

Influência da qualidade do leite na manufatura e vida de prateleira dos produtos lácteos

Marcos Veiga dos Santos

Professor Doutor

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Departamento de Nutrição e Produção Animal

Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, SP, Brasil.

Introdução

A contagem de células somáticas (CCS) do leite tem sido usada como uma importante ferramenta para monitoramento da qualidade do leite e da saúde da glândula mamária. A CCS do tanque têm sido utilizada principalmente para: a detecção de mastite subclínica em nível de rebanho, para estimar as perdas de produção de leite em decorrência da mastite e como um indicador das características qualitativas/higiênicas do leite. O limite máximo legal para a CCS do leite nos EUA para produtores individuais é de 750.000 céls./ml e de 500.000 céls./ml no Canadá. Para os países da União Européia, Nova Zelândia e Austrália este limite é de 400.000 céls/ml. No Brasil, Instrução Normativa nº 51 estabelece que a partir de 01/07/2005, o limite para CCS nas regiões S/SE/CO é de 1.000.000 céls/ml.

Impacto da mastite sobre a composição do leite

A mastite bovina tem sido descrita como a principal doença que causa prejuízos para a produção leiteira, resultando em redução da produção de leite, aumento dos custos de produção e redução da qualidade (National Mastitis Council, 1996), sendo então definida como uma inflamação da glândula mamária em resposta à invasão bacteriana. A CCS do leite é comumente usado como indicador da incidência de mastite subclínica em vacas leiteiras (National Mastitis Council, 1996).

Como resultado da resposta inflamatória durante a mastite são observadas intensas mudanças nas concentrações tanto dos principais componentes (por ex.: proteína, gordura e lactose) quanto dos componentes encontrados em menores níveis no leite (por ex.: minerais e enzimas) (Kitchen, 1981). Estas mudanças na composição do leite ocorrem devido a redução na secreção de componentes do leite que são sintetizados na glândula mamária, como a proteína, gordura e lactose. Adicionalmente, durante a mastite ocorre aumento da

permeabilidade vascular resultando em aumento do influxo de componentes do sangue para dentro do leite (Quadro 1).

Quadro 1 - Alterações da composição do leite associadas com alta contagem de células somáticas

Componente (g/100 ml)	CCS (x 1000 cel/ml)				Razão da mudança
	<100	<250	500-1000	>1000	
Lactose	4,9	4,74	4,6	4,21	Redução da síntese
Caseína	2,81	2,79	2,65	2,25	
Gordura	3,74	3,69	3,51	3,13	
Proteína do soro	0,81	0,82	1,10	1,31	Passagem do sangue
Soroalbuminas	0,02	0,25	0,23	0,35	
Imuoglobulinas	0,12	0,14	0,26	0,51	
Cloro	0,091	0,096	0,121	0,147	
Sódio	0,057	0,062	0,091	0,105	
Potássio	0,173	0,180	0,135	0,157	
pH	6,6	6,6	6,8	6,9	

Fonte: Schallibaum, 2001.

Impacto da mastite sobre a proteína do leite

O efeito da mastite sobre a concentração total de proteína do leite é variável (Auldish and Hubble, 1998). Entretanto, devido ao aumento do influxo de proteína de origem do sangue (p. ex., imunoglobulinas e soroalbumina bovina) e a concomitante diminuição da síntese de proteína nas células epiteliais (α -caseína, β -caseína, α -lactoalbumina and β -lactoglobulina), o efeito geral é de manutenção de níveis proteína total relativamente constante ou de mudanças muito pequenas (Kitchen, 1981; Auldish and Hubble, 1998).

Durante a mastite, a síntese de caseína é normalmente diminuída. Diversos relatos têm descrito que a caseína como porcentagem da proteína total (CN/PT) é reduzida a medida que ocorre aumento da CCS (Verdi et al., 1987; Klei et al, 1998, Santos et al., no prelo). Verdi et al. (1987) avaliaram a composição do leite do tanque de diferentes fazendas leiteiras durante o período de dois anos e, desconsiderando as variações sazonais, a porcentagem de caseína/proteína total foi menor para o leite de vacas com mastite subclínica em comparação com leite normal.

