois combina o efeito termogênico com uma saciedade mais prolongada.

As proteínas lácteas são reconhecidas pelo seu alto valor biológico, principalmente as proteínas de soro, o “whey” da nutrição esportiva. O que é esse alto valor biológico? Elas são realmente superiores a outras proteínas?

### NEM TODAS AS PROTEÍNAS SÃO IGUAIS

As proteínas são macromoléculas formadas por aminoácidos, essas cadeias interagem e se dobram em formas tridimensionais com funcionalidade específicas. Elas executam funções essenciais nas células, constituem membranas, enzimas, componentes do sistema imunológico, são precursores de hormônios e formam os músculos.

Estes componentes e tecidos são quebrados e reconstruídos o tempo todo, um *turnover proteico*, que requer um suprimento constante de aminoácidos. Dos 20 aminoácidos usados na construção de novas proteínas, nove são classificados como essenciais e precisam ser ingeridos através da nossa dieta pois não podem ser produzidos pelo organismo. O valor biológico das proteínas está relacionado com a composição e disponibilidade destes aminoácidos e podemos compará-las por diversos métodos, sendo o DIAAS o mais recente recomendado pela FAO (Food and Agriculture Organization, 2013), substituindo o PDCAAS

que, por truncar o valor máximo igual a um, distorce as comparações.

As proteínas de origem vegetal como milho, trigo e arroz tem menor valor biológico, pois contêm níveis mais baixos de diversos aminoácidos essenciais, até mesmo algumas proteínas animais são incompletas, como é o colágeno, que é deficiente do aminoácido essencial triptofano. Na Tabela 1, as proteínas do leite tem a maior pontuação DIAAS entre as comumente consumidas (Wolfe, 2015) com pontuação de 1,18.

**TABELA 1. OS VALORES DE DIAAS PARA UMA VARIEDADE DE FONTES DE PROTEÍNA LÁCTEA A NÃO LÁCTEA (RUTHERFURD ET AL, 2015).**

Proteína Concentrada de leite (MPC)	1,18
Proteína Isolada de Soro de leite (WPI)	1,09
Proteína Concentrada de Soro de leite (WPC)	0,97
Proteína Isolada de Soja (SPI)	0,90
Proteína Isolada de ervilha (PPC)	0,92
Ervilhas cozidas	0,57
Feijão roxo cozido	0,58
Arroz cozido	0,59

## OS MÚSCULOS E A SAÚDE

Os músculos podem representar de 30% a 40% do peso corporal em um jovem saudável (Janssen et al, 2000), no entanto, a partir dos 40 anos, esse percentual decresce 0,4% a 2,6% ao ano (Mitchell et al., 2012), podendo ser reduzidos em até 27% a partir da meia idade (Li e Heber, 2012), tais perdas muitas vezes podem ser intensificadas por períodos de ociosidade e subnutrição.

A sarcopenia é caracterizada pela perda de força e tamanho dos músculos esqueléticos que, com o passar dos anos, compromete a capacidade locomotora, podendo tornar idosos incapazes de realizar tarefas simples, deixando-os totalmente dependentes (Deer and Volpi, 2015). Essa condição quando associada a osteoporose, que é a perda de massa óssea, aumenta o risco de fraturas, devido ao excesso de carga depositada nos ossos. A perda de massa muscular combinada com a obesidade, aumenta consideravelmente o risco de doenças cardiovasculares e outras condições crônicas, como o diabetes tipo 2 e síndrome metabólica (Kim et al, 2015).

Além das preocupações com o envelhecimento da população, existem recomendações para que as pessoas mantenham um peso corporal saudável, com base em mudanças na dieta e aumento de atividades físicas. É importante que o peso perdido seja composto, na maior parte, de massa adiposa (Deer e Volpi, 2015). Se a perda de massa muscular for grande, a proporção de gordura e massa magra poderá não melhorar, resultando em um fenômeno chamado de TOFI (Thin Outside Fat Inside - magro por fora, gordo por dentro), que pode indicar aumento do risco de doenças metabólicas (Thomas et al, 2012), mesmo que a pessoa esteja dentro da faixa adequada de peso. A prática de exercícios deve ser combinada com um maior consumo de proteínas para suportar tanto a perda de gordura quanto a manutenção da massa muscular.

## EXERCITAR-SE NÃO É O BASTANTE, MAS ASSOCIADOS A UMA BOA NUTRIÇÃO PODE REDUZIR OS IMPACTOS DO ENVELHECIMENTO

O músculo é um tecido dinâmico capaz de se regenerar, respondendo a estímulos e se adaptar às mudanças (Goldspink, 1998), esta capacidade de renovação protege a massa muscular ao longo da vida. Atletas conhecem há tempos os benefícios do consumo adicional de proteínas de alta qualidade como as do soro do leite, ricas em aminoácido de cadeia ramificada (BCAAs), principalmente a leucina, que é o principal sinal anabólico nutricional para início da síntese de proteína muscular (SPM) (Bennet et al, 1989).

