

## Caseínas em leite de ovelha

Cássia Regina Nespolo<sup>1</sup>  
Patricia Hilda Risso<sup>2</sup>

### 1. Características do Leite de Ovelha e Composição Proteica

O leite de ovelha é uma matéria-prima com maiores teores de extrato seco, proteína, gordura e densidade, quando comparado aos leites bovino e de cabra (Stubbs et al., 2009; Park et al., 2007). A composição proteica no leite ovino é variável em função da raça, alimentação, manejo e da adaptação do rebanho a uma determinada região e às condições climáticas. O conteúdo total de proteínas em leite de ovelha da raça Lacaune apresentou valores médios de 4,46% na Serra Gaúcha (Brito et al., 2006) e 5,52% na região Metropolitana do Rio Grande do Sul (Nespolo et al., 2009). Estes percentuais são inferiores aos valores médios de diferentes raças de ovelhas na Europa, alcançando 6,2% de proteína no leite, destas 4,2% caseína e 1,0% albumina (Park et al., 2007).

O teor de caseína no leite é importante para a formação do coágulo, já que esta proteína atua como emulsificante do leite, tendo sua estabilidade afetada durante o processo de coagulação. A presença desta proteína está intimamente relacionada com o rendimento na produção de queijo (Park, 2007). De uma maneira geral, o leite de ovelha pode chegar ao dobro de rendimento na produção de queijo em comparação ao leite de vaca (Stubbs et al., 2009).

Os leites de ovelha e de cabra possuem as mesmas proteínas que o leite de vaca, mas suas proporções e polimorfismos genéticos diferem amplamente, o que explica as diferenças na coagulação e as variações reológicas consideráveis na produção de queijo (Park, 2007). Os tempos de coagulação de queijos produzidos com leite de ovelha são menores em pH mais baixo. A interferência deste parâmetro sobre a textura do queijo é particularmente importante, devido às mudanças no pH estarem diretamente relacionadas com as mudanças na rede proteica presente na coalhada (Park, 2007). O leite de pequenos ruminantes possui menor estabilidade coloidal, o que leva a um menor tempo de coagulação e a um menor impacto do tratamento térmico sobre este parâmetro, ocasionando ainda uma estabilidade reduzida sobre tratamentos térmicos extremos, em comparação ao leite bovino (Raynal-Ljutovac et al., 2007). Os

tratamentos térmicos são processos importantes que afetam a qualidade do leite e especialmente as propriedades físico-químicas e de coagulação. Os leites de ovelha e de cabra são menos estáveis aos tratamentos térmicos, do que o leite bovino, e estas diferenças são devido às diferenças na estrutura micelar, à partição de sais entre as fases coloidal e aquosa e às interações proteicas (Raynal-Ljutovac et al., 2007).

### 2. Caseínas em Leite Ovino

As caseínas são uma família de fosfoproteínas sintetizadas pelas glândulas mamárias e secretadas como agregados coloidais grandes chamados micelas, que são os principais compostos proteicos e responsáveis por muitas das propriedades do leite (Pitkowsky et al., 2008), representando em torno de 80% do total das proteínas lácteas (Braga et al., 2006). Quase todas as caseínas (CN) presentes encontram-se formando parte de micelas mais ou menos esféricas (Pitkowsky et al., 2009), que possuem um alto conteúdo de material inorgânico formado principalmente por íons cálcio e fosfato. As micelas estão altamente hidratadas, porém somente uma pequena parte desta água está unida às caseínas, o restante está encerrado dentro da micela (Alvarez et al., 2007). A estrutura da micela de caseína em leite de ovelha é similar ao do leite de cabra e de vaca, mas difere na composição, tamanho e hidratação (Park, 2007).

As caseínas incluem quatro tipos de cadeias polipeptídicas principais chamadas  $\alpha_1$ -CN,  $\alpha_2$ -CN,  $\beta$ -CN e  $\kappa$ -CN, além de alguns derivados formados por proteólise destas moléculas (Ferreira et al., 2006). As principais cadeias de caseínas são as mesmas no leite ovino e bovino, no entanto existem diferenças na composição das mesmas, como pode ser observado na Tabela 1. As caseínas de origem caprina contêm menos  $\alpha_1$  ( $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ ) e mais  $\beta$  e  $\kappa$ -CN, do que as de origem ovina (Raynal-Ljutovac et al., 2007). Considerando-se as diferenças entre caseínas em leite de ovelha de diferentes raças, existe uma variabilidade quantitativa, especialmente com respeito aos grupos  $\alpha_1$  e  $\beta$ -CN (Moutsou et al., 2004).

