

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – UFPEL
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água



Tese

Relação da qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais

Jaqueline De Bortoli

Pelotas, 2022

Jaqueline De Bortoli

Relação da qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Faculdade de agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Vítor Emanuel Quevedo Tavares

Coorientadora: Profa. Dra. Claudete Rempel

Pelotas, 2022

B739 Bortoli, Jaqueline De

Relação da qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais / Jaqueline De Bortoli. -- Pelotas, 2022.
123 f.

Orientador: Vítor Emanuel Quevedo Tavares.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Pelotas, 2022.

1. Qualidade do leite. 2. Análise físico-química. 3. Propriedade rural. I. Tavares, Vítor Emanuel Quevedo, orient. II. Título.

Jaqueline De Bortoli

Relação da qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de
dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais

Tese aprovada, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências,
Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade
de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 18 de maio de 2022.

Banca examinadora:

Profa. Dr. Vitor Emanuel Quevedo Tavares (Orientador)

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Mônica Jachetti Maciel

Doutora em Epidemiologia, Saneamento e Profilaxia pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Pesquisadora Dra. Lilian Terezinha Winckler

Doutora em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marcelo Peske Hartwig

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo

Dedico este trabalho àqueles que acreditaram em mim e em meu potencial para chegar até aqui

Agradecimentos

A toda energia positiva que fez com que eu permanecesse com um sorriso no rosto e foco nos objetivos traçados, tornando meus dias mais leves e alegres.

Aos meus pais, Fernando De Bortoli e Mirta Kortz De Bortoli, minha base, meus tesouros, vocês sem dúvida alguma são o melhor da minha vida. Obrigada pelo amor incondicional, pelo apoio ao longo desta trajetória, por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava, pelos ensinamentos, carinho e afeto.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade em realizar um de meus grandes sonhos, ainda que sem incentivo de Bolsa, sou grata pela oportunidade e em poder contribuir positivamente pela Ciência.

Ao meu querido Orientador Dr. Vítor por ter topado esse desafio em me orientar e fazer parte dessa trajetória, grata pela sua paciência, brincadeiras, direcionamento e todos os teus ensinamentos enquanto ser humano e profissional. Tenho imensa admiração pela pessoa que és.

Aos professores do MACSA, por me acolher e pelos ensinamentos durante as disciplinas do programa, que contribuíram para minha formação, foram inspiradores em vários momentos e com certeza são exemplos que quero seguir.

Aos colegas do MACSA, em especial a Sibebe Grill, Taís Palumbo, Miguel Fuentes Guevara, Stefan Nachtigall, que além de amigos, contribuíram muito para que essa etapa se concretizasse. Obrigada!!!!

À minha coorientadora, professora Claudete Rempel, que me acompanha desde os tempos de graduação, mestrado e agora no doutorado. Grata por ser inspiração e me incentivar sempre. Tenho um carinho imenso por ti, gratidão por tudo!

Aos professores e colegas bolsistas do Projeto de Pesquisa “Sustentabilidade Ambiental em Propriedades rurais no Vale do Taquari-RS” ao qual este trabalho faz parte, em especial ao Gustavo Rodrigo da Silva e Patrícia Caye Bergmann pelo auxílio nas coletas das amostras e análises, por acompanharem toda essa trajetória e por estarem dispostos sempre a ajudar. Vocês são incríveis!

Aos monitores dos laboratórios de biorreatores e de microbiologia da Univates pelo auxílio na preparação dos materiais para a realização das análises.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul por contribuir com algumas disciplinas.

Às amigadas sinceras e irmãs que a vida pode presentear-me. Vocês são meu porto seguro, agradeço infinitamente por toda energia positiva, apoio, conselhos, por estarem sempre ao meu lado e serem como uma família fazendo parte dessa conquista.

Aos colegas de trabalho que acompanharam minha trajetória e torceram por essa conquista.

As Secretarias de Agricultura e EMATER dos municípios pertencentes à região do Vale do Taquari-RS e aos produtores rurais participantes do estudo, pela compreensão, cooperação e acolhida. Obrigada por permitir que os integrantes do Projeto de Pesquisa entrassem em suas casas e rotinas, compartilhando conosco um pouco da experiência de suas vidas.

Agradeço ao Eduardo Mariotti pela disponibilidade em auxiliar nas informações referentes à área de solos.

Agradeço aos membros da banca, pelas ricas contribuições.

A todas as pessoas não citadas que de alguma maneira contribuíram para minha formação e realização dessa tese.

Todos vocês são coautores deste trabalho.

Resumo

BORTOLI, Jaqueline De. **Relação da qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais**. Orientador: Vítor Emanuel Quevedo Tavares. 2022. 123 f. Tese (Doutorado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

O presente estudo objetivou relacionar a qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos físico-químicos do solo de propriedades rurais na região do Vale do Taquari-RS. O estudo foi composto por 36 propriedades rurais com produção leiteira, todas indicadas pela Secretaria de Agricultura e Empresa de Assistência Técnica Extensão Rural (EMATER) dos municípios pertencentes à região. Nestes locais foram coletadas amostras de água destinada à dessedentação animal, com sazonalidade inverno e verão, e amostras de leite *in natura* das vacas lactantes, com sazonalidade inverno e verão. As amostras de água e leite foram submetidas às análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e seus resultados comparados às legislações vigentes. Foram realizadas coletas de solo em torno dos locais de acesso à água de dessedentação animal, para caracterizar a área, sendo as amostras analisadas por meio de parâmetros físicos e químicos. O resultado das análises de água foi comparado ao valor máximo permitido estabelecido (VMP) pela Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, classe III, para as análises de leite, foram comparados a Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018, e os atributos dos solos ao Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2016). Para relacionar os valores obtidos para os parâmetros água e solo na qualidade do leite *in natura* foi utilizado a estatística inferencial (teste t e correlação). Os resultados mostraram que, para a água, 36,11% (13 propriedades rurais) das 36 amostras analisadas no período inverno e verão enquadraram-se à legislação vigente. Para a análise de leite 2,77% (uma propriedade rural) das 36 amostras analisadas no período inverno e verão enquadraram-se à legislação vigente. Para os atributos do solo, as análises dos valores foram baseadas no manual de calagem e adubação do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) (2016), verificando a conformidade de valores para cada parâmetro analisado. Para os atributos do solo, observaram-se valores adequados para o parâmetro cálcio em 13,88% das amostras, em 5,55% para o enxofre, em 41,66% para o magnésio, em 50%

