

**QUALIDADE DA ÁGUA E DO LEITE EM PROPRIEDADES LEITEIRAS DO
PLANALTO NORTE DE SANTA CATARINA**

(Water and milk quality in dairy farms of Planalto Norte of Santa Catarina)

Joana Gerent Voges, Nadine Cristina Felipus, Natália Luiza Machado Reche, Loredana
D'Ovídio, Daniele Cristina da Silva Kazama, André Thaler Neto

¹Correspondência: joanavoges@yahoo.com.br

RESUMO: O estudo objetivou avaliar os fatores que influenciam na qualidade do leite de propriedades da agricultura familiar no Planalto Norte Catarinense e identificar a qualidade da água utilizada na higienização dos equipamentos de ordenha. A pesquisa foi desenvolvida em propriedades leiteiras do Planalto Norte Catarinense visitadas no inverno de 2013 e no verão de 2014, caracterizadas por meio de um questionário guia semiestruturado. Nas amostras de leite foram realizadas análises de contagem bacteriana total, contagem de células somáticas e contagem de bactérias psicotróficas. Nas amostras de água foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: *Escherichia coli*, coliformes a 35°C, aeróbios mesófilos e contagem de bactérias psicotróficas. Os dados foram avaliados por análise fatorial. O manejo de ordenha influenciou a qualidade microbiológica do leite, porém a estrutura da propriedade exerceu pouca influência. Em 84% das propriedades a água que abastecia a produção era a mesma que abastecia a casa da família. As concentrações dos diferentes indicadores de qualidade microbiológica da água analisados estão relacionadas entre si, assim como as concentrações dos indicadores de qualidade do leite. Entretanto, a qualidade da água utilizada nas propriedades leiteiras não tem relação com a qualidade do leite e é influenciada pela precipitação pluviométrica.

Palavras-chave: bactérias psicotróficas; contagem bacteriana total; estrutura de propriedade; manejo de ordenha

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the factors that influence the milk quality of family farms of Planalto Norte of Santa Catarina and identify the quality of water used in the cleaning of milking equipment. The research was conducted in dairy farms of Planalto Norte of Santa Catarina visited in winter 2013 and summer 2014, characterized by a survey. In milk samples were analyzed total bacterial count, somatic cell count and psychrotrophic bacteria count. In water samples were analyzed *Escherichia coli*, coliforms at 35°C, aerobic mesophilic and psychrotrophic bacteria count. Data were evaluated using factor analysis. Milking management influenced microbiological quality of milk, but the farm structure had little influence. In 84% of the farms the water used in the milking parlor was the same as that supplied the family home. Concentrations of different indicators of water microbiological quality analyzed are highly related, as well as the concentrations of milk quality indicators. Nevertheless, water quality used in dairy farms is not related to milk quality and is influenced by rainfall

Key Words: farm structure; milking management; psychotropic bacteria; total bacterial count

INTRODUÇÃO

O leite pode ser definido como o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (Brasil, 2011a). Devido a sua composição rica em nutrientes, o leite é facilmente colonizado por bactérias de diferentes origens. Assim, práticas de higiene e limpeza no momento de ordenha são fundamentais para a manutenção da qualidade microbiológica do leite (Guerreiro *et al.*, 2005).

As bactérias psicotróficas são conhecidas pela sua ação deteriorante, que se deve principalmente à produção de enzimas termorresistentes proteases e lipases, que degradam respectivamente a proteína e a gordura do leite (Hantsis-Zacharov e Halpern, 2007; Arcuri *et al.*, 2008). Sua síntese enzimática ótima ocorre entre 20 e 30°C, porém, continua ocorrendo a temperaturas consideravelmente baixas, como as de refrigeração (Nielsen, 2002). A superfície de tetos e o equipamento de ordenha são as principais fontes de contaminação do leite por esse grupo de bactérias e a sua variação sazonal têm relação direta com o meio ambiente (Silva M. *et al.*, 2010; Silva V. *et al.*, 2010).

O número de bactérias que irá se desenvolver após a coleta do leite depende da contaminação inicial e está relacionado às condições higiênicas na produção e ao tempo e à temperatura de armazenamento (Nielsen, 2002; Hantsis-Zacharov e Halpern, 2007; Arcuri *et al.*, 2008).

A qualidade microbiológica da água é uma variável que pode afetar a qualidade do leite e, assim, inviabilizar a obtenção de alimentos que atendam aos padrões microbianos exigidos pela legislação em vigor (Guerra *et al.*, 2011). Considerando que a qualidade microbiológica da água utilizada na

limpeza e sanificação do equipamento de refrigeração e dos utensílios em geral constitui um ponto crítico no processo de obtenção e refrigeração do leite, as instalações de ordenha devem ter ponto de água corrente de boa qualidade, adequadamente clorada e com controle diário da taxa de cloro (Brasil, 2011a).