A prática de exercícios pode estimular a SMP por até 48 horas, no entanto, sem ingestão necessária de proteínas, o corpo irá quebrar mais proteínas musculares do que as

produzir (Biolo et al, 1995), diminuindo a massa magra. Ao consumir proteínas após o exercício, a quebra das proteínas musculares é reduzida e a SPM é estimulada, resultando em um equilíbrio positivo (Biolo et al, 1997). Se esse estímulo ocorrer ao longo de várias sessões de treinamento pode resultar em em ganho de tecido muscular e, a longo prazo, oferece um aumento considerável no tamanho e na força do músculo, tanto em pessoas jovens quanto em pessoas mais velhas (Cermak et al, 2012).

As diretrizes alimentares indicam que é necessário consumir 0,8g de proteínas por quilo de massa corporal por dia (g/kg/dia) para manter a massa magra (Organização Mundial da Saúde, 2007), durante exercícios, o consumo recomendado de proteínas é de 1,0 a 1,7 g/kg/dia. Outros estudos demonstram que pessoas que seguem programas de treinamento de resistência podem precisar de, pelo menos, 2,2 g/kg/dia (Bandegan et al, 2017). É sabido que a redução na ingestão de calorias resulta em maior exigência de consumo proteína para equilibrar as perdas de nitrogênio adicionais que ocorrem (Pellet e Young, 1991), porém a quantidade de proteína necessária para manter a massa muscular durante a perda de peso não é bem conhecida, especialmente quando a perda é associada a uma rotina de exercícios. As recomendações gerais durante a perda de peso variam entre 1,3 a 1,8g/kg/dia (Phillips, 2014) até níveis significativamente mais altos de 2,3 a 3,5g/kg/dia se associada a uma rotina de treinamentos (Helms et al, 2014).

## OS BENEFÍCIOS DA PROTEÍNAS LÁCTEAS NO GERENCIAMENTO DE PESO

Adicionalmente ao estímulo de crescimento de novo tecido muscular, consumo de proteína pode promover maior perda de gordura com relação a outros macronutrientes. Há dois fatores relacionados a este benefício: o controle do apetite e o aumento no gasto de energia.

A saciedade é um componente importante na dieta de gerenciamento de peso pois pessoas fartas são menos propensas ao consumo exagerado de alimentos. Com a mesma quantidade de caloria ingerida, a proteína dá maior saciedade que carboidratos ou gorduras (Poppitt et al, 1998), por mais tempo (Dhillon et al, 2016). A proteína do soro do leite apresenta estes benefícios em maior intensidade com relação a outras proteínas como a de soja, (Veldhorst et al, 2009). Uma dieta rica em proteínas promove a redução da ingestão de energia e pode levar à redução do peso corporal (Skov et al, 1999). Equilibrar a ingestão durante o dia promove um maior efeito sobre saciedade, do que consumir em uma única refeição (Mamerow et al, 2012; Leidy et al, 2016).

A proteína demanda maior energia para ser metabolizada do que outros macronutrientes. O consumo de

# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

proteínas aumenta a termogênese em até 30%, enquanto gorduras e carboidratos, apenas de 3 a 10% (Tappy, 1996). Ao consumir uma dieta rica em proteínas, o gasto de energia diário é elevado, ajudando, assim, a queima de gordura. Estudos comparativos entre diferentes tipos de proteínas e seus efeitos termogênicos, indicam que a proteína do soro do leite produz um efeito térmico maior que o da proteína da soja (Acheson et al, 2011).

