



PRODUTOS DE SORO DOS EUA E NUTRIÇÃO INFANTIL

Dra. Beate B. Lloyd, Ph.D. RD, LD
Global Research Consulting, Inc.

*Nunca é demais enfatizar o valor do leite materno como o alimento ideal para o bebê nos primeiros seis meses de sua vida. No entanto, saúde precária da mãe e certas condições sociais podem levar à diminuição da lactação, separar a mãe da criança ou impedir de qualquer outra forma o aleitamento materno normal. Nestas circunstâncias, torna-se necessário utilizar alimentação alternativa tal como as fórmulas infantis para suprir a falta de leite materno.**

É recomendado consultar um médico ou especialista em dietas para orientação quanto ao uso adequado de produtos formulados para nutrição de lactentes e crianças pequenas. Todas as formulações e informações sobre composição de produtos neste folheto são fornecidas apenas como informação geral e a título meramente ilustrativo. Pode ser necessário efetuar eventuais ajustes ou alterações. Consulte a legislação em vigor com relação a normas de qualidade e identificação de produtos, nomes de produto e o uso de ingredientes permitidos.

*Declaração sobre Alimentação Infantil. Normas do Codex para Alimentos para Lactentes e Crianças Pequenas, Codex Alimentarius, 1989.

INTRODUÇÃO

Proteína de soro é amplamente usada como fonte de proteína de alta qualidade e fonte de peptídeos ativos em alimentos saudáveis. Fabricantes de fórmulas infantis estão incorporando em escala crescente proteínas de soro a fórmulas infantis à base de leite de vaca para conferir ao seus produtos a mesma concentração de proteínas de soro encontrada no leite humano. Proteínas de soro também são adicionadas a fórmulas especialmente desenvolvidas para crianças pequenas com necessidades especiais como as que sofrem de

irritabilidade (choro excessivo), cólicas e alergia à proteína do leite de vaca.

Enquanto há relativamente pouca literatura sobre o uso de proteínas de soro em fórmulas infantis especiais para crianças que sofrem de irritabilidade e cólicas, grande número de trabalhos científicos revisados foca o uso de proteína de soro hidrolizada no tratamento de alergia à proteína do leite. No caso específico da alergia à proteína do leite, o uso de proteína de soro hidrolizada é justificada pelo seu elevado valor biológico e o sabor e odor superiores em comparação à caseína hidrolizada. Os benefícios da suplementação de fórmulas infantis com proteína de soro são discutidos nas páginas a seguir.



FUNDAMENTOS

O leite humano é considerado o alimento ideal para crianças recém-nascidas. Acredita-se que sua composição é o resultado dos efeitos do tempo e da evolução sobre as necessidades nutricionais compartilhadas da mãe e da criança. Milhares de anos atrás, anticorpos direcionados contra patógenos com os quais a mãe teve contato certamente eram importantes para a sobrevivência do bebê. O leite humano contém uma gama inacreditável de enzimas funcionais, fatores de crescimento, fatores de proteção gastrointestinal, células funcionais imunes, bem como fontes de nitrogênio não-protéico. As alterações na composição que ocorrem ao longo do ciclo de lactação fazem do leite humano um alimento infantil extraordinariamente complexo.

O fabricante de fórmulas infantis nem sequer poderia almejar desenvolver um produto com as mesmas características e espantosa complexidade a partir de preparados industriais de leite de vaca. Sendo assim, o objetivo consiste em fazer o segundo melhor alimento possível para lactentes, trabalhando nas maiores diferenças entre o leite humano e as fórmulas infantis. Recorre-se a fórmulas infantis à base de proteína do leite de vaca para propiciar a melhor alternativa nutricional possível para lactentes que, por vários motivos, não são ou não podem ser amamentados.

Um número comparativamente muito pequeno de lactentes é alimentado com fórmulas elaboradas com outras fontes de proteína que não leite. No entanto, alguns dos componentes desejáveis do leite humano (anticorpos IgA do leite humano com ação específica contra determinados patógenos) são variáveis ou caros demais para poderem ser incorporados a uma fórmula infantil. Por outro lado, o leite de vaca em si não consegue substituir o leite humano no que este último representa em

Tabela 1. Proteínas de Soro de Leite Humano e Leite de Vaca¹

Proteína de Soro	Leite Humano (% de proteína de soro)	Leite de Vaca (% de proteína de soro)
Lactoferrina	23,8	10 - 100 ²
α -lactalbumina	30,2	19,3
β -lactoglobulina	–	51,0
Albumina sérica	6,3	16,3
Imunoglobulinas	20,6	10,9
Lisozima	1,6	–
Outras	17,5	12,5

¹De: Kunz, C., Lonnerdal, B. Casein micelles and casein subunits in human milk. In: Protein and non-protein nitrogen in human milk. Atkinson, S., e Lonnerdal, B. (eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, pp 10-24, 1989.