para fósforo e em 2,77% para o potássio. Os parâmetros nitrogênio e alumínio encontraram-se com valores dentro do esperado, o manganês, o cobre e o zinco obtiveram alterações nos valores, apresentando resultados altos ou muito altos. Os testes estatísticos não indicaram, de forma significativa, que a água de dessedentação animal e os atributos do solo estão diretamente relacionados à qualidade do leite *in natura*. Apesar disso, as evidências de degradação ambiental, constatadas *in loco*, indicam que é importante que sejam implantados programas voltados à melhoria da qualidade do leite, como a bonificação financeira, que tem impacto para o produtor, sendo uma ferramenta eficaz para melhorar os valores de alguns parâmetros analisados. Outra alternativa, seria o pagamento por serviços ambientais que visaria recompensar financeiramente os produtores rurais que se comprometessem em conservar sua propriedade.

Palavras-chave: Meio ambiente. Solo. Microrganismos. Sustentabilidade. Produtor rural. Legislação.

Abstract

BORTOLI, Jaqueline De. **Relationship between the quality of in natura milk and the quality of animal drinking water and soil attributes of rural properties.**

Advisor: Vitor Emanuel Quevedo Tavares. 2022. 123 f. Thesis (Doctorate in Soil and Water Management and Conservation) – Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Abstract: The present study aimed to relate the quality of in natura milk with the quality of animal drinking water and the physical-chemical attributes of the soil of rural properties in the region of Vale do Taquari-RS. The study consisted of 36 rural properties with dairy production, all indicated by the Department of Agriculture and Rural Extension Technical Assistance Company (EMATER) of the municipalities belonging to the region. In these places, water samples were collected for animal watering, with winter and summer seasonality, and samples of in natura milk from lactating cows, with winter and summer seasonality. The water and milk samples were submitted to the analysis of the physical-chemical and microbiological parameters and their results were compared to the current legislation. Soil collections were carried out around the places of access to animal drinking water, to characterize the area, and the samples were analyzed through physical and chemical parameters. The result of the water analyzes was compared to the maximum allowed value established (VMP) by CONAMA Resolution No. 357 of 2005, class III, for milk analysis, they were compared to Normative Instruction No. 77, of November 26, 2018, and Soil attributes to the Liming and Fertilization Manual for the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (2016). To relate the values obtained for the water and soil parameters to the quality of in natura milk, inferential statistics (t test and correlation) were used. The results showed that, for water, 36.11% (13 rural properties) of the 36 samples analyzed in the winter and summer period complied with the current legislation. For the analysis of milk, 2.77% (a rural property) of the 36 samples analyzed in the winter and summer period met the current legislation. For soil attributes, the value analyzes were based on the liming and fertilization manual of Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC) (2016), verifying the conformity of values for each analyzed parameter. For soil attributes, adequate values were observed for the parameter calcium in 13.88% of the samples, in 5.55% for sulfur, in 41.66% for magnesium, in 50% for phosphorus and in 2, 77% for potassium. The nitrogen and aluminum parameters were within the expected values, manganese, copper and zinc

showed changes in values, presenting high or very high results. Statistical tests did not significantly indicate that animal drinking water and soil attributes are directly related to the quality of in natura milk. Despite this, the evidence of environmental degradation, found in loco, indicates that it is important to implement programs aimed at improving the quality of milk, such as the financial bonus, which has an impact on the producer, being an effective tool to improve the values of some parameters analyzed. Another alternative would be the payment for environmental services, which would aim to financially reward rural producers who committed to conserving their property.

Key-words: Environment. Soil. Microorganisms. Sustainability. Rural producer. Legislation.

Lista de figuras

Figura 1 – Quadro de classificação dos corpos de água segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.	28
Figura 2 – Quadro de valores de parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados e valor de referência permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 (adaptado Resolução CONAMA Nº 357/2005).....	29
Figura 3 – Quadro de valores de coliformes termotolerantes permitidos pela Resolução CONAMA No 357/2005 (Adaptado Resolução CONAMA No 357/2005).	29
Figura 4 – Mapa de classificação dos solos na região do Vale do Taquari. (adaptado de EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).....	35
Figura 5 – Mapa de localização dos 36 municípios da Área de Estudo (Bortoli et al., 2017).	43
Figura 6 – Quadro de atividades <i>in loco</i> nos municípios da Área de Estudo.....	44
Figura 7 – Parâmetros físico-químicos analisados e respectivos equipamentos utilizados.	46
Figura 8 – Objetivos do trabalho e os respectivos métodos que foram utilizados. ...	51
Figura 9 – Algumas fontes utilizadas em abastecimento para dessedentação animal na Região do Vale do Taquari.....	53
Figura 10 – Quadro de requisitos físico-químicos para o leite <i>in natura</i> estabelecidos pela IN nº77/2018 (adaptado de BRASIL, 2018).....	65
Figura 11 – Quadro de Requisitos microbiológicos para o leite <i>in natura</i>	78

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Crescimento da produção brasileira de leite entre os anos de 1997 e 2018. (adaptado de ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).	22
Tabela 2 – Produção de leite dos principais Estados brasileiros (adaptado de IBGE, 2019).	22
Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água no período de verão.	54
Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água no período de inverno.....	55
Tabela 5 – Valores para a contagem de coliformes totais e termotolerantes analisados em amostras de água verão e inverno.	61
Tabela 6 – Valores para os parâmetros físico-químicos do leite <i>in natura</i> analisados durante o período do verão.	66
Tabela 7 – Valores para os parâmetros físico-químicos do leite <i>in natura</i> analisados durante o período do inverno.	67
Tabela 8 – Valores para a contagem de mesófilos, células somáticas e psicrotóxicos no período de verão e inverno nas amostras analisadas.	79
Tabela 9 – Resultados das análises de granulometria e classe textural do solo.	88
Tabela 10 – Resultados das análises de pH e índice pH SMP.	90
Tabela 11 – Resultados dos atributos químicos do solo.	94
Tabela 12 – Valores de maior correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para água, leite e solo no período verão.	101
Tabela 13 – Valores de maior correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para água, leite e solo no período inverno.....	102