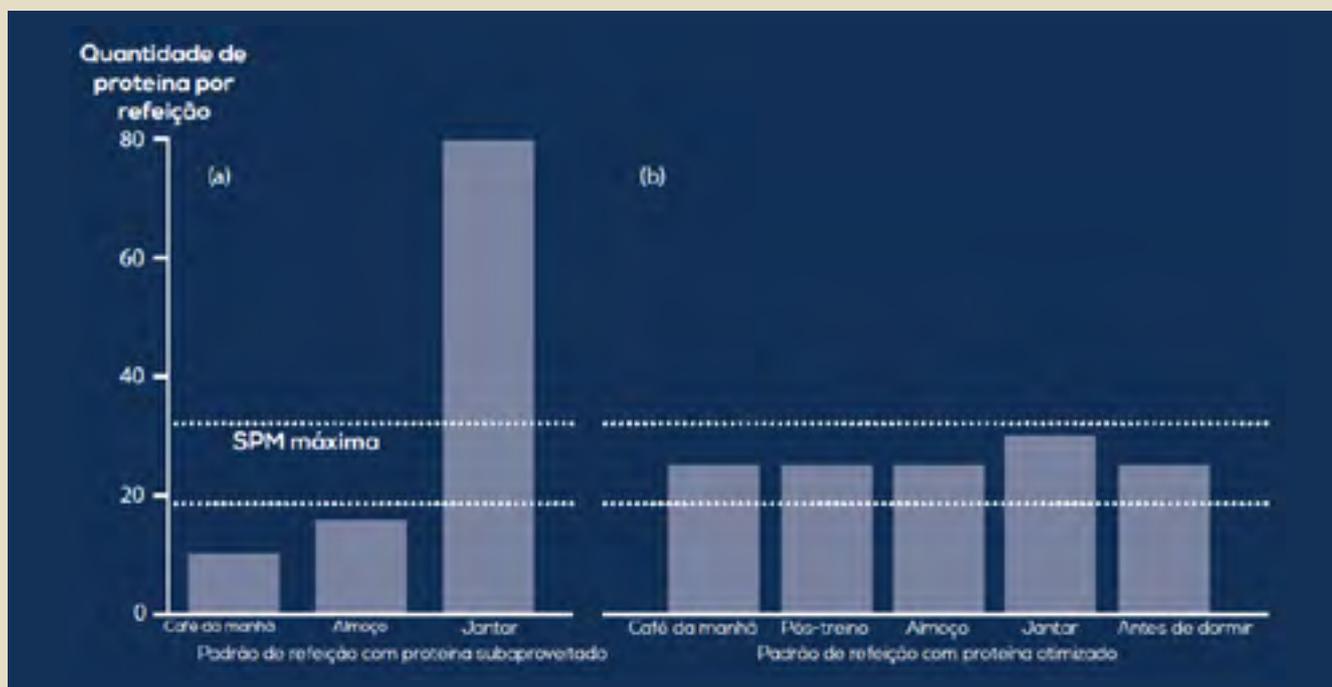
## O EQUILÍBRIO DE INGESTÃO DE PROTEÍNA AO LONGO DO DIA

Não somente a quantidade de proteína ingerida é importante, como a forma em que é consumida. Diferente da abordagem comum, em que a maior parte da proteína diária é consumida na refeição noturna (jantar), recomenda-se o consumo de proteína em uma dosagem mais uniforme no decorrer das principais refeições diárias (Phillips et al, 2016).

Acredita-se que balancear as refeições resulta em uma resposta superior à SPM (Mamerow et al, 2014), especialmente associada ao exercício (Areta et al, 2013). Ao incluir uma dose de proteína após o exercício, o estímulo à SMP inicia a reconstrução muscular. Recentemente, pesquisadores encontraram benefícios em consumir proteínas em um refeição anterior ao sono (Trommelen & van Loon, 2016).

No Gráfico 1, estão exemplos do consumo de proteína durante o dia.

- (a) distribuição desigual subaproveitando a SPM.  
(b) sugestão de ingestão equilibrada, que pode resultar em aumento no ganho de SPM diária, desenvolvido a partir de Macnaughton e Witard, 2014).



## O PAPEL DA INDÚSTRIA

O papel da indústria é fornecer opções de alimentos que facilitem o consumo de proteínas de alta qualidade na dieta, não só através de suplementos proteicos, mas também enriquecendo os alimentos comuns do dia a dia, sem comprometer a qualidade, o sabor e a textura. Também é verdade que processar alimentos com alto teor proteico sempre foi um desafio para indústria, pois excesso de viscosidade ou textura muito dura, assim com instabilidade a processos térmicos ou a pH, sempre foram grandes barreiras no desenvolvimento destes produtos, além de possíveis problemas de sabor.

Hoje, além das proteínas regulares de leite (MPC), soro de leite (WPC e WPI) e caseinatos de cálcio e sódio, a Fonterra conta com um amplo portfólio de proteínas funcionais capazes de superar a estes desafios com resultados e sabores surpreendentes. Seja qual for a aplicação, barras com alto teor de proteínas macias por mais tempo, bebidas UHT com até 15% de proteína, iogurtes com alto teor proteico líquidos ou colheráveis, “Smoothies”, bebidas translúcidas, chocolates, sorvetes, sopas ou panificados, a Fonterra pode auxiliar na escolha da melhor proteína para seu produto.



Fonterra Brasil Ltda.  
[fonterra.com](http://fonterra.com)

# PROTEÍNA É SOLUÇÃO PARA VIDA SAUDÁVEL

As mudanças no estilo de vida da sociedade vêm requisitando o desenvolvimento de produtos alimentícios que garantam uma rotina saudável ao longo da vida. Para manter corpo e mente ativos, a indústria vem buscando inúmeras soluções para oferecer nutrição de ponta com a maior praticidade possível. É o caso dos produtos com alta concentração de proteína que utilizam o concentrado proteico de soro de leite - o chamado whey protein - em sua fabricação.

Esses novos rótulos são vistos como uma tendência tanto no aspecto nutricional quanto funcional para ajudar a conter a obesidade e as doenças crônicas, que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), até 2020, serão responsáveis por quase três quartos das mortes no mundo. Tamanhos são os benefícios do whey protein que ele vem sendo classificado como um superalimento, uma vez que a proteína do soro do leite é capaz de aglutinar minerais específicos, incluindo o cálcio, magnésio, zinco, ferro, sódio e potássio. Além disso, tem efeitos positivos comprovados nos ossos, músculos, sangue, cérebro e pâncreas. Também há registros de ação contra o câncer e infecções, controle insulínico e no fortalecimento do metabolismo. Os chamados whey protein também ajudam no envelhecimento saudável, no gerenciamento da saciedade e consequente controle de peso e na recuperação muscular após o exercício físico.