Bactérias do trato entérico são utilizadas como indicadores primários da qualidade da água. Elas colonizam o trato gastrointestinal, tanto do homem como de outros animais de sangue quente, e são eliminadas através da matéria fecal. O grupo de microrganismos coliformes é usado como indicador primário da presença potencial de patógenos por ser contaminante comum do trato gastrointestinal, onde está presente em grande quantidade, por permanecer mais tempo na água que as bactérias patogênicas e se comportar de maneira semelhante aos patógenos nos sistemas de desinfecção. Os microrganismos que formam o grupo dos coliformes totais vivem como saprófitos independentes ou como bactérias intestinais, e os coliformes fecais (*Escherichia coli*) são de origem intestinal (Larsen *et al.*, 1994; Pulido *et al.*, 2005). O padrão de potabilidade da água fixado pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011b) define o limite de até 500 UFC/mL de bactérias heterotróficas e ausência em 100 mL de coliformes totais e *E. coli*.

Apesar da importância da água na atividade leiteira, os produtores pouco sabem sobre a qualidade da água que utilizam para a sua produção, e ainda são poucos os estudos que evidenciam a influência da qualidade da água na qualidade do leite. Considerando que esta água, na maioria das vezes, é a mesma utilizada para o consumo da família, é de grande importância um estudo que identifique a qualidade da água da região.

O estudo objetivou avaliar os fatores que influenciam na qualidade do leite de propriedades da agricultura familiar no Planalto Norte Catarinense e identificar a qualidade da água utilizada na higienização dos equipamentos de ordenha.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em propriedades de cooperados de três cooperativas de leite da agricultura familiar dos municípios de Major Vieira, Papanduva e Monte Castelo, Planalto Norte de Santa Catarina. Foram avaliadas 66 propriedades leiteiras no inverno e 69 no verão, resultando um total de 135 amostras analisadas, sendo as diferenças no número de propriedades de uma coleta para a outra devido à entrada de produtores nas cooperativas.

As propriedades participantes foram visitadas duas vezes, uma no inverno (julho de 2013) e outra no verão (fevereiro de 2014). Em cada visita foram coletadas amostras de leite diretamente dos tanques resfriadores e amostras da água que era utilizada para a limpeza dos equipamentos de ordenha. Nas duas estações, as propriedades foram caracterizadas por meio de um questionário guia semiestruturado, abordando manejo alimentar e caracterização da propriedade e da produção leiteira por perguntas objetivas direcionadas ao produtor ou por visualização do entrevistador, principalmente quando relativas às instalações e equipamentos. Foram disponibilizados pela EPAGRI/CIRAM os dados de precipitação pluviométrica diária de todos os dias de coleta das estações de pesquisa dos municípios de Major Vieira, Papanduva e Monte Castelo, localizados na região do Planalto Norte de Santa Catarina. Nas análises estatísticas foi usada a soma da

precipitação pluviométrica total diária em milímetros do dia da coleta mais a do dia anterior a coleta, ocorridas no respectivo município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES LABORATORIAIS DO LEITE

O leite foi homogeneizado antes de cada coleta ligando a agitação do tanque de expansão por cinco minutos ou, no caso de refrigeradores de imersão, utilizando um agitador manual para homogeneizar os tarros por, pelo menos, dez segundos (Dias e Antes, 2012). A coleta do leite foi feita com concha coletora de aço inoxidável, flambada com álcool 96%, imediatamente antes de cada coleta. No caso de refrigeradores de imersão, com mais de um tarro, foram coletados números iguais de amostras de cada tarro que foram misturadas em um recipiente de aço inoxidável para depois, uma amostra composta ser acondicionada nos frascos de coleta. Os frascos, de 100 mL, foram identificados e colocados em caixa isotérmica com gelo reciclável para mantê-los em temperatura máxima de 7°C. Em seguida, as caixas foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade do Contestado – Campus Canoinhas, Marcílio Dias (na coleta de verão) ou ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Canoinhas (na coleta de inverno).

As amostras para contagem de bactérias psicrófilas (CBP) no leite (coletadas em frascos estéreis, sem conservante) foram diluídas a partir de 1 mL da amostra de leite em 9 mL de solução salina peptonada estéril a 0,1% (ISO, 1999), seguida de homogeneização, em quatro diluições seriadas de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} 10^{-4} . De cada diluição seriada, uma alíquota de 0,1mL

foi plaqueada, em duplicata, através de plaqueamento em superfície (Spread Plate) em Ágar padrão para contagem (PCA) com o auxílio de uma alça de Drigalski (Silva, N. *et al.*, 2010). As placas inoculadas foram incubadas a 7°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) por 10 dias. Após este período, as colônias formadas foram enumeradas, o valor obtido foi multiplicado pela recíproca da diluição correspondente e os resultados finais expressos em UFC/mL.