Lista de abreviaturas e siglas

Al	Alumínio
B	Boro
Ca	Cálcio
CBT	Contagem bacteriana total
CCS	Contagem de célula somática
cmol	Centimol de carga
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
EC	Escherichia coli
EMATER	Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESD	Extrato seco desengordurado
FED	Floresta Estacional Decidual
FOM	Floresta Ombrófila Mista
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice crioscópico
IN	Instrução Normativa
K	Potássio
LBQR	Laboratório integrante da Rede Brasileira de Qualidade do Leite
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
mg Pt/L	Miligramma / Escala platina cobalto
mg/L	Miligramma por litro
mL	Mililitro
Mn	Manganês
mS	MiliSiemens
N	Nitrogênio
NMP	Número mais provável
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
OD	Oxigênio Dissolvido

P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
RS	Rio Grande do Sul
S	Enxofre
SC	Santa Catarina
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
ST	Sólidos Totais
UFC	Unidade formadora de colônia
UHT	<i>Ultra high temperature</i>
VT	Vale do Taquari
Zn	Zinco
μS	MicroSiemens

Sumário

1	Introdução	17
2	Revisão bibliográfica	20
2.1	Pecuária leiteira no Brasil	20
2.2	O Leite	23
2.3	A Água no meio rural	25
2.4	Solos	30
2.5	Estudos relacionados ao solo e água e sua influência no leite <i>in natura</i>	37
3	Hipóteses	40
4	Objetivos	41
4.1	Objetivo geral	41
4.2	Objetivos específicos	41
5	Material e métodos	42
5.1	Tipo de pesquisa.....	42
5.2	Área de estudo.....	42
5.3	Coleta dos dados	43
5.4	Coleta de Água	44
5.4.1	Análises microbiológicas da água de dessedentação animal.....	45
5.4.2	Análises físico-químicas da água de dessedentação animal.....	46
5.5	Coleta de leite	46
5.5.1	Análises microbiológicas do leite <i>in natura</i>	47
5.5.2	Análises físico-químicas do leite <i>in natura</i>	47
5.6	Coleta do solo	49
5.6.1	Análises físico-químicas do solo.....	49
6	Resultados e discussão	52
6.1	Análises dos parâmetros físico-químicos da água	52
6.2	Análises dos parâmetros microbiológicos da água	60
6.3	Análises dos parâmetros físico-químicos do leite	64
6.3.1	Densidade.....	68
6.3.2	Acidez	69
6.3.3	pH.....	70

6.3.4	Gordura	71
6.3.5	Proteína.....	72
6.3.6	Lactose.....	73
6.3.7	Sólidos totais.....	74
6.3.8	Extrato seco desengordurado (ESD).....	74
6.3.9	Índice crioscópico	76
6.4	Análises dos parâmetros microbiológicos do leite.....	78
6.4.1	Contagem das Células Somáticas	80
6.4.2	Mesófilos	82
6.4.3	Psicrotróficos.....	84
6.5	Caracterização dos solos.....	87
6.6	Análise integrada	101
7	Conclusão	104
	Referências bibliográficas	106

1 Introdução

O Vale do Taquari pertence à região central do estado do Rio Grande do Sul (RS), atualmente é formado por 36 municípios onde vivem 3,11% da população do Estado, formada por diferentes etnias, destacando como principais as de origem alemã, italiana e açoriana. A renda da região está centrada nas produções primária e industrial de alimentos, caracterizando-se pelo predomínio da agricultura familiar, (produção de grãos, leite, aves e suínos). Além disso, o Vale do Taquari é um dos principais produtores de leite, correspondendo a aproximadamente 8% da quantidade de leite *in natura* produzida no Rio Grande do Sul (IBGE, 2017).

A pecuária leiteira e a agroindústria são segmentos importantes em território nacional. No Rio Grande do Sul a produção na cadeia leiteira está distribuída pelo território, sendo que o Vale do Taquari, juntamente com Alto da Serra do Botucaraí, Vale do Rio Pardo, Metropolitano Delta do Jacuí, Vale do Caí e Serra representam 15% da produção leiteira no RS (IBGE, 2016).

Os colonizadores alemães foram responsáveis pela alteração do modelo de produção local, diminuindo a produção de alguns grãos como o milho, feijão e trigo, potencializando a produção pecuária, leite e derivados (BARDEN *et al.*, 2001). A produção leiteira na região difundiu-se devido às características da região como o clima temperado, a disponibilidade de água, as pequenas propriedades, a mão de obra familiar e o acesso dos produtores a crédito subsidiado (FEIX; JÚNIOR, 2019).

A agricultura familiar e a produção de leite possuem relevância nacional em termos econômicos e sociais, reduzem o êxodo rural e aumentam a diversidade dos sistemas de produção, contribuindo para o desenvolvimento dos municípios de pequeno e médio porte. De acordo com dados do IBGE (2020), o Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de leite do Brasil, com uma produção anual de 4,2 bilhões de litros da produção brasileira.

No Rio Grande do Sul existem 365.052 estabelecimentos agropecuários, que totalizam uma área de 21,7 milhões de hectares. Aproximadamente 42% da área desses estabelecimentos agropecuários é ocupada por pastagens e por lavouras permanentes e temporárias. As cidades de Lajeado e Estrela encontram-se entre as microrregiões com maior número de estabelecimentos familiares, na região do Vale do Taquari, correspondendo a 5% da área total destes estabelecimentos no Estado (IBGE, 2019).

Devido ao modelo de agricultura implantado na região, em que se utiliza intensivamente o solo, a declividade é um dos fatores que aumenta a suscetibilidade à degradação, diminuindo a sua qualidade, a sua conservação e dos recursos naturais, além da capacidade produtiva. Por isso, a região é desafiada a buscar, cada vez mais, alternativas para a conservação de suas terras (DIEDRICH; BIONDO; BULHÕES, 2021).

As boas práticas na propriedade também impactam nos aspectos relacionados à qualidade da água utilizada na dessedentação animal, uma vez que ela possa estar associada à contaminação microbiológica, física ou química do leite (TRONCO, 2013; ROCHA et al., 2016).