Caseínas	Ovina			Bovina		
	Aminoácidos*	Cisteína <sup>b</sup>	Sítios P <sup>c</sup>	Aminoácidos*	Cisteína <sup>b</sup>	Sítios P <sup>c</sup>
$\alpha_1$ -CN	199	-	10 / 10	199	-	9 / 9
$\alpha_2$ -CN	208	37,41	17 / 13	207	36,40	17 / n.d.
$\beta$ -CN	207	-	6 / 6	209	-	6 / 5
$\kappa$ -CN	171	10,11,88	5 / 3	169	11,88	5 / 3

Tabela 1. Comparação de características estruturais das quatro caseínas em leite ovino e bovino.

\*Número de resíduos aminoácidos da cadeia madura da proteína;  
\*Número de resíduos de cisteína em caseínas;  
\*Número de sítios de fosforilação (suspeito / confirmado);  
n.d.: não determinado. (Bouguyon et al., 2006; Park et al., 2007).

Todas as cadeias de caseínas têm em comum a presença de grupos fosfato nas moléculas. Já a presença de resíduos de cisteína na sequência das cadeias de caseína é considerada um tanto rara, exceto para  $\alpha_1$  e  $\kappa$ -CN (Tabela 1). Os resíduos cisteína estão envolvidos na formação de pontes dissulfeto entre moléculas, relacionadas com o desenvolvimento de agregados de micelas de caseína, sendo que a  $\kappa$ -CN ovina apresenta um resíduo a mais que a bovina (Bouguyon et al., 2006; Park et al., 2007).

### 3. Propriedades e Estabilidade de Caseínas e Caseinatos

As propriedades coloidais das micelas de caseína são em grande parte responsáveis pela estabilidade dos produtos lácteos durante o aquecimento, concentração e armazenamento, pelas propriedades reológicas dos derivados lácteos ácidos e concentrados, bem como por seu comportamento em várias fases da fabricação de queijos e iogurtes (Walstra & Jenness, 1984).

As micelas de caseína são notavelmente estáveis, já que suportam altas velocidades de centrifugação, altas temperaturas e possuem facilidade para re-dispersar após a desidratação do leite em pó ou grânulos (Risso, 2004). As propriedades de gelificação e o comportamento característico das caseínas são as bases da elaboração de queijos (Braga et al., 2006; Risso, 2004). Na Tabela 2, são apresentadas algumas propriedades das diferentes CN consideradas mais relevantes para este processo.

Caseína	Propriedades
$\alpha_1$ -CN	-Fixa fortemente o $Ca^{2+}$ -Suscetível de ser descomposta pelo coagulo durante a maturação -Resiste à protease natural do leite, a plasmína
$\alpha_2$ -CN	-Fixa fortemente o $Ca^{2+}$
$\beta$ -CN	-Parcialmente solúvel em leite -É atacada por plasmína, mas não pelo coagulo
$\kappa$ -CN	-Estabiliza as partículas de CN, evitando a coagulação -Une-se às proteínas do soro durante o aquecimento -É atacada pelo coagulo

Tabela 2. Propriedades das caseínas importantes para a fabricação de queijos (RISSE, 2004).

As moléculas de caseína apresentam sensibilidade ao  $Ca^{2+}$ , sendo a capacidade de união a este cátion um processo reversível. Esta capacidade cresce com o aumento do pH e a diminuição da força iônica, com afinidade na seguinte ordem:  $\alpha_1$ -CN >  $\beta$ -CN >  $\kappa$ -CN. Devido a estas diferenças na capacidade de ligação ao  $Ca^{2+}$  das diferentes caseínas, a  $\kappa$ -CN tem uma propriedade maior de estabilização frente à precipitação por este cátion, em relação a  $\alpha_1$  e  $\beta$ -CN, porém esta propriedade é perdida após a ação da quimosina sobre a  $\kappa$ -CN (Walstra & Jenness, 1984). As caseínas do leite ovino são mais ricas em cálcio que as do leite de vaca (Park, 2007).