A diminuição da caseína como porcentagem da proteína total do leite, a medida que ocorre aumento da CCS, é devida à redução da síntese e pela proteólise da caseína (Senik et al., 1985). A plasmina, a principal protease presente no leite responsável pela degradação da caseína, causa a sua proteólise dentro do úbere durante a mastite, mesmo antes ordenha do leite (Saeman et al., 1988; Verdi and Barbano, 1991).

O aumento da CCS do leite também afeta a concentração de proteína do soro, resultando em aumento da concentração de proteínas do soro, soroalbumina bovina e imunoglobulinas (Rogers et al., 1989). Estas alterações são causadas, principalmente, devido ao influxo aumentado de substâncias do sangue para dentro do leite, passando através das membranas. Como a β -lactoglobulina e α -lactoalbumina são sintetizadas na glândula mamária, a concentração destas proteínas encontra-se reduzida durante a mastite (Rogers et al., 1989).

Impacto da mastite sobre a gordura do leite

O efeito da mastite sobre a gordura do leite não foi estudado de maneira tão intensiva quanto para a proteína (Auldist and Hubble, 1998). Existe variação quanto ao efeito da mastite sobre a concentração total de gordura do leite. Desta forma, a concentração total de gordura do leite é normalmente reduzida no leite com alta CCS quando comparado com o leite normal, uma vez que a mastite interfere com a habilidade da glândula mamária de sintetizar a gordura (Kitchen, 1981; Munro et al., 1984). No entanto, de maneira inversa, Miller et al (1983) avaliando leite de vacas individuais e Mitchell et al., (1986) utilizando leite de tanque descreveram que a concentração total de gordura do leite aumentou no leite com alta CCS.

Impacto da mastite sobre a lactose

A inflamação da glândula mamária resulta em diminuição da síntese de lactose e conseqüentemente, a concentração deste composto no leite é menor no leite de vacas com mastite em relação ao leite normal (Auldist, et al., 1995). A redução da concentração da lactose do leite com alta CCS é em parte devido às lesões nas células alveolares, no entanto, outros fatores como a passagem de lactose para o sangue também pode estar envolvida. Klei

et al. (1998) demonstraram que quando a CCS do leite aumenta de 83.000 para 872.500 cels/ml, a concentração de lactose do leite diminui de 4.977% para 4.707%.

Impacto da mastite sobre a atividade enzimática: proteólise e lipólise

Atividade proteolítica do leite

A atividade proteolítica do leite pode ter origem de enzimas endógenas, como a plasmina ou de proteases dos leucócitos presentes no leite (Verdi and Barbano, 1988). No entanto, quando a contagem bacteriana do leite é elevada, os microrganismos psicrotóxicos produzem proteases extracelulares que são liberadas no leite e contribuem de maneira significativa para a degradação de proteínas (Cousin, 1982). Portanto, um aumento da atividade proteolítica resulta em maior degradação de proteínas, produzindo pequenos peptídeos, os quais podem caracterizar o aparecimento de sabores amargos no leite. O principal substrato que sofre proteólise no leite é a caseína, devido a sua alta concentração no leite e sua alta susceptibilidade, enquanto as proteínas do soro são mais resistentes à proteólise (Verdi et al., 1987).

No leite normal, a plasmina é encontrada juntamente com o seu precursor inativo, o plasminogênio, sendo considerada a principal enzima responsável pela atividade proteolítica do leite (de Rham and Andrews, 1982). Quando a CCS do leite é elevada, a atividade proteolítica de origem dos leucócitos (neutrófilos e macrófagos) é aumentada significativamente (de Rham and Andrews, 1982). Estas células contêm proteases ativas, especialmente quando são ativadas pelo sistema imune. A contribuição da atividade proteolítica além da plasmina é normalmente significativa apenas quando a CCS é mantida acima de 1 milhão de cels/ml (Saeman et al., 1988). Em termos gerais, em altos níveis de CCS do leite ocorre aumento da atividade proteolítica de origem das células somáticas, através da liberação de proteases ativas no leite (Verdi and Barbano 1988).