O ambiente em que os animais ficam alojados também é um meio que contribui para a contaminação de organismos psicotróficos, isso ocorre devido ao contato direto da pele dos tetos e do úbere dos animais. Portanto, a água utilizada na dessedentação animal deve ser de boa qualidade devendo estar em conformidade aos padrões exigidos pela Resolução CONAMA 357 (CONAMA, 2005).

Este trabalho está vinculado ao Projeto de Sustentabilidade Ambiental em Propriedades Leiteiras da Região do Vale do Taquari, que propõe metodologia para a avaliação da sustentabilidade ambiental das propriedades rurais que atuam com a produção leiteira na região, buscando a elaboração deste diagnóstico e propostas de soluções e inovação em metodologia a partir da transferência efetiva de conhecimento para a Gestão Pública objetivando a melhoria de processos, sistemas e atendimentos bem como interagir com os órgãos de assistência técnica, extensão rural e produtores rurais para adequar o processo produtivo às exigências legais ambientais e práticas de produção sustentáveis.

A relevância deste estudo consiste em relacionar a qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e as características do solo de

propriedades rurais. Estudos relacionados a essa temática apontam resultados com contaminação nas análises de águas destinadas à dessedentação animal e abastecimento humano na região do Vale do Taquari, apontando a pecuária como uma de suas causas (GUERRA, et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2014; BORTOLI et al., 2018), além disso, alguns estudos apontam que amostras de leite cru apresentaram valores altos para os parâmetros microbiológicos (MONTEIRO, 2016; AMORIM, 2017; SCHMIDT et al., 2020).

2 Revisão bibliográfica

2.1 Pecuária leiteira no Brasil

O leite é essencial à alimentação humana, sendo produzido em longa escala por todo o mundo. Sua importância pode ser observada principalmente em países considerados em desenvolvimento e em sistemas de agricultura familiar. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de leite em nível internacional, ocupando a quinta posição (FAO, 2016). Além disso, no Brasil, o leite está na lista dos seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, sendo essencial no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

A produção leiteira em território nacional abrange 80% dos municípios, sendo caracterizada pela sua diversidade estrutural, socioeconômica, cultural e climática, além de aspectos relacionados a alimentação do rebanho e a qualidade do leite (SOUZA et al., 2009; CORREA et al., 2018). A pecuária leiteira no Brasil está em constante desenvolvimento e busca atender o mercado consumidor das cidades, assumindo importância no desempenho econômico, na formação da renda de grande dos produtores. Segundo Almeida e colaboradores (2016) a produção de leite ocorre geralmente na agricultura familiar a família que já produz leite para o consumo interno, acaba destinando o excedente para comercialização ou processamento.

Sabe-se que a criação de gado bovino é histórica em nosso país, sendo desenvolvida desde os primeiros anos após a chegada dos portugueses. Nesse contexto, o consumo de leite no Brasil está associado à exploração do gado que era trazido durante o período de colonização, como por exemplo, quando utilizado nos engenhos de cana de açúcar e posteriormente na pecuária de corte em algumas regiões do país (ALVES, 2001).

Segundo Alves (2001) no Brasil, até o início do Século XX, o leite era consumido sem tratamento, desencadeando uma série de doenças aos consumidores, isso ocorria devido ao transporte que era feito em latão, transportado pelos escravos, e entregue de porta em porta, através das carrocinhas puxadas a cavalo. A partir da década de 1920, começaram a surgir algumas indústrias de processamento e distribuição de leite, fornecendo aos consumidores leite de processo de pasteurização lenta (30 minutos à

temperatura maior que 60 °C), tecnologia que surgia no país. O leite é acondicionado em garrafas de vidro retornáveis e esse avanço oferecia aos consumidores um produto seguro com prazo de validade maior.

Em 1940 a pasteurização lenta foi substituída pela pasteurização de alta temperatura em curto tempo (HTST), desse modo, a temperatura do leite fica entre 72°C a 76°C durante o tempo de 15 a 20 segundos, seguida de rápido resfriamento. Tal avanço, aumentou a produtividade das empresas, conseqüentemente, melhoria na lucratividade (VILELA et al., 2017). Em 1970 o leite pasteurizado passou a ser condicionado em embalagens descartáveis, assim, o segmento das industrializadoras passou por um processo de inovações nos derivados de leite, concomitante surge no Brasil a ultra pasteurização, nesse processo, a temperatura do leite é elevada entre 130°C a 150°C por até 4 segundos. O intuito desse processo consistia em eliminar os microrganismos patogênicos do leite e, todos aqueles responsáveis pela deterioração do produto para que o consumidor passasse a ter um produto seguro, com maior prazo de validade e armazenado à temperatura ambiente (VILELA et al., 2017).

O agronegócio do leite no Brasil passou por mudanças importantes no decorrer dos anos, por isso, a produção do leite tornou-se uma estratégia na agricultura familiar, permitindo uma renda e possibilitando a família fazer frente às despesas essenciais (ALMEIDA et al., 2016). Ainda assim, a história mostra que, com todas as mudanças ocorridas, ainda se faz necessário, no país, um projeto de desenvolvimento rural apoiado na produção familiar (VILELA et al., 2017).

A cadeia produtiva do leite é uma das principais atividades econômicas do Brasil, com forte efeito na geração de emprego e renda e presente em quase todos os municípios brasileiros, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, ficando atrás dos Estados Unidos e da Índia (FAO, 2019), isso significa que a produção brasileira de leite cresceu significativamente nas últimas décadas. Próximos ao ano 2000, o Brasil produzia aproximadamente 19 bilhões de litros de leite, havendo o aumento de uma média de 4% ao ano, em 2014 a produção nacional teve um declínio na produção, devido à estiagem, e isso só foi revertido em 2018, quando a produção voltou a crescer atingindo a marca de 33,84 bilhões de litros (Tabela 1).