Para a análise de contagem de células somáticas (CCS) as amostras de leite foram acondicionadas em frascos-padrão para coleta contendo o conservante bronopol, e para análise de contagem bacteriana total (CBT) em frascos contendo o conservante azidiol. As amostras para CBT e CCS foram analisadas por citometria de fluxo (IDF, 2004; IDF, 2006) através dos contadores eletrônicos BACTOCOUNT – IBC e SOMACOUNT 500 (Bentley Instruments Inc.), respectivamente. Estas análises foram realizadas pelo Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro (PARL) da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), em Curitiba – PR, participante da Rede Brasileira de Qualidade do leite.

COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES LABORATORIAIS DA ÁGUA

Foram coletadas amostras da água que era usada para a limpeza dos equipamentos de ordenha, estando ela disponível no interior da sala de ordenha ou não. Para a coleta das amostras de água, a região interna da torneira, ou outra extremidade de saída de água, foi higienizada com algodão embebido em álcool 70% e, após a higienização, aguardou-se o escoamento da água por 2 min para realizar a coleta da amostra em saco para coleta de alimentos estéril (APHA, 2005). As amostras de água foram transportadas em caixa isotérmica com gelo reciclável (temperatura

máxima de 7°C) até o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade do Contestado – Campus Canoinhas, Marcílio Dias (na coleta de verão) ou o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Canoinhas (na coleta de inverno) para a realização das análises microbiológicas de *Escherichia coli*, coliformes a 35°C, aeróbios mesófilos e bactérias psicrófilas.

As amostras para quantificação de *Escherichia coli*, coliformes a 35°C e aeróbios mesófilos (AM) foram processadas em Agar desidratado (Placas 3M Petrifilm™), para Contagem de *E.coli* e Coliformes, e para Contagem de Aeróbios. Cada inoculação utilizou duas placas: uma inoculada com 1 mL da amostra integral de água e outra com 1 mL da diluição de 1 mL da amostra integral em 9 mL de solução salina peptonada estéril a 0,1% (ISO, 1999), seguida de homogeneização. Após a inoculação as placas foram acondicionadas em estufa bacteriológica a 35°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) por 48 h para posterior contagem (AOAC 990.12; AOAC 991.14). Na quantificação de *Escherichia coli* e coliformes a 35°C foram contabilizadas apenas as colônias que produziram gás.

Para a CBP as amostras de água foram processadas a partir da amostra integral e de duas diluições seriadas (10^{-1} e 10^{-2}) da diluição de 1 mL da amostra de leite em 9 mL de salina peptonada estéril a 0,1% (ISO, 1999), seguida de homogeneização. As placas inoculadas foram incubadas a 7°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) por 10 dias. A análise foi realizada do mesmo modo descrito para a CBP do leite (Silva N. *et al.*, 2010).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados por análise multivariada fatorial, usando o pacote estatístico SAS® versão 9.2. A análise fatorial foi realizada pelo procedimento FACTOR, considerando dois fatores e a

rotação da matriz Promax, sendo os dados previamente padronizados pelo procedimento STANDARD.

Foi avaliada a relação do manejo de ordenha e estrutura da propriedade com a qualidade do leite, analisando-se as variáveis tipo de equipamento de ordenha (manual, equipamento mecanizado balde ao pé e totalmente mecanizado), tipo de tanque resfriador (tanque de imersão e de expansão), estrutura da sala ordenha (estrutura de madeira, de alvenaria sem azulejo e de alvenaria com azulejo), utilização de detergente específico (sim ou não) e de água quente (sim ou não) para higienização do equipamento de ordenha, pré-dipping (realiza ou não), fornecimento de alimentação durante ordenha (fornece ou não), CBP e CBT. As variáveis CBP e CBT no leite foram previamente transformadas para logaritmo de base 10.

Para avaliar a relação entre os indicadores de qualidade microbiológica da água e do leite, da contagem de células somáticas do leite, da precipitação pluviométrica e da origem da água utilizada para limpeza dos equipamentos (originária de nascente ou poço comum e de poço artesiano ou semi-artesiano) também foi empregada análise fatorial. Os dados de AM, CBP e Coliformes a 35°C na água, e de CBP, CBT e CCS no leite foram previamente transformadas para logaritmo de base 10. Para fins estatísticos a variável *Escherichia coli* na água foi transformada em uma variável binária (ausência ou presença).

