

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO LEITE DURANTE O PROCESSAMENTO

Adriano Gennari¹, Eduardo Grave¹, Édson Wagner¹, Guilherme Mallmann¹,
Claucia Fernanda Volken de Souza²

Resumo: O leite é um dos alimentos mais completos, sendo rico em proteínas de alta qualidade. No entanto, constitui excelente substrato para o desenvolvimento de grande diversidade de micro-organismos, inclusive os patogênicos. Os tratamentos térmicos de pasteurização e esterilização *ultra high temperature* (UHT) são os mais utilizados pelos laticínios para destruição da microbiota presente no leite. O objetivo deste trabalho é avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de leite UHT em diferentes etapas do beneficiamento e ao longo de 60 dias de armazenamento. As características físico-químicas das amostras de leite ao longo das etapas de processamento do produto UHT não apresentaram variação pronunciada. A esterilização possibilitou a diminuição em escala exponencial do número de micro-organismos.

Palavras-chave: Leite. Beneficiamento. Microbiologia. Físico-química.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o sexto maior produtor de leite do mundo e cresce a uma taxa anual de 4%, superior à de todos os países que ocupam as primeiras posições de produção leiteira, respondendo por 66% do volume total de leite produzido nos países que compõem o Mercosul (MILKPOINT, 2014).

Além de sua importância econômica, o leite é tido como um dos alimentos mais completos por oferecer equilibrada composição de nutrientes, sendo rico em proteínas de alta qualidade e fornecendo todos os aminoácidos essenciais. Mas, pela mesma razão, constitui excelente substrato para o desenvolvimento de grande diversidade de micro-organismos, inclusive os patogênicos. Daí a qualidade do leite ser constante preocupação para técnicos e autoridades ligadas à área de saúde, principalmente pelo risco de veiculação de micro-organismos relacionados com surtos de doenças de origem alimentar (SILVA et al., 2008).

Um dos processos mais importantes na industrialização do leite é o de eliminação dos micro-organismos. O tratamento térmico é o método comumente utilizado pelos laticínios para destruição da microbiota presente no leite. Os mais empregados no processo de beneficiamento do leite são: pasteurização e esterilização comercial ou ultrapasteurização (*ultra high temperature* – UHT – ou ultra alta temperatura – UAT) (TRONCO, 2003). Segundo Ordoñez (2005), pasteurização é o processo tecnológico no qual o leite é submetido à temperatura de 75°C durante um período de 15 a 20 segundos. Já na esterilização ou ultrapasteurização o produto é submetido a temperatura de 135 a 144°C durante um período de 4 a 6 segundos.

1 Acadêmico do curso de Química Industrial. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Centro Universitário UNIVATES.

2 Doutora em Biologia Celular e Molecular. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Centro Universitário UNIVATES.

Alterações nas características físico-químicas e microbiológicas do leite ocorrem desde o momento da ordenha até o beneficiamento pela indústria. Na ordenha, o leite sofre a ação de micro-organismos presentes no local e nos recipientes de armazenamento e transporte, influenciando também as condições de tempo e temperatura desde a ordenha até o processamento. Durante os processos de beneficiamento, o leite sofre alterações em suas características físico-químicas, principalmente na etapa de tratamento térmico (ROCHA, 2004). Os métodos físico-químicos aplicados ao controle de qualidade constituem-se em medições de grandezas físicas e avaliações de composição química e de propriedades do leite e derivados para definição de sua qualidade. São aplicados à matéria-prima, às etapas do processamento e ao produto final (PEREIRA, 2008).

Todas as etapas do beneficiamento têm a finalidade de conferir qualidade ao produto. Devido a essa preocupação por parte da indústria láctea, os processos de beneficiamento devem ser monitorados e aperfeiçoados de modo que cada vez mais mantenham a qualidade nutricional e, ao mesmo tempo, eliminem os micro-organismos capazes de degradar o produto ao longo de sua vida-de-prateleira e causar prejuízos à saúde dos consumidores (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

O objetivo deste trabalho é avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de leite UHT em diferentes etapas do beneficiamento e ao longo de 60 dias de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O processo de beneficiamento do leite avaliado no presente trabalho pode ser resumido nas etapas a seguir.