A região Sul do país, a partir de 2014, superou a produção leiteira de outras regiões brasileiras, tornando-se a principal na produção nacional, posição que vem se

consolidando a cada ano. Estima-se que até 2018, a produção sulista cresceu, em média, 4,6% ao ano (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020). O Rio Grande do Sul destaca-se no sistema de produção familiar, pois a produção de leite consolidou-se como atividade âncora na composição da renda dos pequenos agricultores, impactando no desenvolvimento regional, principalmente por fatores ligados a absorção de mão de obra, grande alcance social e agregação de valor na propriedade (BERRO et al., 2014). Outro fator que deve ser levado em consideração é a influência da colonização europeia que permite observar nessa região maior modernização da agricultura e de estruturas de organização, como o cooperativismo, facilidade na captação de recursos e créditos governamentais e favorável número de estabelecimentos familiares de agricultura (COUTO, 2003; COSTA, VIZCAINO; COSTA, 2020), ainda assim, é necessário que haja a adoção de medidas para melhorar a competitividade e promover o crescimento da agricultura familiar (BEBER; THEUVSEN; OTTER, 2018).

Tabela 1 – Crescimento da produção brasileira de leite entre os anos de 1997 e 2018. (adaptado de ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Região	Produção (bilhões de litros de leite)		Variação (bilhões de litros)	Taxa de crescimento (% ao ano)
	1997	2018		
Norte	0,841	2,294	1,453	4,7
Centro-Oeste	2,695	4,108	1,413	1,9
Nordeste	2,389	4,384	1,995	2,8
Sudeste	8,396	11,466	3,070	1,4
Sul	4,345	11,588	7,243	4,6
Brasil	18,666	33,840	15,174	2,7

Atualmente, o Rio Grande do Sul é o terceiro estado brasileiro com maior produção de leite, ficando atrás de Minas Gerais que lidera a atividade leiteira e Paraná (Tabela 2). Além disso, a cadeia produtiva do leite possui características peculiares que não são encontradas em outro segmento, como por exemplo: a forte dependência de fatores climáticos, sazonalidades, ciclos produtivos maiores entre outros (IBGE, 2018).

Tabela 2 – Produção de leite dos principais Estados brasileiros (adaptado de IBGE, 2019).

Estado	Produção (Mil Litros)	Participação-Produção Brasil (%)
Minas Gerais	9.447.549	27,11
Paraná	4.339.194	12,45
Rio Grande do Sul	4.270.799	12,26
Goiás	3.180.505	9,13
Santa Catarina	3.040.186	8,72

A produção leiteira no RS é distribuída em todo o seu território, as regiões da Fronteira Noroeste, Vale do Taquari, Serra, Produção, Celeiro, Norte e Rio da Várzea são responsáveis pela metade da produção gaúcha, somando 2,3 bilhões de litro em média no período considerado. Na região do Vale do Taquari observa-se atividade leiteira nos 36 municípios que compõem a região, caracterizada por pequenos e médios produtores rurais, que obtém sua renda associando a produção leiteira a outras atividades do setor primário.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2019), a região foi responsável pela produção de 7,9% do leite gaúcho, fazendo jus à denominação de “Vale dos Lácteos”. O Vale do Taquari produziu 336,5 milhões de litros de leite em 2019, dentre os municípios, os que mais contribuem com a produção leiteira são Estrela, Teutônia, Anta Gorda, Arroio do Meio e Vespasiano Correia. A produção de leite é importante para a região, pois reduz o êxodo rural, contribuindo para o desenvolvimento dos municípios de pequeno e médio porte (AHLERT; HAETINGER; REMPEL, 2017), além disso, contribui na geração de renda e tributos, sendo que a bovinocultura leiteira é imprescindível para o desenvolvimento do setor primário, desempenhando uma importante função socioeconômica (SIMÕES; OLIVEIRA; FILHO, 2015).

2.2 O Leite

O leite é um líquido de cor branca, de odor suave, e sabor adocicado, produzido pelas glândulas mamárias das vacas para alimentar suas crias. O leite é um alimento composto de água, proteínas, gorduras, carboidratos, minerais e vitaminas, ele tem sido cada vez mais utilizado na alimentação humana devido ao seu valor nutricional e permitindo a elaboração de vários derivados, como queijos, bebidas lácteas, manteiga, iogurtes entre outros (TRONCO, 2013; MURPHY, 2016).

É importante que haja análise das características físico-químicas e microbiológicas do leite *in natura* para confirmação de sua qualidade, segundo Menezes (2015) o controle microbiológico do leite inicia com cuidados com a sanidade animal, condições adequadas de higiene durante a ordenha, bem como em todas as etapas de seu processamento. A existência de microrganismos patogênicos no leite e seus derivados merece atenção na saúde pública e na qualidade do alimento.

Para Martins et al. (2010), Brasil et al. (2012) e Costa et al. (2017) a qualidade do leite *in natura* pode ser influenciada ao manejo do rebanho, à alimentação e ao potencial genético dos animais, à utilização de equipamentos inadequados ainda, à coleta e armazenamento do leite. A refrigeração do leite controla a multiplicação de microrganismos aeróbios mesófilos, a refrigeração abaixo de 7°C permite o crescimento de microrganismos psicotróficos, que podem produzir enzimas extracelulares que causam danos ao leite e derivados (SANTOS; FONSECA, 2007; FLORES et al., 2015). Microrganismos psicotróficos no leite podem ter origem devido a contaminação dos utensílios e equipamentos de ordenha, como também dos tetos e do úbere, água de qualidade inadequada e má higiene na ordenha (PAULO, MONTANHINI e RIBEIRO, 2021). Portanto, procedimentos de higienização empregados na cadeia produtiva do leite constituem pontos críticos para a obtenção de uma matéria-prima de alta qualidade.

A Instrução Normativa de Nº 76 de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define leite cru refrigerado como " (...) o produto produzido em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção oficial, apresentando características sensoriais de um líquido branco opalescente homogêneo e odor característico" (BRASIL, 2018, p.1).

Objetivando a qualidade do leite, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), dispõe sobre a produção, identidade e qualidade de leite, regulamentando que as instalações devem ser mantidas sob condições adequadas de limpeza e higiene, tendo ponto de água corrente de boa qualidade para lavagem de latões e de utensílios de coleta e que a qualidade microbiológica da água utilizada na limpeza e sanitização constitui ponto crítico no processo de obtenção e refrigeração do leite. Estabelece que a fonte de abastecimento de água deva assegurar um volume compatível com a produção, devendo ser de boa qualidade e apresentar, obrigatoriamente, característica de potabilidade e ainda, que o leite cru refrigerado como sendo o leite oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias refrigerado a uma temperatura máxima de 7°C na propriedade rural/tanque comunitário e 10°C no estabelecimento processador e transportado até um posto de refrigeração de leite ou estabelecimento industrial em carro-tanque isotérmico, embora não preconize parâmetros para contagem de bactérias psicotróficas (BRASIL, 2018).