²10mg/litro de leite de vaca, 30-100mg/litro de soro doce.

termos de solução perfeita para suprir as necessidades nutricionais do lactente ao longo do ciclo de lactação. Uma das principais diferenças entre a composição do leite humano e das fórmulas infantis à base de leite de vaca é o teor de proteínas do soro. Avanços técnicos na química das proteínas do leite geraram uma série de soluções para corrigir essa “deficiência” de fórmulas infantis à base de leite de vaca.

O importante para o fabricante de fórmulas infantis é determinar até que ponto a fórmula infantil deverá ser “humanizada”. Soluções plausíveis para este problema variam desde reproduzir na fórmula a mesma proporção proteína do soro -caseína do leite humano até o uso de proteínas de soro modificadas para desempenhar determinada – e às vezes crítica – função no organismo do lactente. Exemplos desta última solução incluem a incorporação de proteínas de soro hidrolizadas a fórmulas para crianças com alergia à proteína do leite de vaca e aumentar a proporção proteína do soro-caseína para favorecer o estabelecimento de um equilíbrio metabólico em recém-nascidos prematuros.

ESTRATÉGIA PARA A INCLUSÃO DE PROTEÍNA DE SORO NA COMPOSIÇÃO DE FÓRMULAS INFANTIS

Os leites da maioria dos mamíferos contêm os mesmos tipos básicos de proteína: caseínas e proteínas do soro. No entanto, essas definições funcionais são baseadas no fato dessas proteínas precipitar ou permanecerem solúveis devido a modificações no pH do leite. Enquanto as proteínas do soro permanecem solúveis em valores de pH mais baixos, as caseínas são insolúveis e precipitam. A heterogeneidade na composição específica das proteínas no leite de cada espécie é mais acentuada no caso das proteínas do soro. Enquanto o leite humano

contém predominantemente proteínas de soro, no leite de vaca predominam as caseínas. A proporção entre as proteínas do soro e as caseínas de leite humano maduro é de 60:40, ao passo que no leite de vaca esta relação é de 18:82 (ou 20:80). Em função disso, alguns fabricantes de fórmulas infantis optaram por enriquecer suas fórmulas à base de leite de vaca com proteínas de soro. Este método requer a adição de quantidade suficiente de proteína de soro para que esta represente 42% da proteína total contida na fórmula. Aproximadamente 6 g de proteína de soro devem ser adicionados para cada 9 g de proteína de leite de vaca em uma fórmula típica contendo 15 g de proteína por litro, elaborada à base de leite de vaca. Esta estratégia tem sido adotada no mundo inteiro e tem a vantagem de exigir a inclusão de apenas uma simples declaração no rótulo de fácil compreensão para os pais.

A proporção entre proteínas de soro e caseína no leite humano muda em função do estágio da lactação; de 90:10 no início da lactação a 60:40 no leite materno maduro e 50:50 na fase final. Qual dessas proporções seria a mais correta e apropriada para o fabricante de fórmulas infantis? Após pesquisas exaustivas, a indústria chegou à conclusão que a proporção de proteínas de soro/caseína do leite materno maduro é a mais apropriada para uma fórmula infantil. No entanto, as diferenças nas quantidades relativas de proteínas de soro contidas no leite humano e no de vaca são muito grandes (Tabela 1). Uma abordagem alternativa consistiria em aumentar a concentração de alfa-lactalbumina e lactoferrina no leite de vaca usando a tecnologia de fracionamento. No entanto, atualmente esta última alternativa ainda não é viável para a maioria dos mercados de fórmulas infantis. Em última análise, a estratégia de modificar e/ou adaptar a composição é prejudicada pela heterogeneidade na composição específica das proteínas de soro de cada espécie e restrições de ordem técnica e de custo.



ESTRATÉGIA DOS AMINOÁCIDOS DO PLASMA PARA O USO DE PROTEÍNAS DE SORO EM FÓRMULAS INFANTIS

Pode-se argumentar que gerações de crianças pequenas cresceram sendo alimentadas com fórmulas infantis feitas a partir de leite de vaca não-modificado sem sofrer nenhum efeito adverso. No entanto, a taurina, por exemplo, não era incluída em fórmulas infantis durante muitas décadas, até que se descobriu ser esse aminoácido de importância essencial para o lactente. Dentro deste contexto, o leite humano produz um perfil de aminoácidos essenciais no plasma do lactente diferente do perfil plasmático produzido por fórmulas infantis à base de leite de vaca não-modificado ou de proteínas de soro. Sabe-se que os bebês são particularmente sensíveis à alterações nos perfis plasmáticos de aminoácidos. Talvez refletindo essa sensibilidade, as necessidades totais de aminoácidos são muito mais elevadas no lactente humano do que em qualquer outro estágio da vida. Estas elevadas necessidades refletem a rápida taxa de crescimento e desenvolvimento da criança. Neste contexto, é importante levar em consideração que um bebê alimentado com fórmulas infantis obtém toda sua proteína de apenas uma única fonte até a introdução de alimentos sólidos. Isto significa que bebês alimentados com fórmulas infantis são altamente suscetíveis a insuficiências nutricionais, cujos resultados podem ser catastróficos.