Pioneira na fabricação do produto no Brasil, a Nutrifont oferece uma solução de fornecimento local de whey protein (WPC 80) de alta qualidade à indústria de alimentos. Dispondo de alta tecnologia no processo, é uma alternativa extremamente competitiva para o mercado brasileiro.

## ALIMENTAÇÃO COMO COMBUSTÍVEL

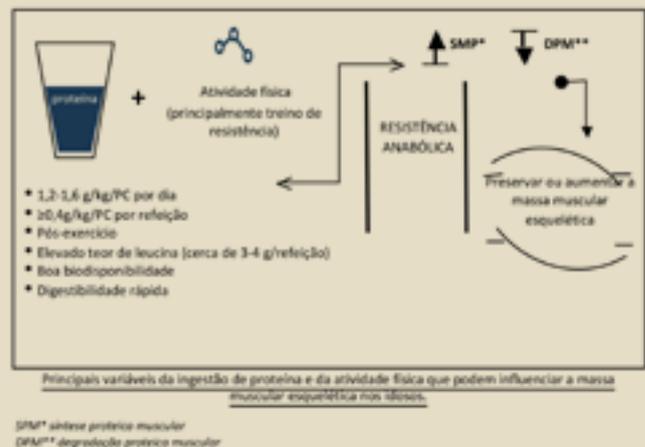
Tamanhos benefícios vêm levando esses novos produtos, anteriormente fabricados apenas para o mercado esportivo, para o mercado massivo. São itens que destacam a importância da prevenção de doenças ao invés de se focar apenas na cura.

A dieta à base de suplementação com soro e outras proteínas associada ao exercício físico também é citada como altamente benéfica para os idosos ganharem e manterem massa muscular e melhorarem a qualidade de vida. De modo geral, é recomendado o consumo de aproximadamente 0,4 g de proteína/kg de peso corporal por refeição, representando 1,2 a 1,6 g de proteína/kg de peso corporal por dia.



As proteínas desempenham um papel fundamental na estrutura do corpo, com funções de regulação de tecidos e órgãos. A proteína é essencial para síntese dos anticorpos e enzimas, é responsável por transmitir sinais entre células e é o principal componente do músculo, que permite que o corpo se mova.

Sua pureza e alto teor de aminoácidos essenciais de cadeia ramificada (BCAAs), especialmente a leucina conhecida por sua importância única para estimular a síntese muscular, conferem à proteína de soro de leite excelentes propriedades funcionais e nutricionais, além do sabor neutro que permite ser incorporada em alimentos e bebidas naturalmente. Contudo, para garantir máximo aproveitamento é importante optar por uma dieta alimentar proteica de alta qualidade. De modo geral, o benefício das proteínas lácteas solúveis fica claro através de estudos comparando a proteína do soro do leite à caseína e à soja. A proteína de soro de leite mostra-se superior especialmente por conta do elevado teor de leucina responsável pela digestão e cinética de absorção de aminoácidos de cadeia ramificada.



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

## COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DAS PROTEÍNAS

Tipo de Proteína	PDCAAS*	Índice de aminoácidos	Índice de eficiência da proteína	Valor biológico	Digestibilidade da proteína
Proteína do soro do leite	1.00	1.14	3.2	104	99
Ovo inteiro	1.00	1.21	3.8	100	98
Caseína	1.00	1.00	2.5	80	99
Proteína de soja	1.00	0.99	2.2	74	95
Bife	0.92	0.94	2.9	80	98
Trigo	0.25	0.47	0.3	54	91

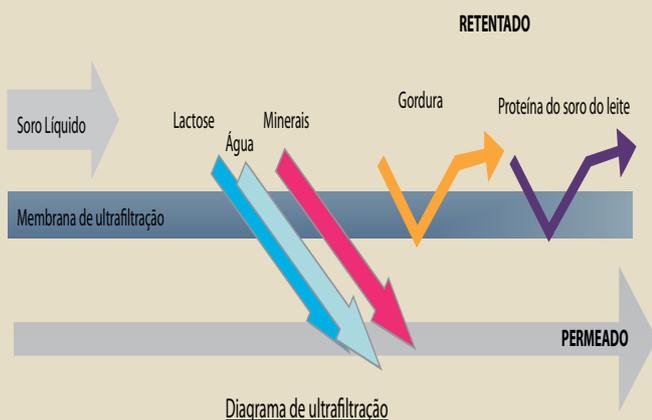
\*Índice de aminoácidos corrigido pela digestibilidade proteica

## PROCESSO DE PRODUÇÃO WHEY PROTEIN

Whey protein é um termo usado genericamente para descrever proteínas solúveis isoladas do leite. O composto é gerado no processo de fabricação de queijos, quando o soro do leite é segregado da matéria seca. Neste momento, o soro líquido possui cerca de 1% de proteína e precisa ser concentrado. Os outros componentes são lactose, vitaminas, minerais, água e traços de gordura.