O percentual de propriedades leiteiras que estavam em conformidade com os critérios de potabilidade da água no inverno e no verão foi determinado de acordo com Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011b), que define o limite de até 500 UFC/mL de bactérias heterotróficas e ausência em 100 mL de coliformes totais e *E. coli*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de CBT e CCS (Tabela 1) apresentaram média de 5,02 \log_{10} UFC mL⁻¹ ($1,0 \times 10^5$ UFC mL⁻¹) e 5,42 \log_{10} UFC mL⁻¹ ($2,6 \times 10^5$ UFC mL⁻¹), respectivamente, que ficaram abaixo do exigido pela legislação atual de 3×10^5 UFC mL⁻¹ para CBT e 5×10^5 UFC mL⁻¹ para CCS (Brasil, 2011a). Os valores mínimos dos indicadores de qualidade do leite demonstram que houve amostras (6%) com ausência de CBP no leite, o que pode ser efeito de boa higiene ou da presença de antimicrobianos no leite.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas para as análises fatoriais.

Grupo	Variável	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Manejo de ordenha	Detergente equipamento ordenha ¹	0,65 ± 0,48	0,00	1,00
	Uso água quente limpeza ²	0,87 ± 0,34	0,00	1,00
	Alimentação durante ordenha ³	0,76 ± 0,43	0,00	1,00
	Pré-dipping ⁴	0,54 ± 0,50	0,00	1,00
Qualidade do leite	CBP (\log_{10} UFC mL ⁻¹) ⁵	4,73 ± 1,51	0,00	7,17
	CBT (\log_{10} UFC mL ⁻¹) ⁶	5,02 ± 0,79	3,30	7,00
	CCS ⁷ (\log_{10} cel mL ⁻¹)	5,42 ± 0,43	4,26	6,19
Estrutura da propriedade	Estrutura sala ordenha ⁸	0,20 ± 0,51	0,00	2,00
	Tipo equipamento de ordenha ⁹	2,01 ± 0,40	1,00	3,00
	Tipo de tanque resfriador ¹⁰	1,68 ± 0,47	1,00	2,00
	Origem da água ¹¹	0,09 ± 0,29	0,00	1,00
Qualidade da água	Uso da água ¹² (%)	84,37 ± 36,45	0,00	100,00
	AM ¹³ (\log_{10} UFC mL ⁻¹)	2,69 ± 0,79	0,00	4,64
	CBP ¹⁴ (\log_{10} UFC mL ⁻¹)	1,80 ± 1,24	0,00	4,61
	Coliformes 35°C (\log_{10} UFC mL ⁻¹)	1,04 ± 0,65	0,00	3,09
	<i>E. coli</i> ¹⁵	0,48 ± 0,50	0,00	1,00

¹0 = não higieniza o equipamento de ordenha com detergente específico e 1 = higieniza o equipamento de ordenha com detergente específico. ²0 = não higieniza os equipamentos de ordenha com água quente e 1 = higieniza os equipamentos de ordenha com água quente. ³0 = não alimenta no momento da ordenha e 1 = alimenta no momento da ordenha. ⁴0 = não realiza pré-dipping e 1 = realiza pré-dipping. ⁵Contagem de bactérias psicrófilas. ⁶Contagem bacteriana total no leite. ⁷Contagem de células somáticas do leite. ⁸0 = estrutura de madeira, 1 = estrutura de alvenaria sem azulejo e 2 = estrutura de alvenaria com azulejo. ⁹1 = ordenha manual, 2 = equipamento mecanizado balde ao pé e 3 = equipamento totalmente mecanizado. ¹⁰1 = tanque de imersão e 2 = tanque de expansão. ¹¹0 = originária de nascente ou poço comum e 1 = originária de poço artesiano ou semi-artesiano. ¹²Propriedades em que a água que abastece a casa tinha a mesma origem da utilizada para a higienização dos equipamentos de ordenha. ¹³Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos na água. ¹⁴Contagem de bactérias psicrófilas na água. ¹⁵*Escherichia coli* na água: 0 = ausência de *E. coli* e 1 = presença de *E. coli*.

Em relação ao manejo de ordenha, 54% das propriedades declaravam fazer pré-dipping e 76% alimentavam os animais durante a ordenha. No procedimento de limpeza dos equipamentos de ordenha, 65% das propriedades usavam detergente específico e 87% possuíam água quente. A ação dos produtos de limpeza está relacionada ao uso conjunto de detergente e água quente, já que a eficácia dos detergentes alcalinos melhora à medida que a temperatura

aumenta, obtendo máxima eficiência entre 43°C e 77°C (Reinemann *et al.*, 2003).

A água da maioria das propriedades (91%) era originária de nascente ou poço comum. Em 84% das propriedades a água que era usada na produção era a mesma que abastecia a casa da família, sendo utilizada em todas as tarefas domésticas, inclusive beber e cozinhar. Os valores mínimos para os indicadores de qualidade microbiológica da água (Tabela 1) demonstram que, mesmo sem acesso ao saneamento básico, algumas propriedades apresentaram amostras de água ausente de qualquer contaminação microbiológica, sendo que em 2% das propriedades foi verificado o tratamento de água com cloro.