Dado o uso amplamente difundido de fórmulas infantis à base de leite de vaca, os bebês se beneficiarão de avanços técnicos que produzam um perfil plasmático de aminoácidos essenciais mais parecido com o de lactentes amamentados ao seio. Os aminoácidos possuem outras funções além da tarefa de servir como substrato para síntese de proteína, incluindo a síntese de hormônios, ácidos biliares e neurotransmissores. Triptofano é um bom

exemplo do efeito de um aminoácido alimentar sobre neurotransmissores e o comportamento da criança. Em vários estudos, bebês alimentados com doses suplementares de triptofano apresentaram redução da latência de sono.

Acredita-se que o aumento da concentração de triptofano no plasma faz aumentar também o transporte de triptofano pela barreira hematoencefálica, resultando em uma maior taxa de conversão de triptofano em serotonina e melatonina no cérebro, ocasionando por sua vez alterações no comportamento do sono. Com base nestas evidências, a meta desta estratégia consiste em tornar o perfil plasmático de aminoácidos o mais próximo possível do perfil plasmático de lactentes amamentados no seio.

Foi desenvolvida uma equação matemática cujo resultado é um valor único que reflete o grau de proximidade entre o perfil plasmático de aminoácidos essenciais de uma formulação e o de um bebê amamentado. Os dados obtidos com essa equação revelam que uma fórmula com uma proporção proteína de soro:caseína de 48:55 produz um perfil plasmático de aminoácidos essenciais mais próximo daquele produzido pelo leite humano do que uma fórmula com proporção soro: caseína de 60:40 ou uma fórmula contendo 100% de proteína de soro. Portanto, a fórmula com a mesma proporção proteína de soro/caseína de 60:40 do leite humano não chega tão perto do perfil plasmático de aminoácidos essenciais do leite humano quanto fórmulas contendo menos proteínas de soro. Esta equação pode ser usada para fazer uma projeção do perfil plasmático de aminoácidos essenciais produzido por qualquer mistura de proteínas, desde que sejam conhecidos os perfis de aminoácidos das proteínas constituintes.

Bebês prematuros

A vasta maioria dos produtos comercializados como fórmula infantil para recém-nascidos prematuros contém predominantemente soro, apresentando uma proporção proteínas de soro/caseína de 60:40. Acredita-se que fórmulas em que predomina a caseína dariam origem a concentrações excessivas de tirosina

e fenilalanina no plasma. Além disso, as crianças alimentadas com fórmulas contendo predominantemente proteínas de soro apresentaram respostas metabólicas mais semelhantes às observadas em lactentes prematuros alimentados com leite humano coletado. Para suprir as elevadas necessidades protéicas de lactentes prematuros, estas fórmulas contêm tipicamente um total de 20 a 24 g de proteína por litro.

Bebês maiores e crianças

Enquanto as necessidades de proteína por unidade de peso corporal são menores em bebês mais velhos (6-12 meses de idade) e em crianças pequenas (1-3 anos) em comparação às de bebês mais novos, suas necessidades diárias são maiores. Embora fórmulas possam ser usadas como única fonte de nutrientes para bebês mais velhos, estas fórmulas tipicamente fornecem energia suplementar e nutrientes derivados de alimentos básicos. De acordo com os critérios gerais adotados pela Comissão do Codex Alimentarius, cada 100 g de produto deve conter aproximadamente 15 g de uma proteína de alta qualidade. Muitas formulações dirigidas a este grupo são feitas com leite desnatado, e muitas formulações comerciais atualmente já começam a ser elaboradas com quantidades suplementares de proteína de soro (Tabela 2). A ingestão de aminoácidos essenciais não deve ser limitada durante este período de crescimento muito rápido. Uma combinação de leite desnatado e proteína de soro é particularmente rica em aminoácidos essenciais. Além disso, várias frações protéicas do soro são excepcionalmente úteis para desenvolver bebidas límpidas e de sabor levemente ácido muito apreciadas por crianças pequenas.



O USO DE PROTEÍNAS DE SORO EM FÓRMULAS INFANTIS

Tradicionalmente, as fórmulas infantis eram feitas a partir de leite de vaca, cuja proporção proteínas de soro/caseína é de 18:82. Atualmente, quantidades suplementares de proteína de soro são usadas no mundo inteiro em uma ampla variedade de fórmulas infantis. As fórmulas infantis comerciais mostradas na Tabela 2 seguem as recomendações da Comissão do Codex Alimentarius e sua eficiência é, de modo geral, atestada pelos resultados de estudos de qualidade e que demonstram crescimento e desenvolvimento bons.