O leite possui duas classes de proteínas: a caseína (utilizada para produção de queijo) e as proteínas séricas, que dão origem ao concentrado proteico de soro, conhecido como Concentrado Proteico de Soro de Leite, Whey Protein Concentrate (WPC).

O processamento utiliza-se de membranas semipermeável que realizam a filtração e a separação do líquido em dois fluxos: o retentado e o permeado. Ao usar membranas com diferentes tamanhos de poros, é possível separar componentes específicos do leite e do soro.



Nesse processo, a ultrafiltração é usada para concentrar as proteínas do soro: a maioria dos componentes dissolvidos e alguns não dissolvidos irão passar (lactose e minerais), enquanto componentes maiores serão retidos pela membrana (proteínas do soro principalmente). O soro é filtrado por uma sequência de membranas até atingir os padrões de concentração de proteína.

O produto concentrado é secado pela tecnologia de spray dryer que consiste numa pulverização a alta temperatura para uma secagem instantânea do produto antes deste ser envasado numa sala de altos padrões de controles de ambiente.



Processo tradicional de produção da proteína de soro

WPC\*: Concentrado de proteína do soro do leite

WPI\*\*: Isolado de proteína do soro do leite

## NUTRIFONT: FORNECIMENTO LOCAL COM TECNOLOGIA GLOBAL

A Nutrifont empresa da Lactalis Ingredients, um dos maiores fornecedores de ingredientes de soro de leite do mundo, localizada na cidade de Três de Maio - RS é a primeira empresa a fabricar Lactose e Concentrado Proteico de Soro de Leite 80% (WPC 80%) no Brasil, produzidos em fábrica com tecnologia de ponta a partir de soro fresco processado em plantas Lactalis integradas, mesmo local da fábrica de queijo.

Com alto grau de automação, a fábrica Nutrifont garante qualidade e padronização da produção. A moderna planta de processamento com equipamentos de última geração conta com tecnologia de filtração por membranas para produção do Concentrado Proteico de Soro de Leite – WPC, desidratado através de processo de secagem “Spray Dryers”. Por meio do sistema de envase automático, os produtos estão disponíveis em sacos de 20 kg, 25 kg e 1.000kg. Todos os produtos possuem certificações Kosher e Halal.

A Nutrifont fornece soluções lácteas para todos os tipos de demandas nutricionais e funcionais das indústrias de alimentos e bebidas. Agregando valor ao negócio de seus clientes através da sua experiência global, ingredientes de qualidade e suporte local.



### REFERÊNCIAS

Rosemary L. Walzem, R.D., Ph.D., Professor of Nutrition, Texas A & M University, USA.

Health enhancing properties of whey proteins and whey fractions

*US Dairy Export Council*

*Exploring the role of food and drink in the future of health and wellness - Bord Bia.*

Antonio Herbert Lancha Jr. Rudyard Zanella Jr, Stefan Gleissner Ohara Tanabe, Mireille Andriamihaja, François Blachier.

Dietary protein supplementation in the elderly for limiting muscle mass loss  
*Amino Acids (2017) 49:33-47*



**Nutrifont Alimentos S.A.**

[nutrifontingredients.com.br](http://nutrifontingredients.com.br)

# BENEFÍCIOS DA PROTEÍNA DO SORO DO LEITE

Há alguns anos as pessoas estão mais preocupadas em ter uma vida mais saudável, alimentação balanceada, qualidade de vida e pratica de esportes são aliados para a boa saúde.

Com o numero de academias crescendo significativamente no Brasil, com mais de 30 mil academias, o mercado de nutrição esportiva veem ganhando espaço.

As proteínas providas do Soro do leite são as grandes estrelas desse tipo de consumidor, pois reestrutura os músculos após as atividades, proporciona ganho de massa muscular entre outros benefícios.

Esse tipo de proteína é mais conhecido quando se fala de aplicação na nutrição esportiva para pessoas ativas. Pessoas que engajam estilo de vida saudável e ativo procuram benefícios a partir da dieta de suplementos nutricionais que proporcionem bem estar físico.

Sabe-se que a atividade física gera um estresse no metabolismo em relação as mudanças fisiológicas que ocorrem durante o exercício, incluindo as liberações de hormônios e conseqüentemente mudanças de disponibilidade de combustível. Os estoques de energia(carboidratos e gorduras), e em algum grau as proteínas são consumidas pela demanda de esforço físico.

Outro benefício do consumo de proteína do soro do leite esta associado com o funcionamento gastrointestinal, onde alguns peptídeos das proteínas podem prevenir o crescimento de e proliferação de microrganismos



patogênicos e indesejáveis, além de alguns peptídeos apresentarem função probiótica que impulsiona a função imune, promove a boa digestão e aumenta a resistência contra infecções.

No passado o soro do leite era visto como vilão da indústria de queijos por ser um subproduto descartado que exigia tratamento de água residuárias severos e de alto custo para eliminá-lo.