Durante a mastite, ocorre aumento da atividade proteolítica no leite. Saeman et al. (1988) concluíram que durante uma infecção, quando a CCS aumenta para acima de 600.000 cels/ml, a atividade proteolítica é aumentada em mais de três vezes quando comparada com o nível normal. A plasmina é a principal protease do leite atuando principalmente sobre α_{s1} -, α_{s2} - e β -caseína. Por outro lado, a κ -caseína e as proteínas do soro são normalmente

resistentes à hidrólise (Verdi et al., 1987). Tanto as concentrações de plasmina e plasminogênio, quanto a taxa de ativação do plasminogênio estão aumentadas durante a mastite (Politis et al., 1989).

De acordo com Saeman et al. (1988), após o término de uma infecção da glândula mamária, a CCS e a atividade proteolítica são reduzidas. No entanto, mesmo após a redução da CCS para níveis normais, a atividade proteolítica do leite permanece aumentada em comparação com os níveis normais. Desta forma, os efeitos negativos da mastite sobre a qualidade do leite são mantidos temporariamente, mesmo após a infecção tenha sido eliminada e a CCS retornado ao normal.

Atividade lipolítica no leite

A atividade lipolítica no leite é causada principalmente pela ação da lipase lipoprotéica do leite (LLP), assim como de outras enzimas lipolíticas, tais como as lipases de origem das células somáticas, dos microrganismos e de outras esterases (Olivecroma, 1992). Ainda que a concentração de LLP no leite seja suficiente para causar altos níveis de lipólise, os triglicérides do leite são protegidos do ataque enzimático pela membrana dos glóbulos de gordura do leite (Olivecroma, 1992). No leite bovino, a maioria da lipase é encontrada na fração do leite sem gordura, estando associada com as micelas de caseína e, portanto, esta compartimentalização previne a lipólise dos triglicérides do leite (Castberg, 1992). Adicionalmente, a lipólise no leite pode ser inibida pela presença de inibidores da atividade lipolítica (Downey, 1980).

Devido ao amplo uso da refrigeração do leite na fazenda, a atividade lipolítica de origem microbiana é principalmente devido às bactérias psicrótroficas, as quais são as predominantes no leite refrigerado. Estas lipases secretadas por estes microrganismos Gram-negativos são hidrolases que atuam principalmente na posição α dos triglicerídeos (Castberg, 1992). Se as condições higiênicas de produção e armazenamento do leite forem satisfatórias, as lipases bacterianas não apresentam normalmente um impacto importante sobre a lipólise do leite antes da pasteurização (Muir, 1996). No entanto, devido a característica destas enzimas de sobreviverem à pasteurização, a sua atividade lipolítica passa a ser importante, principalmente quando a contagem de psicrótroficos ultrapassa 10^6 - 10^7 ufc/ml (Downey,

1980). Desta forma, quando a contagem de psicotróficos do leite é mantida baixa, a atividade lipolítica no leite é principalmente de origem endógena do animal.

Impacto da mastite sobre a qualidade de derivados lácteos

Como descrito anteriormente, durante a mastite diversas mudanças na composição do leite ocorrem: diminuição da concentração de caseína como porcentagem da proteína total, aumento da concentração de ácidos graxos livres, alterações na concentração de minerais do leite e aumento da atividade proteolítica e lipolítica no leite. Desta forma, estas mudanças apresentam grande impacto sobre a manufatura e qualidade de vários derivados lácteos (Kitchen, 1981; Auld and Hubble, 1998).

Devido a sua grande importância econômica, o impacto da CCS aumentada no leite sobre a qualidade e rendimento do queijo tem sido extensivamente estudado (Munro et al., 1984; Barbano, et al., 1991; Klei et al., 1998). Diversas características de fabricação de queijo são afetadas pela mastite, incluindo: aumento do tempo de coagulação do leite (Klei et al., 1998), diminuição da firmeza do coágulo formado (Politis and Ng Kwai Hang, 1988a, c; Klei et al., 1998), maior perda de componentes do leite para o soro (Politis and Ng Kwai Hang, 1988a), menor rendimento de fabricação (Politis and Ng Kwai Hang, 1988b) e defeitos de textura e alterações de características organolépticas (Munro et al., 1984). Num estudo brasileiro (Matioli, et al., 2000), amostras de leite de vacas com mastite contendo < 200,000, 200,000-600,000 ou > 600,000 cels/ml foram utilizadas para a fabricação de queijo tipo Minas Frescal. De acordo com os resultados, o uso do leite com alta CCS para fabricação de queijo resultou em prolongamento do tempo de coagulação. O queijo obtido do leite com alta CCS apresentou menor acidez (resultando em alteração do sabor) e maior perda de gordura e proteína solúvel através do soro. A utilização do leite com alta CCS resultou em menor rendimento da fabricação de queijo (9,81%), quando comparado com o leite com baixa CCS.