A concentração de proteína de soro varia de 48% a 100% da proteína total. Conforme será discutido mais adiante, as quantidades relativas de proteína do leite e proteína do soro podem influenciar a estabilidade da fórmula. Além disso, a medida que aumenta a porcentagem da proteína de soro na proteína total, aumentam também as quantidades de vitaminas solúveis em água e de alguns minerais (especialmente cálcio) que devem ser adicionadas à fórmula para que esta atenda às exigências das normas do Codex Alimentarius. A identidade destes minerais e vitaminas é determinada por múltiplos variáveis, incluindo o fato da proteína de soro ser do tipo ultrafiltrado ou desmineralizado. Trata-se, no entanto, de modificações menores e há exemplos de fórmulas comerciais contendo uma ampla faixa de concentrações de proteína de soro.

Proteína de soro complementar também vem sendo incorporada a fórmulas para bebês maiores e crianças pequenas. À medida que vão sendo descobertos novos benefícios à saúde de várias frações de soro e peptídeos derivados de soro, multiplicam-se também



Tabela 2. Fórmulas Infantis e fórmulas *follow-on* (para crianças de pouca idade) Representativas Contendo Quantidades Suplementares de Proteína de Soro

Tipo de Fórmula	Fontes de Proteína	Proporção Soro/Caseína	g de proteína/100 ml
Infantil	Proteína de Soro, LPD ¹	48:52	1,5
<i>Follow-on</i> ~	LPD	18:82	1,7
Infantil	Proteína de Soro, LPD	60:40	1,4
<i>Follow-on</i> ~	LPD	18:82	1,7
Infantil	Proteína de Soro, LPD	60:40	1,5
<i>Follow-on</i> ~	LPD	18:82	
Infantil	Proteína de Soro	100:0	1,6
<i>Follow-on</i> ~	LPD	18:82	1,7
<i>Follow-on</i> ≈	Proteína de Soro, leite desnatado	NA	2,0
<i>Follow-on</i> ≈	Leite desnatado	18:82	2,8
<i>Follow-on</i> ≈	Leite desnatado, proteína de soro	38:62	2,2

1. LPD = Leite em Pó Desnatado.

2. Recomendado para lactentes entre 6 - 12 meses de idade.

3. Recomendado para lactentes acima de 6 meses e crianças até 2 anos de idade.

Composição Típica de Fórmulas para Crianças de Pouca Idade e os Ingredientes Utilizados

Fórmulas Iniciais e <i>Follow-on</i>		
Nutriente	%/100 g Produto em Pó	Ingredientes Frequentemente Usados em Produtos Comerciais
Proteínas	10 - 15%	⟨ Leite em pó desnatado e concentrados de proteína de soro ⟨ Leite desnatado em pó e soro desmineralizado
Gorduras	22 - 28%	⟨ <i>Blends</i> de gorduras de origem vegetal
Carboidratos	52 - 57%	⟨ Lactose ⟨ Lactose e maltodextrina ⟨ Amido modificado, sacarose (fórmulas de crescimento)
Minerais e micronutrientes, aminoácidos	3 - 5%	⟨ Minerais e micronutrientes – diversas formas e fontes. Aminoácidos adicionados
Vitaminas, outros	4%	⟨ Vitaminas, e em algumas fórmulas: nucleotídeos, prebióticos, lactoferrina

as oportunidades para o fabricante desenvolver e oferecer produtos diferenciados.

Há também muito interesse com relação ao uso de proteína de soro derivada de leite de vaca enriquecida com alfa-lactalbumina devido a sua elevada concentração no leite humano e ao seu perfil benéfico de aminoácidos. Em especial, há uma hipótese de que um concentrado de proteína de soro enriquecido com alfa-lactalbumina promoveria o desenvolvimento de um perfil plasmático de aminoácidos muito parecido com o produzido pelo leite humano. A alfa-lactalbumina contém altos níveis de cisteína e concentrações extraordinariamente elevadas de triptofano. Níveis aumentados de alfa-lactalbumina em fórmulas infantis à base de leite de vaca com teor reduzido de proteína aumentou a concentração de triptofano no plasma para o mesmo nível verificado em lactentes amamentados ao seio. Nestes estudos, fórmulas com teor reduzido de proteína foram administradas com o objetivo de aumentar a relação triptofano/outros aminoácidos neutros de molécula grande, conforme discutido acima. Avanços tecnológicos recentes provavelmente comprovarão a necessidade de se reduzir

o teor de proteína para obter concentrações plasmáticas de triptofano semelhantes às encontradas em lactentes amamentados ao seio.