A coagulação enzimática ocorre pela agregação da caseína e é dependente do teor de cálcio presente no leite (Park, 2007). As proteínas que permanecem em solução a pH 4,6 são chamadas proteínas do soro lácteo ou proteínas do soro de queijo. Estão compostas por  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbumina, albumina sérica, imunoglobulinas e peptídeos de baixo peso molecular procedentes da proteólise das caseínas (Wong et al., 1996).

O leite ovino é muito sensível à coagulação, devido à maior proporção  $\beta/\alpha$ -CN, e o processo de coagulação é mais rápido que no leite de ovelha do que no de vaca (PARK, 2007). As modificações estruturais nas micelas de caseína estão intimamente relacionadas com sua estabilidade coloidal e, portanto, aos processos envolvidos com esta estabilidade. As micelas de caseína bovina são consideradas bastante estáveis (Risso, 2004), mas devido às diferenças na composição bioquímica (mineralização, hidratação, interações proteicas), o leite de ovelha apresenta estabilidade coloidal baixa (Raynal-Ljutovac et al., 2007).

### 4. Aplicação de Caseínas e Caseinatos na Indústria de Alimentos

A caseína comercial, produzida por meio da precipitação ácida, é uma das principais proteínas com funcionalidade tecnológica em alimentos (Roman & Sgarbieri, 2005). Os métodos tradicionais de fabricação de caseína promovem alterações químicas irreversíveis na estrutura da micela, por meio da acidificação ou modificação enzimática, a fim de facilitar a separação das proteínas coaguladas dos constituintes do soro (Roman & Sgarbieri, 2005). São utilizados procedimentos adicionais de centrifugação a baixas temperaturas e lavagem com solventes para garantir a remoção da gordura láctea residual (Ferreira et al., 2006).

Os caseinatos podem ser preparados por subsequente elevação do pH e dissolução das caseínas precipitadas. São chamados caseinato de sódio ou caseinato de cálcio, dependendo da solução utilizada na neutralização: hidróxido de sódio ou de cálcio, respectivamente (Pitkowsky et al., 2008). O caseinato de cálcio não é tão utilizado quanto o de sódio, devido a sua limitada solubilidade (Pitkowsky et al., 2008).

Caseínas e caseinatos são extensivamente usados na indústria alimentícia devido a suas propriedades físico-químicas, nutricionais e funcionais (Pitkowsky et al., 2008; Alvarez et al., 2007; Braga et al., 2006), sendo ingredientes utilizados na formulação de produtos cárneos, produtos lácteos, produtos de panificação, chocolates e confeitos, coberturas comestíveis, bebidas lácteas e achocolatados, salgadinhos e snacks, filmes comestíveis e impermeabilizantes (Roman & Sgarbieri, 2005). Uma grande variedade de alimentos emprega caseinatos e açúcares de baixo peso molecular, como sorvetes, iogurtes, caramelos, licores cremosos e leite achocolatado. As interações entre estes componentes são de fundamental importância para a funcionalidade da proteína, bem como para a reologia, estabilidade e estrutura geral dos produtos (Pugnali et al., 2005).

A utilização de caseínas e caseinatos isolados a partir do leite ovino é reduzida, já que o volume de leite obtido é menor comparado ao de vaca. Os laticínios que processam derivados lácteos ovinos não possuem excedente para precipitar a caseína, por isso as aplicações das caseínas estão vinculadas à utilização do leite integral.

<sup>1</sup>Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, UFRGS, Professor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS;  
<sup>2</sup>Doutora, UNR, Professor da Universidad Nacional de Rosario e Investigador Independiente CONICET, Rosario, Argentina.

## Caseínas em leite de ovelha

### 5. Considerações Finais

O leite de ovelha possui um teor proteico mais elevado que o leite bovino, o que faz com que essa matéria-prima tenha um bom rendimento industrial. As principais proteínas do leite ovino são as caseínas e os tipos são os mesmos que no leite de vaca, porém as características estruturais demonstram variações em relação às de origem bovina. Isso afeta a estabilidade coloidal do leite ovino, levando a um menor tempo para coagulação e tornando-o menos estável aos tratamentos térmicos. Desta forma, deve-se considerar a dificuldade na produção de derivados lácteos ovinos processados a temperaturas elevadas, alterando principalmente a aparência do produto devido a uma agregação parcial da caseína durante o processamento. Por outro lado, ressalta a aptidão tecnológica do leite ovino para a produção de queijos, reconhecidos por seu sabor diferenciado.