Na fabricação de iogurte, o uso de leite com alta CCS determina impacto negativo sobre o crescimento das culturas lácteas, o que pode afetar a processo de fabricação e afetar a qualidade final. Como exemplo, Fernandes et al., (2002) estudaram a composição e qualidade sensorial de iogurte integral fabricado com leite contendo diferentes níveis de CCS. Após 1, 10, 20 e 30 dias de armazenagem a 5°C, as amostras de iogurte foram analisadas

sensorialmente, sendo encontrada relação negativa significativa entre o log CCS e a consistência e sabor do iogurte avaliado aos 20 e 30 dias de armazenamento.

Auldist et al. (1996) estudaram o efeito da CCS do leite sobre a qualidade do leite ultrapasteurizado (UHT). Ainda que apenas pequenas diferenças nas características sensoriais do leite UHT produzido com leite contendo alta CCS foram observadas, o leite UHT fabricado com leite com alta CCS apresentou tendência a geleificar mais rápido que o leite normal. Esta característica pode ter ocorrido principalmente devido à maior proteólise do leite com alta CCS, em particular na fração de β -caseína.

Impacto da mastite sobre a qualidade do leite fluido

Limites sensoriais de sabores indesejáveis causados pela proteólise e lipólise no leite

A aceitação do leite fluido por parte do consumidor depende em grande parte das suas características sensoriais, tais como sabor e aroma, assim como do seu valor nutricional. O desenvolvimento de sabores indesejáveis no leite devido à proteólise e lipólise pode reduzir a vida de prateleira e a qualidade do leite pasteurizado (Ma et al., 2000).

A liberação de ácidos graxos livres pela lipólise dos triglicerídeos do leite causa um defeito sensorial no leite conhecido como rancidez (Shipe et al., 1978). O leite bovino apresenta lipase endógena que é caracterizada como uma lipase lipoprotéica, LLP (Castberg, 1992), ainda que outras enzimas lipolíticas de origem bacteriana e outras esterases podem também ser importantes (Azzara and Dimick, 1985). No leite fresco de alta qualidade, a lipólise é causada principalmente pela ação da LLP, estando associada à fração de caseínas do leite. Ma et al. (2000) descreveram que o leite pasteurizado com alta CCS armazenado à 5°C desenvolveu rancidez entre 14 e 21 dias após o processamento, enquanto o leite com baixa CCS não apresentou este defeito. Aqueles autores concluíram que as células somáticas presentes no leite podem produzir lipases termoestáveis que sobrevivem à pasteurização.

O aumento da proteólise do leite durante o armazenamento pode resultar em acúmulo de pequenos peptídeos, os quais podem estimular o aparecimento de sabor amargo (Ma et al., 2000) e adstringente no leite (Harwalkar, et al., 1993). A atividade proteolítica do leite cru

com baixa carga microbiana ocorre principalmente ligada a plasmina. No leite com alta CCS, os leucócitos podem aumentar a atividade proteolítica (Verdi and Barbano, 1988).

Altos níveis de lipases e proteases extracelulares podem ser excretadas pelos microrganismos psicotróficos e desta forma, reduzir a qualidade sensorial do leite. Estas enzimas produzem altos níveis de degradação de gordura e proteína do leite. As proteases de origem bacteriana podem atuar tanto sobre a caseína quanto sobre as proteínas do soro, levando ao desenvolvimento de sabor amargo no leite e até a sua coagulação (Cousin, 1982). Estas bactérias psicotróficas são eliminadas através da pasteurização e normalmente a sua presença no leite pasteurizado ocorre devido a contaminação pós-pasteurização. Desta forma, quando a contaminação pós-pasteurização é eliminada e a contagem bacteriana é mantida baixa durante a refrigeração do leite fluido, a atividade da lipases de origem endógena passam a ser um ponto limitante para a vida de prateleira do leite pasteurizado.