Embora a incidência de alergia à proteína do leite de vaca seja baixa, os sintomas são graves e, em alguns casos, podem até levar à morte. Os sintomas incluem vômitos, diarreia, distúrbios gastrointestinais, choro excessivo, eczema, perda de peso e até mesmo choque anafilático. Tradicionalmente, lactentes portadores de graves alergias à proteína de leite de vaca eram tratados com fórmulas contendo caseína altamente hidrolizada. Nos anos 1990, verificou-se que fórmulas à base de proteína de soro altamente hidrolizada constituem um tratamento efetivo para lactentes e crianças pequenas com alergia ao leite de vaca. Estas novas fórmulas tendem a apresentar vantagens de custo, sabor e odor em comparação às fórmulas contendo caseína. Além disso, evidências recentes sugerem que fórmulas à base de proteína de soro altamente hidrolizada são um meio eficaz para tratar os sintomas de cólicas em lactentes com alergia ao leite.

Mistura Seca para Fórmula Infantil à base de Concentrado de Proteína de Soro*

Ingredientes	Dosagem(%)
Concentrado de proteína de soro 34%	18,50%
Leite em pó desnatado	16,00%
Lactose	37,00%
Blend de gordura	27,00%
Lecitina	0,50%
Vitaminas e minerais	1,00%
Água	Conforme necessário
Total	100,00%

Procedimento:

1. Calcular a fórmula. Adicionar o WPC34, o leite em pó desnatado e a lactose à água. A quantidade de água deve ser suficiente para produzir um líquido concentrado e de fácil processamento.
2. Aquecer a solução a 60°C aproximadamente e acrescentar a lecitina, o blend de gorduras, as vitaminas e minerais sob constante agitação.
3. Continuar o aquecimento para pasteurizar a mistura de ingredientes. Recomenda-se realizar a homogeneização em duas etapas utilizando-se 141 kgf/cm² na primeira e 35 kgf/cm² na segunda etapa.
4. Secar pelo método “spray dry” até obter um aglomerado para facilitar a reconstituição.
5. Para reidratar, misturar 10% da fórmula em pó a 90% de água potável (peso). Aquecer para pasteurizar e resfriar à temperatura de consumo.

* Favor consultar um médico ou especialista em dietas para orientação sobre o uso correto de fórmulas como alimentação de lactentes e crianças.



Fórmula para *Toddler** com ferro** Composição típica.

Produto desenvolvido para suprir as necessidades de crianças entre 6 - 18 meses de idade

Nutrientes por 100 calorias	
Proteína	3 - 5,5 g
Gordura	5,49 g
Carboidratos	10,56 g
Ácido linoléico	1,000 mg
Vitamina A	300 UI
Vitamina D	60 UI
Vitamina E	3 UI
Vitamina K	8 mcg
Vitamina B1, B2	150 mcg
Vitamina B6	60 mcg
Vitamina B12	0,25 mcg
Niacina	1,050 mcg
Ácido fólico (folacina)	15 mcg
Ácido pantotênico	450 mcg
Biotina	4,4 mcg
Vitamina C	9 mg
Inositol	4,7 mg
Cálcio	118 mg
Fósforo	64 mg
Magnésio	6 mg
Ferro	1,8 mg
Zinco	0,75 mg
Manganês	5 mcg
Cobre	90 mcg
Iodo	6 mcg
Sódio	24 mg
Potássio	105 mg
Cloreto	65 mg

Ingredientes: leite desnatado, lactose, óleo de açafrão (cártamo) com alto teor de ácido oléico, óleo de coco, óleo de soja, concentrado de proteína de soro, minerais, vitaminas e outros nutrientes

* bebê que está aprendendo a andar.

** Nunca é demais enfatizar o valor do leite materno como o alimento ideal e insubstituível para o bebê nos primeiros seis meses de vida. No entanto, a precária saúde da mãe e determinadas condições sociais podem levar à diminuição da lactação, separar a criança da mãe ou impedir de qualquer outra forma o aleitamento materno normal. Nestas circunstâncias, torna-se necessário utilizar alimentação alternativa tal como as fórmulas infantis para suprir a falta de leite materno. Declaração sobre Alimentação Infantil. Normas do Codex para Alimentos para Lactentes e Crianças Pequenas, Codex Alimentarius, 1989

Favor consultar um médico ou especialista em dietas para orientação quanto ao uso correto de produtos formulados para nutrição de lactentes e crianças pequenas.