As estações inverno e verão foram bem definidas na região durante a execução do trabalho, com temperatura média de 8,3°C e amplitude térmica de 3,9°C a 13,8°C no inverno e temperatura média de 23,7°C com amplitude de 17,2°C a 31,8°C no verão. A precipitação pluviométrica média diária foi de 9,5 mm no inverno e de 1,1 mm no verão.

Em uma primeira análise fatorial relacionou-se o manejo de ordenha e infraestrutura da propriedade com a qualidade do leite, sendo que a soma dos dois primeiros fatores explicou 43,93% da variação total. A relação entre as variáveis que compõem cada fator é apresentada na tabela 2. No fator 1 as variáveis com maior carga fatorial positiva foram: uso do detergente específico para o equipamento ordenha, tipo de tanque resfriador e uso água quente para limpeza; e de carga fatorial negativa: alimentação durante ordenha, CBP e CBT. No fator 2 as variáveis pré-dipping, tipo de equipamento de ordenha e infraestrutura da sala ordenha tiveram maior carga fatorial e estão relacionadas positivamente. Estas

relacionam-se também com a CBT, mas com carga fatorial menos representativa. As comunalidades demonstraram a relevância de cada variável utilizada nesta análise e a importância destas para o estudo.

Tabela 2 - Cargas fatoriais, comunalidades e percentual de variância das variáveis utilizadas para a análise fatorial que relaciona o manejo de ordenha e infraestrutura da propriedade com a qualidade do leite.

Variáveis	Fatores		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	
Detergente equipamento ordenha ¹	0,6732	0,1861	54,00
Tipo de tanque resfriador ²	0,5405	0,1776	36,37
Uso água quente limpeza ³	0,5146	0,2367	37,15
Alimentação durante ordenha ⁴	-0,5668	0,2127	31,63
CBP (log ₁₀ UFC mL ⁻¹) ⁵	-0,6325	-0,0064	40,17
CBT (log ₁₀ UFC mL ⁻¹) ⁶	-0,6785	0,3613	48,89
Pré-dipping ⁷	-0,0207	0,7207	51,36
Tipo equipamento de ordenha ⁸	0,2460	0,7061	63,14
Infra-estrutura sala ordenha ⁹	-0,1645	0,5829	32,69
% Variância	28,04	15,89	-

¹0 = não higieniza o equipamento de ordenha com detergente específico e 1 = higieniza o equipamento de ordenha com detergente específico. ²1 = tanque de imersão e 2 = tanque de expansão. ³0 = não higieniza os equipamentos de ordenha com água quente e 1 = higieniza os equipamentos de ordenha com água quente. ⁴0 = não alimenta no momento da ordenha e 1 = alimenta no momento da ordenha. ⁵Contagem de bactérias psicrófilas. ⁶Contagem bacteriana total no leite. ⁷0 = não realiza pré-dipping e 1 = realiza pré-dipping. ⁸1 = ordenha manual, 2 = equipamento mecanizado balde ao pé e 3 = equipamento totalmente mecanizado. ⁹0 = estrutura de madeira, 1 = estrutura de alvenaria sem azulejo e 2 = estrutura de alvenaria com azulejo.

Observa-se a partir das relações das cargas fatoriais das variáveis em cada fator (Tabela 2) que a maioria dos produtores que utilizavam tanque resfriador de expansão direta também utilizava água quente e detergente específico para limpeza do equipamento de ordenha. Estas propriedades apresentavam menor CBT e CBP no leite. Por serem mais fáceis de limpar os tanques de expansão têm menor contribuição no aporte de carga bacteriana para o leite cru (Mcphee e Griffiths, 2011). Mas, deve-se considerar que o equipamento de ordenha é uma fonte importante de contaminação do leite, por isso, os procedimentos de limpeza e higienização desse componente podem influenciar diretamente no índice de contaminação microbiana do leite (Guerreiro *et al.*, 2005). Altas contagens bacterianas no leite podem estar associadas a falhas na higienização destes equipamentos, envolvendo concentrações de produtos de limpeza ou temperaturas incorretas (Santana *et al.*, 2001). Limpeza de rotina e desinfecção do equipamento de ordenha eficientes minimizam o risco de contaminação bacteriana, porém, sua

eficácia também depende das instalações e da qualidade da água (Estévez *et al.*, 2011; Mcphee e Griffiths, 2011). A maioria dos proprietários que não faziam as práticas anteriormente citadas alimentavam os animais durante a ordenha e possuíam leite com alta CBP e CBT.