A tendência é que cada vez mais países invistam em tecnologias no intuito de transformar o soro do leite, um subproduto da indústria de queijos em proteínas do soro do leite, tornando-o um negocio rentável e com alto valor agregado e nutricional,

com grande potencial tecnológico em diversas aplicações de alimentos e bebidas trazendo benefícios a saúde além de reduzir os efeitos poluentes no meio ambiente.

*\* Damaris Domingues é Coordenadora de Vendas - Divisão Nutrição Esportiva & Animal.*



**Indústria Química Anastácio S/A**  
[quimicanastacio.com.br](http://quimicanastacio.com.br)

# PROTEÍNAS

*As proteínas estão presentes em diversos tipos de alimentos e desempenham várias funções no organismo. Entre os alimentos mais ricos em proteínas estão as carnes, o leite, os ovos e o trigo.*

## DEFINIÇÃO DE PROTEÍNA

Proteína é uma molécula composta a partir de uma mistura complexa de aminoácidos. Quando há um número reduzido de aminoácidos nesta mistura, a estrutura recebe o nome de peptídeo. Proteína, por sua vez, são apenas as combinações de um grande número de aminoácidos. Entre estes, destacam-se os chamados aminoácidos essenciais que, por não serem produzidos pelo organismo, devem ser ingeridos através da alimentação. A ingestão de proteína é feita, fundamentalmente, a partir do consumo de alimentos de origem animal. As proteínas desempenham papel importante no organismo, garantindo a estruturação de células e tecidos, a construção muscular, além de servirem de motor energético.

A síntese de proteínas ocorre nas células vivas sob a influência de sistemas enzimáticos, e a ligação peptídica é repetida, formando cadeias longas de resíduos de aminoácidos. A condensação de menor número de aminoácidos forma compostos de peso molecular relativamente baixo (até 10.000 Dalton), chamados peptídeos. Os peptídeos são compostos cuja complexidade de estrutura está situada entre os aminoácidos e as proteínas, sendo classificados, de acordo com o número de unidades de aminoácidos de que são formados, em di, tri, tetrapeptídeos e assim por diante. Se o composto for formado por menos de dez unidades de aminoácidos, são denominados oligopeptídeos, ficando reservada a denominação polipeptídeos para os compostos com mais de dez unidades.

Todas as proteínas são constituídas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre e possuem composição muito semelhante: 50% a 55% de carbono, 6% a 8% de hidrogênio, 20% a 24% de oxigênio, 15% a 18% de nitrogênio e de 0,2% a 0,3% de enxofre

A degradação de proteínas, seja química (por reação com ácidos ou alcalis) ou enzimática, leva à formação de polímeros menores e, finalmente, aos aminoácidos livres.

Por hidrólise total, as cadeias peptídicas dão origem aos aminoácidos livres.

Quanto a estrutura, quatro tipos devem ser considerados para a definição da estrutura das proteínas: estrutura primária, secundária, terciária e quaternária.

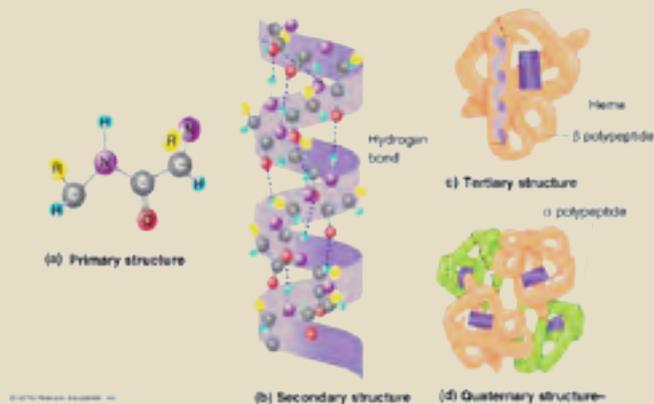
A estrutura primária de uma proteína é a sequência linear de aminoácidos que forma a molécula. A estrutura primária é a base da identidade de uma proteína. A modificação de apenas um aminoácido, altera a estrutura primária e cria uma proteína diferente. Esta proteína diferente pode ser inativa ou ter outra função biológica.

A estrutura secundária de uma proteína é gerada pela maneira que os aminoácidos interagem, formando ligações intermoleculares. Estas interações criam

uma conformação espacial filamentosa de polipeptídeo. As conformações secundárias mais estudadas das proteínas são a alfa-hélice e a estrutura beta-plana.

A estrutura terciária de uma proteína é uma conformação adicional a estrutura secundária, em que a macromolécula dobra-se sobre si mesma. As forças que mantêm a estrutura terciária geralmente são interações entre as cadeias laterais dos aminoácidos e outras partes da proteína com moléculas de água em solução. As principais estruturas terciárias de uma proteína são as globulares e as fibrosas.

A estrutura quaternária de uma proteína é a conformação espacial da molécula dada pela interação entre diferentes cadeias polipeptídicas de uma proteína. Somente proteínas feitas de duas ou mais cadeias polipeptídicas apresentam a estrutura quaternária. Insulina (duas cadeias), hemoglobina (quatro cadeias) e as imunoglobinas (anticorpos, quatro cadeias) são exemplos de proteínas que tem a estrutura quaternária.