Lactoferrina

Em anos recentes ficou claro que certas proteínas e peptídeos alimentares possuem atividades biológicas específicas. Revelou-se que frações protéicas como a lactoferrina possuem propriedades bioativas quando presentes em baixas concentrações. A lactoferrina é uma proteína com uma série de propriedades funcionais muito interessantes e já está sendo utilizada em muitos produtos comerciais tais como fórmulas infantis, alimentos funcionais e esportivos, produtos veterinários e rações especiais e também em artigos de higiene pessoal como antissépticos bucais e creme dental. A lactoferrina possui propriedades antibacterianas e antioxidantes e é um dos principais fatores não-específicos de resistência a doenças encontrados na glândula mamária. Trata-se muito provavelmente de uma substância que intermedia os mecanismos de proteção contra infecções bacterianas da glândula mamária. A lactoferrina sequestra e solubiliza o ferro, controlando desta forma a quantidade de ferro nos processos metabólicos. Embora tenha sido isolada há 30 anos, as atividades biológicas exatas da lactoferrina ainda estão apenas começando a ser desvendadas. A estrutura química da lactoferrina bovina é muito semelhante à estrutura de outros tipos de lactoferrina e transferrinas. Em geral, as propriedades da lactoferrina incluem propriedades antibacterianas e antivirais, prevenção do crescimento de microrganismos patogênicos nos intestinos, estimulação do sistema imunológico, regulação do metabolismo do ferro e controle de danos a células ou tecidos.

Parte do interesse em aplicações como fórmulas infantis deriva da comparação entre leite humano e leite bovino. A concentração de lactoferrina no leite humano é de 0,20g/100ml contra 0,01g/100ml no leite de vaca maduro. A lactoferrina é comercializada como ingrediente funcional e é usada por fabricantes de fórmulas infantis em vários países para enriquecer suas formulações.

Adaptado de Dr. German, J.B. *et al.*
Comunicação pessoal, Maio de 2000



PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE PROTEÍNAS DE SORO

As propriedades funcionais das proteínas de soro são aquelas que permitem seu uso como ingrediente alimentar para propiciar emulsificação, gelificação, retenção de água, solubilização, formação de espuma/aeração e desenvolvimento de viscosidade, todas amplamente documentadas. No caso de aplicações na área de alimentos, a funcionalidade superior das proteínas de soro se refere não apenas à sua capacidade relativa de propiciar determinadas propriedades físicas a alimentos, mas também à reprodutibilidade destas propriedades e à sua capacidade de cumprir mais de uma função em um alimento. As várias estruturas tridimensionais dobradas das proteínas de soro são responsáveis por sua conformação e funcionabilidade. Vários fatores externos também influenciam as propriedades funcionais de concentrados de proteína de soro, incluindo a concentração, o estado da proteína de soro, pH, ambiente iônico, tratamentos térmicos e de pré-aquecimento e a presença de lipídios. Isolados de proteína de soro e concentrados de proteína de soro são ingredientes alimentares valiosos não apenas por sua capacidade de agregar e propiciar estrutura a alimentos, mas também por causa de sua alta solubilidade em uma ampla faixa de pH. Esta propriedade os torna apropriados para uso em aplicações como bebidas esportivas e produtos líquidos substitutos de refeições. Como emulsificantes, as

Proteínas de soro em Produtos Nutricionais de Uso Médico

As considerações sobre o uso de proteínas em fórmulas infantis e produtos nutricionais de uso médico incluem:

- Itens nutricionais: digestibilidade, teor de aminoácidos e tolerância pelo lactente.
- Bioatividade: hormonal, anti-infeccioso, transportador, peptídeos resistentes à hidrólise.
- Funcionalidade.
- Disponibilidade e custo.

Da perspectiva de um fabricante, itens relativos à estabilidade de produto também são importantes. Estes dizem respeito aos seguintes pontos:

- Deterioração física de fórmulas infantis e produtos nutricionais líquidos de uso médico no decorrer da vida-de-prateleira do produto.
- Separação de gordura: subida dos glóbulos de gordura à superfície.
- Gelificação: perda da interligação de moléculas de proteínas e/ou hidrocolóides.
- Separação de soro: sinérese causada pelo aumento no grau de gelificação e separação de gordura.
- Arenosidade: agregação das proteínas.
- Alguns aspectos do processo de obtenção das proteínas de soro pode, afetar a estabilidade do produto: pré-tratamento do leite cru, tipo de queijo, tratamentos térmicos e, quando aplicável, o tipo de processo de desmineralização.

A estabilidade de fórmulas infantis e de produtos nutricionais de uso médico é influenciada por:

- A composição da fórmula: os níveis de íons divalentes e polivalentes, sais tamponantes (citratos, fosfatos) e a presença de emulsificantes e estabilizantes.
- As condições de processamento, incluindo temperatura e pressão de homogeneização.

As vantagens do uso de proteínas de soro em produtos nutricionais de uso médico incluem: flavor mais límpido, melhora do perfil de aminoácidos, maior estabilidade física, disponibilidade de lactose com baixo grau de hidrolização, propriedades antioxidantes, e o desenvolvimento de um gel fraco que pode auxiliar, por exemplo, na suspensão de chocolate em pó em produtos flavorizados.

proteínas de soro concentradas são amplamente utilizadas no desenvolvimento de fórmulas de bebidas protéicas nutricionais e outros produtos nutricionais de uso médico.