2.3 A Água no meio rural

A dependência da água doce é um fator indispensável para a sobrevivência dos seres vivos, desenvolvimento cultural e econômico das civilizações passadas e presentes. O acesso à água tem natureza essencial para a sustentação da vida, além do seu caráter de suporte para as atividades econômicas e o desenvolvimento (TUNDISI, 2011).

A água já é escassa para mais de um bilhão de pessoas no planeta. Se medidas urgentes não forem adotadas, um terço da população pode ficar sem água adequada para consumo em 2025. Esta possibilidade de escassez de água também afeta o gado, e, portanto, todos os procedimentos de uso da água na produção animal devem ser revistos (ARAÚJO et al., 2010a).

A água, considerada o solvente universal, é o principal suporte à vida e tem sido, de forma crescente, fundamental para atividades econômicas importantes como irrigação, criação de animais, geração de energia, processos industriais, navegação, higiene e lazer. A água teve importância econômica a partir do Relatório Mundial das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Recursos Hídricos de 2016 (UNESCO, 2016), o qual informa que três quartos dos empregos no mundo dependem da água. Os vários usos da água são um fator-chave para a criação de empregos, tanto os diretamente relacionados à gestão desse recurso, quanto aqueles em setores econômicos que fazem uso intensivo de recursos hídricos, como a agricultura, a pesca, a energia, a indústria e a saúde.

A água é um bem natural disponível em 71% da superfície da Terra, encontra-se nos oceanos, na forma de água salgada e em grandes aquíferos na forma de água doce (DOZZO, 2011). A água é importante para a vida de todos os organismos, desempenhando diversas funções como o transporte de substâncias na corrente sanguínea, regula a temperatura do corpo e intervém em todas as transformações que ocorrem no interior do organismo (SATAKE et al., 2012).

O Brasil apresenta variações climáticas, geológicas, relevo, vegetação, recursos hídricos, desenvolvimento econômico, social e de distribuição da população. Possui aproximadamente 13% da água doce do mundo, desta, mais de 73% da água doce superficial encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos que 5% da população total do país. Por outro lado, apenas 27% dos recursos hídricos superficiais brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem aproximadamente

95% da população brasileira. Mesmo dispondo de recurso hídrico abundante, em virtude de sua má distribuição e má utilização, o Brasil não está livre da ameaça de uma crise de desabastecimento (CASALI, 2008; PARREIRA; ORLANDO; MOURÃO, 2019).

A agricultura e o desenvolvimento urbano, ao longo do tempo, foram responsáveis por devastar parte da mata ciliar, que retinha agrotóxicos e fertilizantes. No setor rural, ocorre o maior desperdício por conta de métodos de irrigação não otimizados, canos furados e tubulações antigas (MARAFANTE; SILVA, 2006; LOURENÇATO, 2010).

Segundo Galizoni e Ribeiro (2011) e Lima (2018) o meio rural brasileiro consome muita água devido ao processo de irrigação (70% do consumo total), é neste campo que grandes empresas consumidoras e fiscalizações comunitárias lutam entre si na questão da água, sendo também possível observar as consequências ambientais, sociais e econômicas do uso concentrado dos recursos hídricos.

O meio rural ainda que, visto como um refúgio do estresse e da poluição, atualmente, já não pode mais ser visto como um local isolado da civilização, isso se deve ao crescente desenvolvimento no setor agropecuário, aumento das pequenas propriedades rurais associadas à intensiva produção (ODUM, 2008). As principais interferências nos recursos hídricos, no meio rural, ocorrem por meio da destruição das áreas de vegetação permanentes, pela utilização de agrotóxicos e manejo inadequado da destinação dos dejetos animais e humanos (GONÇALVES, 2003).

Amaral et al. (2003) afirmam sobre a importância em buscar o conhecimento da realidade rural, sendo esta, caracterizada por populações com menor acesso às medidas de saneamento e pela presença de atividades agropecuárias que podem ser altamente impactantes ao meio ambiente e que podem interferir na qualidade da água.

Nas propriedades rurais a água também assume grande importância, sendo utilizada para dessedentação animal e em atividades relacionadas à ordenha e lavouras (MAY et al., 1999). A água quando captada de poços ou nascentes no meio rural pode apresentar contaminação por coliformes, pois geralmente os poços não são vedados corretamente ou não possuem cuidados especiais para a proteção da canalização de água e que não haja contaminação (AMARAL et al., 2003; LIBÂNIO et al., 2006). O impacto da qualidade da água na qualidade do leite pode ser direto ou indireto devido a alterações físico-químicas e/ou microbiológicas. Sem monitorá-la, o produtor e a indústria de laticínios podem ter perdas econômicas significativas, sobretudo pelo

aumento da contaminação do leite por microrganismos deteriorantes e até mesmo por patógenos (CERQUEIRA et al. 2006).

As atividades desenvolvidas no solo também podem influenciar nos recursos hídricos, uma vez que o uso inadequado das áreas próximas aos rios e reservatórios pode gerar processos erosivos, compactação do solo, assoreamento e perdas qualitativas e quantitativas de água (SILVA; AZEVEDO; LEITE, 2010).

A qualidade da água é um conceito relativo, está diretamente associada ao uso a que ela se destina: abastecimento público, irrigação, indústria, transporte e manutenção da vida aquática, entre outros. Dessa forma, o sistema de avaliação da qualidade será diferente, a água de qualidade é aquela que atende aos padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos responsáveis, Ministério da Saúde, afirmando que a água deve atender as condições necessárias para o consumo, estando também em conformidade com padrão microbiológico (coliformes totais e termotolerantes), (CASALI, 2008; BRASIL, 2011; SOUZA et al., 2014).

Atualmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) é a instituição que acompanha e recomenda os valores máximos permitidos aos padrões de potabilidade da água, a partir de estudos toxicológicos realizados em diferentes revistas e eventos científicos, alguns países, como nos Estados Unidos, Canadá e na Comunidade Europeia. Mesmo assim, a qualidade da água ainda é um desafio do mundo moderno. A OMS estima que 25 milhões de pessoas no mundo morram por ano devido a doenças transmitidas pela água, indicando ainda que, nos países em desenvolvimento, 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável.