# Dossiê Proteínas do Soro do Leite

## FUNÇÕES DAS PROTEÍNAS

Elas desempenham um papel muito importante em nosso organismo, pois fornecem material tanto para a construção como para a manutenção de todos os nossos órgãos e tecidos.

As proteínas podem ser de origem vegetal ou animal. No caso das primeiras, elas são consideradas incompletas por serem pobres em variedade de aminoácidos essenciais (aqueles que o corpo não é capaz de produzir). Já a proteína de origem animal, é considerada completa por conter todos os aminoácidos essenciais.

## IMPORTÂNCIA

Como já foi citado anteriormente, as proteínas são de extrema importância para o nosso organismo por sua função construtora e reparadora. Elas também participam da formação de hormônios, enzimas e anticorpos. Com estes poucos exemplos, já se pode ter uma ideia do quanto elas são indispensáveis ao nosso organismo.

Quando ingerimos proteínas, elas são quebradas durante o processo de digestão, e posteriormente, absorvidas pelas nossas células, que novamente as quebram, transformando-as em aminoácidos. Estes aminoácidos serão utilizados pelo nosso corpo onde eles forem mais necessários.

Por exemplo, se a pele de uma pessoa estiver em desequilíbrio pela falta de aminoácidos, os alimentos ricos em proteínas e a ingestão de água serão benéficos para a sua recuperação. Isso vale não somente para a pele, mas para todo o corpo, pois, como vimos, os aminoácidos são construtores e reparadores.

## DESNATURAÇÃO

A desnaturação   um processo que consiste na quebra das estruturas secundária e terciária de uma proteína. As proteínas, quando submetidas a aquecimento, agita o, radia oes ultravioleta e visível, raios X, sofrem

mudanças nas suas propriedades, sendo destruídas principalmente as suas propriedades fisiológicas.

Essas mudanças podem ser causadas também por agentes químicos, como ácidos e bases fortes, determinados solventes orgânicos, determinados compostos orgânicos neutros e metais pesados, que não afetam a seq ncia dos aminoácidos, mas causam transforma oes na molécula, tendo como consequências a insolubiliza o das proteínas e a dificuldade de cristaliza o desses compostos.

Proteínas com a o enzimática são inativadas quando submetidas a esses processos ou   a o desses agentes. As proteínas assim modificadas são denominadas de proteínas desnaturadas, e o fen meno   denominado de desnatura o das proteínas. A facilidade com que muitas proteínas são desnaturadas faz com que o estudo do fen meno se torne difícil. Aparentemente, a desnatura o tem como resultado uma mudança na conforma o, rompendo liga oes que estabilizam essa conforma o, causando um desenrolamento das cadeias peptídicas, e em consequência, as proteínas se tornam menos solúveis e quimicamente mais reativas. As proteínas nativas solúveis em sais no seu ponto isoelétrico, em geral, se tornam insolúveis quando desnaturadas. O fen meno da desnatura o não implica necessariamente na diminui o da digestibilidade das proteínas.

## PROTEÍNAS LÁCTEAS

As proteínas do leite de vaca consistem em dois tipos amplos, as caseínas que são insolúveis a pH 4,6 e as proteínas de soro de leite que são solúveis a este pH. Cerca de 80% da proteína do leite   caseína e os 20% restante são proteínas de soro de leite. Assim, a propor o de caseína: proteína de soro no leite   de aproximadamente 4:1, enquanto que no leite humano, 60% são proteínas do soro do leite e 40% são caseínas. As proteínas representam apenas cerca de 10% do resíduo seco do soro do leite.

## PROTEÍNAS DE SORO DE LEITE INTRODU O

O soro de leite   um produto líquido que cont m de 4 a 6 gramas de proteínas por litro. Estas proteínas apresentam excelentes propriedades funcionais e nutricionais devido ao seu cont do em aminoácidos essenciais. O soro de leite até algumas décadas atrás era descartado em sua maioria com todos seus nutrientes, inclusive as proteínas do soro, utilizando-se apenas uma pequena parcela como ra o animal. Atualmente, em virtude dos problemas ambientais e de uma maior consci ntiza o que o descarte do soro *in natura* possa trazer, aliado aos novos conhecimentos tecnológicos e de aplica oes dos componentes do soro *in natura*, principalmente das proteínas, faz deste produto um melhor aproveitamento industrial de todos seus componentes, como a lactose, proteínas e gordura.

## FRA OES DAS PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE

As proteínas do soro são compostas pelas seguintes fra oes com características específicas:

- Lactoglobulina (BLG):   o maior peptídeo do soro, estando presente numa propor o de 45% a 57% da fra o proteica.   o peptídeo que apresenta o maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs), correspondendo aos aminoácidos essenciais, como leucina, valina e isoleucina.
- Lactoalbumina (ALA):   o segundo maior peptídeo do soro bovino, representando de 15% a 25% da fra o proteica do soro. No leite materno,   a principal fra o.   de fácil e rápida digestão. Cont m o maior teor de triptofano entre todas as fontes alimentares, sendo também rico em lisina, leucina, treonina e cistina.
- Albumina do soro bovino (BSA):   um peptídeo de alto peso molecular, rico em cistina, precursora

da glutathiona, importante agente antioxidante.