Os recém-nascidos das espécies mamíferas se destacam pelo desenvolvimento imaturo ao nascer. Os humanos sobretudo nascem com órgãos e tecidos ainda em fase de formação e o aporte de fatores específicos que garantem o desenvolvimento adequado do organismo é claramente uma das principais funções do leite. É notória a capacidade das proteínas do soro de promover desenvolvimento tanto em modelos *in vitro* quanto em estudos *in vivo*. A aplicação de tais funções e fatores concentrados seria uma estratégia lógica para produtos alimentícios cuja finalidade é promover o desenvolvimento correto de certos tecidos ou órgãos. A recuperação pós-trauma de tecidos e de lesões são os exemplos mais óbvios.

Embora os resultados ainda não sejam totalmente claros, tem-se especulado que as proteínas de soro beneficiam de forma significativa a recuperação de tecidos quando o estresse ao qual são submetidos não causa danos ou trauma muito sérios, como é o caso de estresse associado a exercícios físicos. Contudo, os mecanismos de ação conhecidos e relativos a vários fatores contidos no soro são consistentes com tais benefícios.

O conjunto crescente e substancial de conhecimentos sobre as propriedades antimicrobianas de proteínas de soro como a lactoferrina fez com que o interesse neste benefício dos componentes lácteos ultrapassasse a barreira da comunidade médica e tivesse aceitação generalizada por parte de um grande público leigo. Um benefício aparentemente evolutivo do leite é sua capacidade de promover – através de vários mecanismos – o crescimento de uma microflora com grande número de propriedades de proteção. No entanto, o exato valor dos componentes do soro como prebióticos capazes de estimular o desenvolvimento de uma microflora benéfica ainda não foi de todo estabelecido até o presente momento, embora o conceito continue ganhando interesse. A importância de componentes do soro como fatores de proteção é uma propriedade nutricional que pode beneficiar diretamente pessoas de todas as idades.

Cookies com alto teor de proteína

Ingredientes	Dosagem
WPC80*	18,30%
Farinha de trigo para bolo	18,25%
Açúcar mascavo	21,35%
Manteiga	13,35%
Leite em pó desnatado	1,30%
Chocolate em pedaços**	17,35%
Ovos	2,55%
Extrato de baunilha	0,30%
Sal	0,25%
Bicarbonato de sódio	0,25%
Água	6,75%
Total	100,00%

Informações nutricionais

Porção:	1 cookie/30g
Nutrientes por porção:	
Calorias	120
Gordura	5 g
Colesterol	20 mg
Sódio	85 mg
Carboidratos	14 g
Proteína	6 g
Cálcio	4% (do Valor Diário)

Procedimento

1. Misturar a manteiga, o açúcar mascavo e o leite em pó desnatado à velocidade média por dois minutos.
2. Acrescentar os ovos, a baunilha e água; misturar por mais um minuto
3. Adicionar a farinha, o WPC, o sal e o bicarbonato de sódio sem interromper a agitação.
4. Distribuir os pedaços de chocolate pela massa.
5. Formar porções de 30 g de massa em uma assadeira.
6. Assar a 175°C por 10 a 12 minutos.
7. Resfriar

Receita desenvolvida por California Dairy Ingredients.
Laboratório de Aplicações, San Luis Obispo, CA, USA.

Smoothie de Frutas

Ingredientes	Dosagem
Purê de morango sem sementes (7 Brix)	48,50%
Água	20,00%
Frutose líquida	12,00%
Purê de banana sem sementes (22 Brix)	8,00%
WPC80 ¹	7,00%
Xarope de milho 42 DE	4,00%
Cálcio lácteo	0,40%
Ácido cítrico	0,10%
Total	100,00%

Informações nutricionais

Porção:	120 g
Nutrientes por porção:	
Calorias	120
Gordura	0 g
Carboidratos	21 g
Proteína	7 g
Cálcio	15% (do Valor Diário)

Procedimento

1. Misturar o WPC, o cálcio lácteo e a água. Deixar em repouso até que os ingredientes secos estejam hidratados.
2. Acrescentar a frutose, o xarope de milho e o ácido cítrico.
3. Acrescentar sob agitação o purê de morango e de banana.
4. Congelar em máquina de sorvete *soft serve*.

Receita desenvolvida por Wisconsin Center for Dairy Research, Madison, WI.

Bebida de Frutas Fortificada com Proteína

Ingredientes	Dosagem
Água	80,00%
Frutose	9,98%
WPC80 ¹	6,26%
Sólidos de xarope de milho	2,25%
Ácido cítrico	0,78%
Cálcio lácteo	0,59%
Flavor de amora	0,13%
Corante vermelho #40	0,01
Total	100,00%

Procedimento

1. Misturar bem todos os ingredientes.
2. Dispersar o conteúdo de um saquinho (32 oz. ou 908 g) da mistura seca em (3,8 litro) de água. Agitar ou chacoalhar até que os ingredientes secos estejam hidratados.
3. O pH da bebida pronta é de aproximadamente 4,0.
4. Acondicionar a frio em garrafas e pasteurizar a 88°C.