Efeito da CCS sobre a proteólise e lipólise do leite pasteurizado durante o armazenamento

De acordo com Ma et al. (2000), a mastite afeta negativamente a qualidade do leite fluído, pois acelera o desenvolvimento de defeitos sensoriais, tais como rancidez e sabor amargo. Estes defeitos são causados pela lipólise e proteólise, respectivamente. Recentemente, Santos et al., 2003 (no prelo) determinaram os efeitos da CCS do leite cru sobre a proteólise e lipólise do leite pasteurizado armazenado em temperaturas de refrigeração. Os autores estudaram leites homogeneizados, pasteurizados, contendo 2% de gordura que foram preparados a partir de leite cru contendo quatro diferentes níveis de CCS (entre $<100,000$ e $>1,000,000$ cels/ml). De acordo com os resultados obtidos, a presença de alta CCs no leite cru determina redução da vida de prateleira do leite pasteurizado, pelo aparecimento de sabores indesejáveis, os quais são detectados pelos consumidores. A redução da vida de prateleira é determinada pela ação de enzimas derivadas das células somáticas ou que passam do sangue para dentro do leite, mantendo a sua ação enzimática mesmo após a pasteurização.

Referências

- Auldist, M. J., Hublle, I. B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Australian Journal of Dairy Technology*. v.53, p.28-36, 1998.
- Auldist, M.J., Coats, S.J., Sutherland, B.J., Hardham, J.F., Mcdowell, G.H., Rogers, G.L. 1996. Effect of somatic cell count and stage of lactation on the quality and storage life of ultra high temperature milk. *J. Dairy Res.* v.63, p.377-386.
- Auldist, M.J., Coats, S., Rogers, G.L., Mcdowell, G.H. 1995. Changes in the compositional of milk from normal and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Aust. J. Dairy Technol.* v.35, p.427-436.
- Azzara, C. D., and P. S. Dimick. 1985. Lipolytic enzymes activity of macrophages in bovine mammary gland secretions. *J. Dairy Sci.* 68:1804-1812.
- Barbano, D. M., R. R. Rasmussen, and J. M. Lynch. 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *J. Dairy Sci.* 74:369-388.
- Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº51. Diário Oficial da União, Brasília 15 de agosto de 2002, seção 1, págs 2-4.
- Castberg, H. G. Lipase activity. 1992. *Int. Dairy Fed. Bul. IDF.* 271:18-20. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium.
- Cousin, M. A. 1982. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: A review. *J. Food Prot.* 45:172-207.
- de Rham, O., and A. T. Andrews. 1982. Qualitative and quantitative determination of proteolysis in mastitic milks. *J. Dairy Res.* 49:587-596.
- Downey, W. K. 1980. Review of the progress of dairy science: Flavour impairment from pre- and post-manufacture lipolysis in milk and dairy products. *J. Dairy Res.* 47:237-252.
- Fernandes, A.M.; Oliveira, C.A.F.; Cunha Neto, O.C.; Fonseca, L.F.L. 2002. Composition and sensory evaluation of whole yoghurt produced from milk with different somatic cell counts. 2º Panamerican Congress on Milk Quality and Mastitis Control, Ribeirão Preto, Brazil.
- Harwalkar, V. R., H. Cholette, R. C. McKellar, and D. B. Emmons. 1993. Relation between proteolysis and astringent off-flavor in milk. *J. Dairy Sci.* 76:2521-2527.
- Kitchen, B. J. 1981. Reviews of the progress of dairy science: Milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.* 48:167-188.
- Klei, L., J. Yun, A. Sapru, J. Lynch, D. Barbano, P. Sears, and D. Galton. 1998. Effects of milk somatic cell count on Cottage cheese yield and quality. *J. Dairy Sci.* 81:1205-1213.
- Ma, Y., C. Ryan, D. M. Barbano, D. M. Galton, M. Rudan, and K. Boor. 2000. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci.* 83:264-274.
- Matioli, G. P., S. M. Pinto, et al. 2000. Effect of milk from cows with mastitis on the production of fresh Minas cheese. *Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes* 54:38-45.