### 6. Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, E.M.; RISSO, P.H.; GATTI, C.A.; BURGOS, M.; SUAREZ SALA, V. Calcium-induced aggregation of bovine caseins: effect of phosphate and citrate. **Colloid and Polymer Science**, v. 285, n. 5, p. 507-514, 2007.
- BRAGA, A.L.M.; CUNHA, R.L. The effects of xanthan conformation and sucrose concentration on the rheological properties of acidified sodium caseinate-xanthan gels. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 977-986, 2004.
- BRAGA, A.L.M.; MENOSSI, M.; CUNHA, R.L. The effect of the glucono-8-lactone/caseinate ratio on sodium caseinate gelation. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 389-398, 2006.
- BRITO, M.A.; GONZÁLEZ, F.D.; RIBEIRO, L.A.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P.R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 942-948, 2006.
- MOATSOU, G.; SAMOLADA, M.; KATSABEKI, A.; ANIFANTAKIS, E. Casein fraction of ovine milk from indigenous Greek breeds. **Lait**, v. 84, p. 285-296, 2004.
- NESPOLO, C.R.; TAFFAREL, J.A.S.; BRANDELLI, A. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos durante a produção e maturação do queijo Fascal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 4, p. 323-328, 2009.
- PARK, Y.W. Rheological characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, London, v. 68, n. 1-2, p. 114-125, 2007.
- PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, London, v. 68, n. 1-2, p. 88-113, 2007.

PITKOWSKI, A.; DURAND, D.; NICOLAI, T. Structure and dynamical mechanical properties of suspensions of sodium caseinate. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 326, p. 96-102, 2008.

PUGNALONI, L.A.; MATIA-MERINO, L.; DICKINSON, E. Microstructure of acid-induced caseinate gels containing sucrose: Quantification from confocal microscopy and image analysis. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 42, p. 211-217, 2005.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; PARK, Y.W.; GAUCHERON, F.; BOUHALLAB, S. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 207-220, 2007.

RISSO, P.H. Estudio del Efecto de Modificaciones Estructurales de las Micelas de Caseína Bovina sobre la Estabilidad de las Mismas frente a la Coagulación Enzimática. 2004. 209 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina, 2004.

ROMAN, J.A.; SGARBIERI, V.C. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 75-83, 2005.

STUBBS, A.; ABUD, G.; BENCINI, R. **Dairy Sheep Manual - Farm Management Guidelines**. Kingston: RIRDC, 2009. 69 p.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. (Eds). **Dairy Chemistry and Physics**. New York: Wiley, 1984. p 93-97.

WONG, D.W.S.; CAMIRAND, W.M.; PAVLATH, A.E. Structures and functionalities of milk proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 36, n. 8, p. 807-844, 1996.



AS MELHORES SOLUÇÕES EM INGREDIENTES NATURAIS E FUNCIONAIS PARA O SEU PRODUTO.

- Sucralose-SPLENDA®;
- Vitaminas e Minerais;
- Celulose Microcristalina;
- Sais Fundentes e Fosfatos Especiais;
- Fibras solúveis e insolúveis;
- Colágeno Hidrolisado;
- Edulcorante Natural Stevia;
- Proteínas vegetais (soja, arroz, trigo, aveia e ervilha);
- Ingredientes Funcionais: Wellmune®, All-Q™, Fabules™, Fruitflow®, Carnipure™, Ômega³, Fitosterol;
- Soluções para redução de Sódio;
- Queijos e Creme de Leite em pó;
- Iogurte, Mel e Doce de Leite em pó;
- Frutas e vegetais desidratados;
- Extratos de Chás instantâneos;
- Aromas Naturais e Artificiais;

**TB**  
TOVANI BENZAQUEN  
INGREDIENTES

- Enzima Lactase;
- Fermentos lácteos;
- Conservantes Nisina e Natamicina.

Fone: (11) 2974-7474  
www.tovani.com.br | suporte@tovani.com.br