Receita desenvolvida por Wisconsin Center for Dairy Research, Madison, WI.



* Concentrado de proteína de soro 80%.

** Pode-se usar também outros tipos de ingredientes para serem incorporados ou aplicados à massa: coberturas compostas, frutas secas, etc.



REFERÊNCIAS

Axelsson, I.E., Ivarsson, S.A., Raiha, N.C. Protein intake in early infancy: effects on plasma amino acid concentrations, insulin metabolism and growth. *Pediatr. Res.* 1989, 26: 614-617.

Gaull, G.E. Taurine in pediatric nutrition: review and update. *Pediatrics* 1989; 83: 745-746

Halken, S., Host, A., Hansen, L.G., Osterballe, O. Safety of a new, ultrafiltered whey hydrolysate formula in children with cow milk allergy: a clinical investigation. *Pediatr. Allergy Immunol.* 1993; 4:53-39

Heine, W., Radke, M., Wutzke, K.D., Peters, E., Kundt, G. Alpha-Lactalbumin-enriched low-protein infant formulas: a comparison to breast milk feeding. *Acta. Paediatr.*, 1996;85:1024-1028.

Heine, W.E. The significance of tryptophan in infant nutrition. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1999;467:705-710.

Kashyap, S., Schulze, K.F., Forsyth, M. *et al.* Growth, nutrient retention, and metabolic responses in low birth weight infants fed varying intakes of protein and energy. *J. Pediatr.* 1988;113:713-721.

Kunz, C., Lonnerdal, B. Re-evaluation of the whey protein/casein ratio of human milk. *Acta. Paediatr.* 1992;81:107-112.

Lucassen, P.L.B.J., Assendelft, W.J.J., Gubbels, J.W., van Eijk, J.T., Douwes, A.C. Infantile colic: Crying time reduction with a whey hydrolysate. A double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pediatrics* 2000;106:1349-1354.

Munro, H.N. Amino acid requirements and metabolism and their relevance to parenteral nutrition. In: Wilkinson, A.W. (editor) *Parenteral Nutrition*. Churchill Livingstone, London, pp 34-67, 1972.

O'Connor, D.L., Masor, M.L., Paule, C., Benson, J. Amino acid composition of cow's milk and human requirements. In: Welch RAS, Burns, D.J.W., Davis S.R., Popay, A.I., Prosser C.G. (eds.) *Milk composition, Production and Biotechnology*. University Press, Cambridge, pp. 203-213, 1997.

Odelram, H., Vanto, T., Jacobsen, L., Kjellman, N.I. Whey hydrolysate compared with cow's milk based formula for weaning at about 6 months of age in high allergy-risk infants: effects on atopic disease and sensitization. *Allergy* 1996;51:192-195.

O'Tuama, L.A. Phillips, P.C., Smith, Q.R., Uno, Y., Dannals, R.F., Wilson, A.A., Ravert, H.T., Loats, S., Loats, H.A., Wagner, H.N. L-methionine uptake by human cerebral cortex: maturation from infancy to old age. *J. Nuc. Med.* 1991;32:16-22.

Partridge, W.M. Brain metabolism: a perspective from the blood-brain barrier. *Physiological Reviews* 1983;63:1481-1535.

Paule, C., Wahrenberger, D., Jones, W., Kuchan, M., Masor, M. A novel method to evaluate the amino acid response to infant formulas. *FASEB J.* 1996; 10:A554.

Ragno, V., Giampietro, P.G., Bruno, G., Businco, L., Allergenicity of milk protein hydrolysate formulas in children with cow's milk allergy. *Eur. J. Pediatr.* 1993;152:760-762.

Raiha, N.C., Heinonen, K., Rassin, D.K., Gaull, G.E. Milk protein quantity and quality in low-birthweight infants, I: metabolic responses and effects on growth. *Pediatrics* 1976;57:659-684.

Rigo, J., Senterre, J. Significance of plasma amino acid pattern in preterm infants. *Biol. Neonate.* 1987;52(suppl. 1):41-49.

Smith, Q.R. The blood brain barrier -and the regulation of amino acid uptake and availability to the brain. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1991;291:55-71.

Steinberg, L.A., O'Connell, N.C., Hatch, T.F., Picciano, M.F., Birch, L.L. Tryptophan intake influences infant's sleep latency. *J. Nutr.* 1992;122:1781-1791.

Yogman, M.W., Zeisel, S.H. Diet and sleep patterns in newborn infants. *NEJM* 1983;309:1147-1149.



Av. Lins de Vasconcelos, 3.282 - cj 31/32 - 3º andar
CEP 04112-010 - São Paulo - SP
Fone: (55 11) 5084 0820
Fax: (55 11) 5571 5053
E-mail: usdec@visualbyte.com.br
www.usdec.org