Nesse contexto, Branco (2010) aponta que, para a dessedentação de animais, a água deve apresentar-se isenta de substâncias químicas e de organismos patogênicos prejudiciais à sua saúde. A quantidade diária de água exigida por bovinos é influenciada por fatores como a temperatura ambiente, peso, idade, fase de vida do animal e o consumo de matéria seca. O fornecimento inadequado de água diminui o consumo alimentar prejudicando o desempenho do animal, principalmente em relação ao leite (MARINO, 2006).

Atualmente, no Brasil, o padrão de qualidade para águas está estabelecido na Resolução nº 397 de 2008 que altera o artigo 34 da Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de

lançamento de efluentes” (CONAMA, 2005. p. 01). O enquadramento dos corpos hídricos como um instrumento de gestão visa assegurar que as águas obtenham a qualidade necessária para a realização dos usos mais exigentes a que forem destinadas, sendo assim, foram criadas classes para águas doces, com cinco categorias (especial, 1, 2, 3 e 4), e águas salobras com quatro categorias (especial, 1, 2, 3). Quanto maior o valor da classe, menor a qualidade da água e mais restrito o seu uso (ANA, 2020).

As águas que apresentam valores inferiores ao grau de exigência de qualidade, podem ser aproveitadas em classe de uso com grau de exigência menor, conforme é apresentado na Figura 1.

Classe	Descrição
I - classe especial: águas destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
II - classe 1: águas que podem ser destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
III - classe 2: águas que podem ser destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) e) à aquicultura e à atividade de pesca.
IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) e) à dessedentação de animais.
V - classe 4: águas que podem ser destinadas:	<ul style="list-style-type: none"> a) à navegação; b) b) à harmonia paisagística.

Figura 1 – Quadro de classificação dos corpos de água segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Conforme a classificação dos corpos de água, estabelecida na Resolução, as águas doces classe 3 podem ser destinadas à dessedentação animal desde que apresentem parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme a descrição prevista em lei.

Os parâmetros físico-químicos (Figura 2) e microbiológicos (Figura 3) exigidos pela Resolução CONAMA N° 357 (2005) estão descritos no Art. 14, 15 e 16 conforme ilustram as figuras a seguir.

Parâmetro	Unidade de Medida	Classe III
pH	Potencial hidrogeniônico	6,0 a 9,0
Cor	mg Pt/L	75
Turbidez	NTU	Até 100
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 4
Condutividade elétrica	µS/cm ou mS/cm	≤ 100 µS/cm
Coliformes totais	NMP	Não definido
Coliformes termotolerantes	NMP	Até 1000

Figura 2 – Quadro de valores de parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados e valor de referência permitido pela Resolução CONAMA N° 357/2005 (adaptado Resolução CONAMA N° 357/2005).

Classe- Água doce	Artigo	Coliformes termotolerantes	Unidade de medida (mililitro)	Mínimo de amostra/ano
Classe III Se refere dessedentação de animais criados confinados	Art. 16	1000	100	6 amostras/ano

Figura 3 – Quadro de valores de coliformes termotolerantes permitidos pela Resolução CONAMA No 357/2005 (Adaptado Resolução CONAMA No 357/2005).

Segundo o Cetesb (2018), para verificar a qualidade da água, podem ser aplicados índices que gerem valores das condições do ambiente estudado. Esses índices representam uma média de algumas variáveis em um único número e podem ter diferentes focos de acordo com o que se pretende verificar. O uso destes índices

não dispensa avaliações mais detalhadas, são eficientes para o acompanhamento da evolução da qualidade da água e cada vez mais utilizados em processos decisórios.

2.4 Solos

Os solos são caracterizados como recurso natural finito, ou seja, a sua perda e degradação não é recuperável dentro de uma geração (POSTALI, 2015; COSTA e LAWALL, 2017). São encontrados em diferentes posições da paisagem e constituídos por minerais orgânicos com potencial para o desenvolvimento da vegetação. Sua origem resulta da alteração das rochas e sedimentos pela ação de variações climáticas e de organismos vivos ao longo do tempo. No Rio Grande do Sul, a combinação da diversidade geológica, climática e de relevo originou uma variedade de tipos de solos que contribuíram para diferentes padrões de ocupação das terras, do seu uso agrícola e desenvolvimento regional (BISSANI et al., 2008; STRECK et al., 2008).

Os microrganismos devido a sua sensibilidade e variações que exercem no ambiente. Eles estão relacionados com a qualidade ambiental, manutenção dos ecossistemas, desempenhando a decomposição de resíduos orgânicos, transformações biogeoquímicas e ciclagem de elementos como nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S), síntese de substâncias húmicas, a fixação de nitrogênio atmosférico, agregação do solo e degradação de compostos químicos sintéticos que são gerados pela atividade antrópica e que estão presentes em diversos materiais como é o caso dos agrotóxicos (CERETTA; AITA, 2008). As atividades antropogênicas podem causar modificações nos fatores químicos e físicos do solo, pela adição ou remoção dos elementos (adubação, calagem, exportação por colheita) e por práticas de cultivo (plantio convencional ou direto) que causarão impacto na comunidade biológica.

O solo possui propriedades pedogeomorfológicas físicas, químicas e mineralógicas que regem sua classificação, aptidão e limitação quanto ao seu uso, sendo os levantamentos de solos os responsáveis por descrever e apresentar suas características em uma determinada área (MILLER; SCHAETZL, 2012). O conjunto de atributos morfológicos (textura, espessura, cor, a cerosidade, entre outros), são utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), permitindo a distinção das diferentes classes de solos no Brasil, podendo inferir em outras

características não observadas no perfil do solo e contribuindo na compreensão do comportamento do solo e do seu uso (EMBRAPA, 2006).