- Miller, R. H., U. Emanuelsson, E. Persson, L. Brolund, J. Philipsson, and J. Funke. 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. *Acta Agric. Scand.* 33:209-223.
- Mitchell, G. E., Rogers, S. A., Houlihan, D. B., Tucker, V. C., Kitchen, B. J. 1986. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. 2. Composition of farm bulk milk. *Aust. J. Dairy Technol.* v.41, p.9-12.
- Muir., D. D. The shelf life of dairy products: 1 factors influencing raw milk and fresh products. *Journal of the Society of Dairy Technology.* v.49 , p. 24-32, 1996.
- Munro, G. L., P. A. Grieve, and B. J. Kitchen. 1984. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. *Aust. J. Dairy Technol.* 39:7-16.
- National Mastitis Council. 1996. Current concepts of bovine mastitis, 4th ed. NMC. Madison, WI.
- Olivecrona, T., S. Vilaro, and G. Bengtsson-Olivecrona. 1992. Indigenous enzymes in milk, II. Lipases. Pages 292-305 *In* Advanced dairy chemistry. Vol 1. P.F. Fox, ed. 2nd ed. Elsevier Applied Science, New York.
- Politis, I., and K. F. Ng Kwai Hang. 1988a. Effects of somatic cell counts and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency. *J. Dairy Sci.* 71:1711-1719.
- Politis, I., and K. F. Ng Kwai Hang. 1988b. Association between somatic cell counts of milk and cheese yielding capacity. *J. Dairy Sci.* 71:1720-1727.
- Politis, I., E. Lachance, E. Block, and J. D. Turner. 1989. Plasmin and Plasminogen in Bovine milk: A relationship with involution? *J. Dairy Sci.* 72:900-906.
- Richardson, B. C. 1983. The proteinase of bovine milk and the effect of pasteurization on their activity. *N.Z. J. Dairy Sci. Technol.* 18: 233-245.
- Rogers, S. A., S. L. Slattery, G. E. Mitchell, P. A. Hirst, and P. A. Grieve. 1989. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk 3. Individual proteins. *Aust. J. Dairy Technol.* 44:49-52.
- Schallibaum, M. Impact of SCC on the quality of fluid milk and cheese. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Reno, NMC, p.39, 2001.
- Saeman, A. I., R. J. Verdi, D. M. Galton, and D. M. Barbano. 1988. Effects of Mastitis on proteolytic activity in bovine milk. *J. Dairy Sci.* 71:505-512.
- Santos, M. V., Y. Ma, and D. M. Barbano.. Effect of Somatic Cell Count on Proteolysis and Lipolysis in Pasteurized Fluid Milk During Shelf-Life Storage. *J. Dairy Sci.* (no prelo) 2003.
- Senyk, G. F., D. M. Barbano, and W. F. Shipe. 1985. Proteolysis in milk associated with increasing somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 68:2189-2194.

- Shipe, W.F., Bassete, R., Deane, D.d., Dunkley, W.L., Hammond, E.G., Harper, W.J., Kleyn, D.H., Morgan, M.E., Nelson, J.H. and Scanlan, R.A. 1978. Off-flavors of milk: Nomenclature, Standards and Bibliography. *J. Dairy Sci.* 61:857-858.
- Verdi, R. J., and D. M. Barbano. 1988. Preliminary investigation of the properties of somatic cell proteases. *J. Dairy Sci.* 71:534-538.
- Verdi, R. J., and D. M. Barbano. 1991. Properties of proteases from milk somatic cells and blood leukocytes. *J. Dairy Sci.* 74:2077-2081.
- Verdi, R. J., D. M. Barbano, M. E. Dellavalle, and G. F. Senyk. 1987. Variability in true protein, casein, nonprotein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. *J. Dairy Sci.* 70:230-242.

Como citar este capítulo:

SANTOS, M. V. Influência da qualidade do leite na manufatura e vida de prateleira dos produtos lácteos: papel das células somáticas. In: Brito, J. R. F.; Portugal J. A. B. (Org.). **Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e a questão dos resíduos de antibióticos.** Juiz de Fora, 2003, v. 1, p. 139-149.