O leite chega à recepção e passa por filtração para retirada das impurezas visíveis. Em seguida, é bombeado por tubulações de aço *inox* aos silos isotérmicos, onde o produto é mantido resfriado até o momento de sua utilização, por no máximo 36 horas e em temperatura inferior ou igual a 7°C. Na etapa seguinte, o leite é preaquecido em trocador de calor de placas e, depois disso, passa por uma centrífuga clarificadora que, por diferença de densidade, separa sujidades e gordura do leite. Após a etapa de clarificação segue a pasteurização, que ocorre à temperatura de no mínimo 73°C por no mínimo 30 segundos. Na saída do tubo de retenção do pasteurizador, o leite ingressa na seção de regeneração, na qual troca calor com o leite que entra para ser preaquecido, e, em seguida, na seção de resfriamento do pasteurizador, tem sua temperatura reduzida até no máximo 8°C. O leite pasteurizado ingressa na planta de esterilização e é preaquecido entre 78 e 85°C, por meio do trocador de calor tubular. A seguir, recebe a injeção direta de vapor, atingindo temperatura mínima de 136°C e ingressa no tubo de retenção, permanecendo neste por 4 a 6 segundos. Após, segue para a câmara de vácuo, onde parte da água é evaporada e a temperatura é reduzida até 78 a 85°C, quando o produto segue para o homogeneizador. Essa etapa é necessária para que a gordura se distribua uniformemente. A homogeneização provoca quebra das partículas de gordura, impedindo a aglomeração. Em seguida, o produto é resfriado indiretamente em trocadores de calor tubular, com circulação de água, até a temperatura máxima de 32°C, sendo enviado às máquinas de envase asséptico.

Amostras de 1 L de leite cru, pasteurizado e UHT de quatro diferentes lotes foram coletadas do tanque de resfriamento, após o processo de pasteurização e após o processo de esterilização, respectivamente. Também foram coletadas amostras de leite UHT já embalado, para serem analisadas após 30 e 60 dias de armazenamento em local fresco, sem incidência de luminosidade e temperatura ambiente média de 25°C.

Todas as amostras foram submetidas a análises físico-químicas de acidez, estabilidade ao álcool, pH, densidade, gordura, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), ponto de congelamento (PC), peroxidase e fosfatase alcalina e à análise microbiológica de contagem total de mesófilos.

Realizaram-se os ensaios físico-químicos com base na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), e o ensaio microbiológico com base na Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das características físico-químicas e microbiológicas de leite UHT em diferentes etapas do beneficiamento e ao longo de 60 dias de armazenamento.

Tabela 1. Resultados da avaliação físico-química e microbiológica do leite UHT em diferentes etapas do processamento

Leite/Etapa do processo	Acidez (°D)	Álcool (°Gl)	pH	Densidade (g/mL)	Gordura (%)	EST (%)	ESD (%)	PC (°H)	Per	Fos	Contagem mesófilos (UFC/mL)
Lote 1											
Cru	16	76	6,6	1,0304	3,4	11,93	8,53	-0,533	P	P	3,0x10 ⁶
Pasteurizado	16	76	6,6	1,0308	3,1	11,67	8,57	-0,533	N	P	2,0x10 ³
UHT	14	85	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,544	N	N	<1,0
UHT (30 dias)	15	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,539	N	N	<1,0
UHT (60 dias)	15	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,539	N	N	<1,0
Lote 2											
Cru	16	75	6,6	1,0300	3,5	11,95	8,45	-0,534	P	P	2,0x10 ⁶
Pasteurizado	16	75	6,6	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,535	N	P	3,0x10 ³
UHT	14	85	6,7	1,0304	3,1	11,57	8,47	-0,544	N	N	<1,0
UHT (30 dias)	15	80	6,7	1,0304	3,1	11,57	8,47	-0,538	N	N	<1,0
UHT (60 dias)	16	80	6,7	1,0304	3,1	11,57	8,47	-0,538	N	N	<1,0
Lote 3											
Cru	15	76	6,7	1,0304	3,3	11,76	8,46	-0,539	P	P	2,5x10 ⁶
Pasteurizado	15	76	6,7	1,0308	3,1	11,67	8,57	-0,538	N	P	4,0x10 ³
UHT	14	85	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,546	N	N	<1,0
UHT (30 dias)	14	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,543	N	N	<1,0
UHT (60 dias)	15	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,543	N	N	<1,0
Lote 4											
Cru	16	76	6,6	1,0304	3,4	11,93	8,53	-0,535	P	P	4,0x10 ⁶
Pasteurizado	16	76	6,7	1,0308	3,1	11,67	8,57	-0,535	N	P	3,0x10 ³
UHT	14	85	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,543	N	N	<1,0
UHT (30 dias)	15	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,541	N	N	<1,0
UHT (60 dias)	15	80	6,7	1,0306	3,1	11,62	8,52	-0,541	N	N	<1,0

Legenda: EST: extrato seco total; ESD: extrato seco desengordurado; PC: ponto de congelamento; Per: peroxidase; Fos: fosfatase alcalina; P: positivo; N: negativo.

Em relação à densidade do leite, valores abaixo de 1,028 g/mL podem indicar adição de água e valores acima de 1,034 g/mL, fraude por adição de outras substâncias ou desnate do leite (POLEGATO; RUDGE, 2003). Essas características não foram observadas nas amostras analisadas no presente trabalho (TABELA 1).