A relação positiva entre pré-dipping, tipo equipamento de ordenha e estrutura sala ordenha foi mais representativa que suas relações com a CBT do leite, indicando que a influência dessas variáveis nas contagens bacterianas não é tão alta. Assim, propriedades mais tecnificadas e com melhor infraestrutura eram as que mais realizavam pré-dipping no manejo de ordenha. Além da aquisição de equipamentos (ordenhadeira mecânica e resfriadores), é necessária a mudança na atitude do produtor quanto à adoção de técnicas adequadas de higiene de ordenha para a melhoria da qualidade microbiológica do leite (Winck e Thaler Neto, 2009). Matsubara *et al.* (2011) constataram que, após a utilização do pré-dipping, ocorreu uma redução de 85,3% da CBP no teto, que poderia ser incorporada ao leite no processo de ordenha, porém, no presente trabalho não houve relação entre a prática de pré-dipping e a contaminação de psicotróficos no leite.

Visto a importância da qualidade da água no manejo de ordenha, analisou-se a influência desta na qualidade do leite através de análise fatorial, sendo que a soma dos dois primeiros fatores explicou 58,29% da variação total. O fator 1 (Tabela 3) representa a relação positiva entre os diversos indicadores de qualidade microbiológica da água (coliformes a 35°C, *Escherichia coli*, aeróbios mesófilos e psicotróficos) demonstrada pela semelhança de suas cargas fatoriais. O fator 2 representa a relação positiva entre as variáveis que indicam a

qualidade do leite (CBT, CCS e psicotróficos do leite).

Tabela 3 - Cargas fatoriais, comunalidades e percentual de variância das variáveis utilizadas para a análise fatorial que relaciona a qualidade da água com a qualidade do leite

Variáveis	Fatores		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	
Coliformes 35°C água (log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	0,8640	-0,0873	75,88
<i>E. coli</i> água ¹	0,7998	0,0723	64,12
AM água ² (log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	0,7797	-0,0064	60,83
CBP água ³ (log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	0,7449	0,0507	55,50
CBT leite ⁴ (log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	-0,0229	0,8728	76,36
CCS ⁵ (log ₁₀ cel mL ⁻¹)	0,0043	0,7106	50,47
CBP leite ⁶ (log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	0,0523	0,4974	24,85
% Variância	36,47	21,82	-

¹*Escherichia coli* na água: 0 = ausência de *E. coli* e 1 = presença de *E. coli*. ²Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos na água. ³Contagem de bactérias psicotróficas na água. ⁴Contagem bacteriana total do leite. ⁵Contagem de células somáticas do leite. ⁶Contagem de bactérias psicotróficas no leite.

A distribuição dos dois primeiros fatores permite visualizar a alta relação entre os indicadores de qualidade da água e a relação próxima entre as variáveis que indicam a qualidade do leite, porém, sem relação entre qualidade da água e qualidade do leite. A falta de associação entre qualidade da água e do leite foi relatada também no trabalho de Ramires *et al.* (2009), os quais explicaram que a água não foi um fator decisivo para os altos valores de CBT, podendo ser atribuídos às condições de higiene antes, durante e após a ordenha ou ainda na higienização dos tanques, caracterizada pela utilização de produtos de limpeza insuficientes ou não apropriados. Esses mesmos autores também afirmaram que a CCS depende mais de outros fatores, tais como estágio da lactação, idade dos animais, estação do ano, manejo de ordenha, etc., do que da qualidade microbiológica da água. Silva (2014) relatou que a melhoria da qualidade microbiológica da água não repercutiu na qualidade microbiológica do leite, ressaltando que, tanto os indicadores da qualidade microbiológica do leite como da água, possuem alta relação entre si. Foram avaliadas as variáveis que influenciam na qualidade da água, sendo que a soma dos dois primeiros fatores explicou 66,81% da variação total. No fator 1 (Tabela 4) as variáveis com maior carga fatorial foram

coliformes a 35°C, aeróbios mesófilos, presença *E. coli* e origem da água. No fator 2 as variáveis com maior carga fatorial foram precipitação pluviométrica e CBP.

Tabela 4 - Cargas fatoriais, comunalidades e percentual de variância das variáveis utilizadas para a análise fatorial que relaciona qualidade da água com sua origem e a precipitação pluviométrica.

Variáveis	Fatores		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	
Coliformes 35° C (\log_{10} UFC mL ⁻¹)	0,8092	0,1738	75,94
Aeróbios Mesófilos (\log_{10} UFC mL ⁻¹) ¹	0,8069	0,0043	65,29
<i>E. coli</i> ²	0,6429	0,2934	59,91
CBP (\log_{10} UFC mL ⁻¹) ³	0,4009	0,6464	71,57
Origem da água ⁴	-0,7399	0,4376	56,77
Precipitação ⁵	-0,1458	0,8718	71,41
% Variância	46,87	19,94	-

¹Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos na água. ²*Escherichia coli* na água. ³0 = ausência de *E. coli* e 1 = presença de *E. coli*. ⁴Contagem de bactérias psicrófilas na água. ⁵0 = originária de nascente ou poço comum e 1 = originária de poço artesiano ou semi-artesiano. ⁶ Precipitação: acumulado das precipitações pluviométricas ocorridas do dia anterior até o dia da coleta.