- Imunoglobulinas (IG's): são proteínas de alto peso molecular. O leite bovino apresenta 4 das 5 frações de IG's. Suas principais ações biológicas residem na imunidade passiva e atividade antioxidante.
- Glicomacropéptidos (GMP): é um peptídeo resistente ao calor, à digestão, apresenta alta carga negativa, favorecendo a absorção de minerais.
- As subfrações das proteínas do soro são compreendidas como lactoferrina, lisozima e lactoperoxidase. Fornecem propriedades antimicrobianas, ações imunostimulatórias agindo também como fatores de crescimento e maturação dos enterócitos.

## APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

A questão ambiental associada a uma maior demanda de ingredientes lácteos tem possibilitado maior aumento dos subprodutos do soro, incluindo o processamento das proteínas do soro de leite. O processo mais empregado e amplamente utilizado para separação e concentração das proteínas do soro é a ultrafiltração.

Neste sistema, as frações proteicas são retidas por membranas com poros específicos, fazendo a separação de outros ingredientes presentes no soro, principalmente a lactose, cuja molécula tem tamanho bem inferior das moléculas de proteínas.

Comercialmente e de modo geral, pode-se dizer que o WPC é produzido com 3 níveis de proteínas; com 35%, 60% e 80%. Estes níveis podem variar para mais ou para menos, dependendo da aplicação. Existe também o WPI (Isolado de Proteínas de Soro de Leite), o qual não contém menos que 90% de proteínas.

## UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL

As proteínas do soro de leite estão entre as proteínas de maior qualidade para fins de nutrição humana, além de

possuírem diversas funcionalidades, tais como:

- alta solubilidade e viscosidade devido a excelente capacidade de retenção de água;
- formam uma rede com os glóbulos de gordura; auxiliando na melhoria da liga de certos compostos alimentícios;
- tem boa capacidade para formação de géis; - bom desempenho emulsificante, com estabilização das gorduras no sistema;
- capacidade de aeração (*whipping*) e formação de espuma, devido a natureza das cargas elétricas e de hidrofobicidade de suas moléculas.

Portanto, por terem esta versatilidade funcional, atendem diversas necessidades de sistemas alimentícios.

## NUTRIÇÃO ESPORTIVA/ COMPLEMENTO PROTEICO

O uso de ingredientes de soro em alimentos esportivos aumentou muito nos últimos 10 anos, devido as melhorias da capacidade tecnológica das indústrias em produzir atrativos como concentrados e isolados proteicos. Devido a sua boa digestibilidade e sua excelente eficiência metabólica, as proteínas do soro de leite tem alto valor biológico. Contém grandes quantidades de aminoácidos de cadeia ramificada que intensificam a hipertrofia, os quais atuam como fonte de energia muscular durante o estresse metabólico, estimulando, portanto, a síntese proteica e reduzindo o catabolismo proteico muscular.

## WPC - SUBSTITUTO DE GORDURAS

As gorduras contribuem para realçar o sabor, cremosidade, aparência entre outros atributos dos alimentos. Porém, o consumo excessivo está relacionado com a incidência de obesidade e de alguns tipos de doenças crônicas. Devido suas propriedades emulsificantes e de retenção de água, as proteínas do soro do leite podem ser

utilizadas como substitutos parciais ou totais de gordura. Produtos à base de proteínas do soro, microparticuladas devido ao formato esférico e o tamanho das partículas, menor que 5  $\mu\text{m}$ , aumentam consideravelmente a superfície de contato com os demais ingredientes, permitindo o deslizamento sobre elas, as quais oferecem a sensação de cremosidade bem característico das gorduras. Ligam-se bem aos outros componentes, inclusive aos compostos aromáticos, responsáveis pelos *flavours* nos alimentos.

Além de todas as propriedades atribuídas aos WPC,s em aplicações como ingredientes em formulações de alimentos, também se destacam suas propriedades de agente emulsificante; agente aerante promotor de overrun em sorvetes e chantillys, entre outras.

Referente ao componente proteico dos diversos tipos de produtos lácteos e o seu balanço em relação aos demais componentes, é possível escolher o tipo ideal de produto que contribuirá com as propriedades funcionais de cada formulação do alimento, conforme demonstrado no quadro abaixo.

LPI	Leite em pó integral.
LPD	Leite em pó desnatado.
Soro	Soro de leite em pó.
WPC 35	Concentrado proteico de soro 35% de proteínas.
WPC 60	Concentrado proteico de soro 60% de proteínas.
WPC 80	Concentrado proteico de soro 80% de proteínas.
IWPC 90	Isolado proteico de soro 90 % proteínas

Fontes: Dossiê Proteínas FIB; Wikipedia; Infopedia; KhanAcademy

\* Helio A. Garcia é Eng. de Alimentos - Sooro.



**Sooro - Ingredientes Confiáveis**  
[www.sooro.com.br](http://www.sooro.com.br)