Os teores de gordura das amostras coletadas após as etapas de pasteurização e de esterilização diminuíram entre 0,2 e 0,4% em relação às amostras de leite cru (etapa de resfriamento) (TABELA 1) em função da padronização (3%) que o leite sofre antes da pasteurização. Consequentemente, o extrato seco total (EST) diminuiu de 0,14 a 0,38% entre essas mesmas etapas. Segundo Almeida et al. (1999), a retirada de gordura do leite provoca diminuição no índice de extrato seco total (EST), mantendo estável o extrato seco desengordurado (ESD).

Após a etapa de pasteurização, o leite é adicionado de estabilizantes, que possuem caráter alcalino e atuam estabilizando as moléculas de caseína, evitando que precipitem mediante o tratamento térmico mais agressivo da etapa de esterilização, que poderia ocasionar desnaturação proteica, indesejada para o produto. Segundo Behmer (1991), o aumento de solutos no leite pode alterar o índice crioscópico do produto. Devido à adição dos estabilizantes após a etapa de pasteurização do leite, verifica-se redução do ponto de congelamento do leite UHT (TABELA 1).

Conforme mostram os resultados das enzimas peroxidase e fosfatase alcalina (TABELA 1), o processo de pasteurização ocasiona a inativação da enzima peroxidase e a etapa de esterilização resulta na inativação da enzima fosfatase alcalina (TIMM et al., 2004).

Os dados apresentados na Tabela 1 também indicam que não houve alteração significativa nos resultados das análises físico-químicas durante o processamento, tanto para o leite após a etapa de pasteurização quanto para o leite após a etapa de esterilização, demonstrando que, apesar de o leite ser submetido a tratamento térmico, as suas propriedades físico-químicas não se modificam acentuadamente, mantendo inalterada a qualidade do produto.

Em relação à análise microbiológica de contagem total de mesófilos, observou-se que o leite cru, que apresentava aproximadamente 10^6 UFC/mL, após o processo de pasteurização apresentou aproximadamente 10^3 UFC/mL e após a etapa de esterilização apresentou o resultado $<1,0$ UFC/mL. Esses resultados demonstram a eficiência dos métodos para diminuição do número de bactérias presentes no leite, uma vez que houve diminuição logarítmica considerável da carga microbiana, sendo esta reduzida a níveis de esterilidade comercial (VIDAL-MARTINS et al., 1999).

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste trabalho demonstram que as características físico-químicas das amostras de leite ao longo das etapas de processamento do produto UHT não apresentaram variação pronunciada. Além disso, verificaram-se a importância e a eficiência da etapa de esterilização no produto UHT, uma vez que foi observada diminuição em escala exponencial do número de microorganismos presentes nas amostras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. et al. Características físico-químicas e microbiológicas do leite cru consumido na cidade de Alfenas, MG. *Revista da Universidade de Alfenas*, v. 5, p. 165-168, 1999.

BEHMER, M. L. A. *Tecnologia do leite*. ed.15, São Paulo: Nobel, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de

Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p.8.

MILKPOINT. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/producao_mundial.htm>. Acesso em 07 de out. 2014.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. Vol 2. São Paulo: Artmed, 2005.

PEREIRA, D. B. C. Métodos Físico-Químicos aplicados ao controle de qualidade de leite e derivados – Parte I. **Ciência do Leite**. 2008. Disponível em <<http://cienciadoleite.com.br/?action=1&type=5&a=127>>. Acesso em 02 de nov. 2014.

POLEGATO, E. P. S.; RUDGE, A. C. Estudo das características físico-químicas e microbiológicas dos leites produzidos por mini-usinas da região de Marília – São Paulo/ Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, p. 56-63, 2003.

ROCHA, L. G. **Influência do tratamento térmico no valor nutricional do leite fluido**. Goiânia, 2004. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Alimentos). Universidade Católica de Goiás.

SILVA, M. C.; SILVA, J. V.; RAMOS, A. C.; MELO, R. O.; OLIVEIRA, J. O. Caracterização microbiológica e físico-química de leite pasteurizado destinado ao programa do leite no Estado de Alagoas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 226-230, 2008.

TIMM, C. D.; BÜCHLE, J.; GONZALEZ, H. L.; SCHUSTER, C. Atividade das enzimas fosfatase e peroxidase como instrumento de verificação da eficácia da pasteurização lenta de leite previamente envasado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 59, n. 340/341, p. 81-83, 2004.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: Editora UFSM, 2003.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche e productos lácteos: tecnologia, química y microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1995. 476p.

VIDAL-MARTINS, A. M. C.; SALOTTI, B. M.; ROSSI JUNIOR, O. D.; PENNA, A. L. B. Evolução do índice proteolítico e do comportamento reológico durante a vida de prateleira de leite UAT/UHT. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 698-704, 2005.