É possível visualizar, em relação ao fator 1, que uma menor contagem de coliformes a 35°C e de aeróbios mesófilos, e a ausência de *E. coli*, que indicam uma alta qualidade da água, estão relacionados com a água originária de poço artesiano ou semi-artesiano, porém, estas fontes de água estavam presentes em apenas 9% das propriedades analisadas. Amaral *et al.* (2004) observaram melhor qualidade da água em relação a coliformes totais e *E. coli* nas águas originárias de poços, quando comparados a nascentes. As nascentes muitas vezes são consideradas como ambientes equilibrados e com água potável. Porém, o uso e a ocupação do solo nas áreas de entorno, bem como os impactos derivados, podem alterar substancialmente a qualidade da água das nascentes (Felippe e Magalhães Júnior, *et al.*, 2012).

Ao observar a relação entre as variáveis do fator 2, percebe-se que a contaminação da água por psicrótróficos é influenciada pela precipitação pluviométrica. Kostyla *et al.* (2015) demonstraram haver contaminação fecal mais frequente durante a estação chuvosa em relação a todas as bactérias indicadoras de contaminação

fecal, todos os tipos de fontes de água e zonas climáticas pesquisadas.

O percentual de propriedades com a qualidade da água em conformidade ao estabelecido é menor no inverno (Tabela 5). Isso pode ser devido a condição de chuva ter sido mais representativa durante o período de coletas do inverno. Destaca-se o baixo percentual de conformidade para coliformes. Silva *et al.* (2011), ao rastreamento as fontes de contaminação do leite, constataram que nenhuma das amostras de água estava de acordo com os padrões microbiológicos para coliformes totais e de *E. coli* na água. Ramires *et al.* (2009), ao analisarem amostras de 162 propriedades leiteiras do Paraná, observaram 62% de não conformidade para coliformes totais, 57% para coliformes fecais e 35% para contagem total de bactérias. Apenas 5% das amostras de água coletadas nas propriedades leiteiras integrantes de um estudo realizado em Santa Catarina apresentaram ausência de coliformes totais, sendo que 24% das amostras apresentaram contaminação por coliformes fecais (João *et al.*, 2011).

Tabela 5 - Percentual de propriedades leiteiras que estavam em conformidade com os critérios de potabilidade da água pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011b), de acordo com a estação do ano.

Microrganismo	Inverno	Verão
<i>Escherichia coli</i>	35,48%	64,61%
Coliformes a 35° C	11,29%	16,92%
Aeróbios Mesófilos	44,44%	52,30%

CONCLUSÃO

Nas condições das propriedades analisadas o manejo de ordenha apresenta influência sobre a qualidade microbiológica do leite, e a infraestrutura das propriedades pouco afeta esta qualidade. A qualidade microbiológica do leite não tem relação com a qualidade microbiológica da água utilizada nestas propriedades. A origem da água e a precipitação pluviométrica afetam a qualidade microbiológica da água na região do estudo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina (FAPESC) pelo financiamento do estudo. Aos produtores rurais das cooperativas CAFLEMAV, COAFAPA e COOPERLEITE pela colaboração no estudo e pelo propósito de se aperfeiçoarem a partir dos resultados da pesquisa.

NOTAS INFORMATIVAS

Esta pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 12185013.6.0000.0121.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. D.; ROMANO, A. P. M.; NADER FILHO A. *et al.* Qualidade da água em propriedades leiteiras como fator de risco à qualidade do leite e à saúde da glândula mamária. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 417-421, out./dez. 2004.
- AOAC Association of Official Analytical Chemist. Official Method 990.12: **Aerobic Count Plate, Dry Rehydratable Film, Petrifilm™ Aerobic Count Plate Method** (3M Microbiology, 225-5S 3M Center, St. Paul, MN 55144, USA).
- AOAC Association of Official Analytical Chemist. Official Method 991.14: **Coliforms and Escherichia coli Counts in Foods, Dry Rehydratable Film (Petrifilm Count Plate) Methods** (3M Microbiology, 225-5S 3M Center, St. Paul, MN 55144, USA).
- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington. 2005.
- ARCURI, E. F.; SILVA, P. D. L.; BRITO, M. A. V. P. *et al.* Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotróficas contaminantes de leite cru refrigerado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2250-2255, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Altera a Instrução Normativa MAPA nº 51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de dez. 2011a. Seção 1, p.6-11.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de dez. de 2011b. Seção 1, p. 39-46.
- DIAS, J. A.; ANTES, F. G. **Procedimentos para a coleta de amostras de leite para contagem de células somáticas, contagem bacteriana total e detecção de resíduos de antibiótico**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2012. 15 p. (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103 9865; 150).
- ESTÉVEZ, J. N. R.; BOTERO, J. E. R.; RUIZ-CORTEZ, Z. T. Detección de riesgos de contaminación con microbios ambientales en un sistema de ordeño mecánico de un hato lechero del norte de Antioquia. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 8, n. 121, p. 8-15, 2011.
- FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. **Geografias (UFMG)**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 8-23, jul./dez. 2012.
- GUERRA, M. G.; JÚNIOR, J. G. B. G.; NASCIMENTO RANGEL, A. H. *et al.* Disponibilidade e qualidade da água na produção de leite. **Acta Veterinária Brasileira**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 230-235, set. 2011.
- GUERREIRO, P. K.; MACHADO, M. R. F.; BRAGA, G. C. *et al.* Qualidade

- microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005.
- HANTSIS-ZACHAROV, E.; HALPERN, M. Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. **Applied and environmental microbiology**, California, v. 73, n. 22, p. 7162-7168, nov. 2007.
- IDF - International Dairy Federation 196 – Milk – **Quantitative determination of bacteriological quality** – Guidance for establishing and verifying a conversion relationship between routine method results and anchor method results. ISO 21187 Brussels, Belgium, 2004. 13p.
- IDF - International Dairy Federation 148-2 – Milk – **Enumeration of somatic cells** – Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. ISO 13366-2 Brussels, Belgium, 2006. 15 p.
- ISO 6887-1. **Microbiology of food and animal feeding stuffs** - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. 1999.
- JOÃO, J. H.; ROSA, C. A. V. L.; NETO, A. T. *et al.* Qualidade da água utilizada na ordenha de propriedades leiteiras do Meio Oeste Catarinense, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 10, n. 1, p. 9-15, 2011.
- KOSTYLA, C.; BAIN, R.; CRONK, R. *et al.* Seasonal variation of fecal contamination in drinking water sources in developing countries: A systematic review. **Science of The Total Environment**, v. 514, p. 333-343, may 2015.
- LARSEN, R. E.; MINER, J. R.; BUCKHOUSE, J. C. *et al.* Water-quality benefits of having cattle manure deposited away from streams. **Bioresource Technology**, v. 48, n. 2, p. 113-118, 1994.
- MATSUBARA, M. T.; BELOTI, V.; TAMANINI, R. *et al.* Boas práticas de ordenha para redução da contaminação microbiológica do leite no agreste Pernambucano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 277-286, jan./mar. 2011.
- MCPHEE, J. D.; GRIFFITHS, M. W. Psychrotrophic bacteria: *Pseudomonas* spp. In: FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Encyclopedia of dairy sciences**, 2 ed. Londres: Academic Press, 2011. p. 379-383.
- NIELSEN, S. S. Plasmin system and microbial proteases in milk: characteristics, roles, and relationship. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 22, p. 6628-6634, 2002.
- PULIDO, M. D. P. A.; NAVIA, S. L. A.; TORRES, S. M. E. *et al.* Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. **Nova: Publicação Científica**, v. 3, n. 4, p. 69-79, 2005.
- RAMIRES, C. H.; BERGER, E. L.; ALMEIDA, R. Influência da qualidade microbiológica da água sobre a qualidade do leite. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 1, 2009.
- REINEMANN, D.J.; WOLTERS, G.M.V.H.; BILLON, P. *et al.* Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 381, p. 4-18, 2003.
- SANTANA, E. H. W.; BELOTI, V.; BARROS, M. D. A. F. *et al.* Contaminação do leite em diferentes pontos do processo de produção: I. Microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 22, n.2, p. 145-154, 2001.
- SILVA, C. G. **Tratamento da água e práticas de manejo na ordenha e sua interferência na qualidade do leite**. 2014. Lages, 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

SILVA, L. C. C.; BELOTI, V.; TAMANINI, R. *et al.* Rastreamento de fontes da contaminação microbiológica do leite cru durante a ordenha em propriedades leiteiras do Agreste Pernambucano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, 267-276, jan./mar. 2011.

SILVA, M. A. P.; SANTOS, P. A. D.; SILVA, J. W. D. *et al.* Variação da qualidade do leite cru refrigerado em função do período do ano e do tipo de ordenha. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69 n. 1, p. 112-118, 2010.

SILVA, N. D.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.D.A. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo: Livraria Varela. 2010. 632 p.

SILVA, V. A. M.; RIVAS, P. M.; ZANELA, M. B. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite cru, do leite pasteurizado tipo A e de pontos de contaminação de uma granja leiteira no RS. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 51-57, 2010.

WINCK, C. A.; THALER NETO, A. Diagnóstico da adequação de propriedades leiteiras em Santa Catarina às normas brasileiras de qualidade do leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 2, p. 164-172, 2009.