Nos solos dos sistemas agrícolas brasileiros, o grupo de bactérias mesófilas é o predominante, estudos relacionados à ecologia e sua relação em determinados ambientes são fundamentais para entender seu comportamento. Cada vez mais sabemos que a contaminação do leite por bactérias psicrotróficas é um fator que interfere negativamente na produção de leite *in natura*, representando até 75% de toda a microbiota do leite quando ele estiver comprometido. Além disso, esses microrganismos estão dispersos na natureza, sendo encontrados na água, no solo, nas plantas, nos animais e no ar (CERVENY; MEYER; HALL, 2009). Os microrganismos psicrotróficos tem a capacidade de se desenvolver durante o resfriamento do leite, sendo capazes de se multiplicar em baixas temperaturas (menor ou igual a 7 °C) e os microrganismos mesófilos são capazes de se multiplicar em temperaturas ambientes a temperaturas elevadas (20 °C e 40 °C) (PAULO; MONTANHINI; RIBEIRO, 2021).

A região do Vale do Taquari apresenta características fisionômicas peculiares, as formações florestais existentes no Rio Grande do Sul apresentam características diversificadas. Existem duas principais formações vegetais, Floresta Estacional Decidual (FED) e Floresta Ombrófila Mista (FOM), também conhecida como a Mata de Araucária, caracterizada pelo seu relevo fortemente ondulado (MARCHIORI, 2012), enquanto a Floresta Estacional Decidual, também chamada de Floresta Tropical Caducifólia é caracterizada por duas estações climáticas demarcadas durante o ano, são identificadas em duas situações distintas: na zona tropical, apresentando uma estação chuvosa seguida de período seco e na zona subtropical, sem período seco, porém, com inverno frio, temperaturas médias mensais menores ou iguais a 15 °C (IBGE, 2012).

A porção norte do Vale do Taquari apresenta áreas planas e levemente onduladas formadas por solos rasos, é composta por Floresta Ombrófila Mista e pelos Campos de Cima da Serra. A vegetação apresenta-se na forma de galerias no entorno dos cursos hídricos e formando capões distribuídos aleatoriamente. Os solos desta região são utilizados principalmente para a pecuária e no cultivo de erva mate e do tabaco (ECKHARDT, 2005).

Na área do entorno deste trecho, os solos são podzólicos associados a rochas sedimentares, de baixa fertilidade natural, no vale do trecho médio e superior do rio Taquari-Antas, os solos são eutróficos, com relevo fortemente ondulado e na área do

entorno deste trecho, os solos apresentam textura argilosa associados à formação Serra Geral, com relevo ondulado a suavemente ondulado e afloramentos rochosos. No trecho superior dos afluentes, encontram-se os latossolos com relevo suavemente ondulado, utilizado para lavouras mecanizadas devido à topografia e características físicas adequadas (ECKHARDT, 2005).

Nos solos mais rasos e arenosos, predominam a atividade pecuarista, gado de corte e leite, e o cultivo de espécies vegetais energéticas: Acácia, Eucaliptos e Pinus. As formações vegetais nativas estão presentes somente em topos de morros e de forma reduzida, no entorno dos cursos hídricos, constituindo a formação vegetal ribeirinha (ECKHARDT, 2005).

Na área centro-norte da região, as declividades são classificadas por ondulada a fortemente ondulada. Os solos são rasos e na sua maioria litólicos, predominando culturas anuais de subsistência familiar e culturas alternativas, como cultivo de erva-mate, tabaco e hortifruti cultura. A região norte do Vale do Taquari é caracterizada por apresentar áreas planas e levemente onduladas formadas por solos rasos, os solos da região são utilizados principalmente para a pecuária, no cultivo de erva mate e do tabaco, as culturas anuais ocorrem de forma esporádica (ECKHARDT, 2005).

A preservação dos solos agrícolas por meio do manejo é essencial para a sua conservação, auxiliando no aumento da produtividade das culturas. É importante ressaltar a importância das plantas na cobertura dos solos (ALVARENGA et al. 2001). As plantas de cobertura produzem fitomassa, contribuindo na formação de uma palhada sobre o solo, que aumenta a retenção de água e diminui sua perda por evaporação, reduzindo a variação de temperatura, o impacto das gotas de chuva e os efeitos da erosão. Essa estratégia sustentável gera efeito nas propriedades químicas do solo graças à reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, principalmente as espécies de sistema radicular profundo, diminuindo, ainda, as perdas de nutrientes por lixiviação (CARVALHO et al. 2014).

Segundo Reynolds et al. (2002), a qualidade física do solo é um elemento de sustentação do solo, influenciam no crescimento radicular, armazenamento e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica do solo. Os atributos químicos do solo como pH, salinidade, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC), grau de saturação em bases, disponibilidade de nutrientes, bem como a concentração de elementos, metais pesados, contaminantes ou macronutrientes são essenciais para o crescimento da vegetação (COMIN; LOVATO, 2014). Outros atributos

também podem ser mencionados, como teor de matéria orgânica, o pH, os teores de fósforo e alumínio tóxico no solo. A matéria orgânica aumenta a retenção e a infiltração de água no solo, aumenta a capacidade de troca de cátions, a resistência à erosão, a atividade biológica do solo, a estabilidade dos agregados, a troca de gases com o ambiente e a disponibilização de nutrientes para as plantas. O pH está relacionado à degradação dos solos (aos níveis de acidez), pois acaba afetando a população microbiana, a disponibilidade de nutrientes às plantas e a decomposição de matéria orgânica (RODRIGUES et al., 2017).

Cardoso et al. (2013) trabalhando com plantas de cobertura e espaçamentos concluíram que o cultivo das espécies de plantas de cobertura altera os teores de potássio e fósforo e não modifica os demais atributos químicos do solo, independente do espaçamento utilizado entre as plantas. Quanto mais protegida, pela cobertura vegetal, estiver a superfície do solo contra a ação da chuva, menor será a propensão do solo à erosão. Além de aumentar a quantidade de água interceptada, a vegetação amortece a energia de impacto das gotas de chuva, reduzindo a destruição dos agregados, a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo. A cobertura vegetal na superfície do solo também reduz a velocidade do escoamento superficial pelo aumento da rugosidade hidráulica do seu percurso. O manejo inadequado dos solos expõe as intempéries induzindo a perda das suas propriedades físicas, biológicas e químicas, bem como a erosão (ARAÚJO et al., 2010b).

O solo já foi considerado um meio de suporte às plantas, um fornecedor de elementos nutritivos e intemperismo de rochas (ESPINDOLA, 2008). Entende-se que o solo é formado pelo conjunto de componentes que atuam interligados para proporcionar a sua sobrevivência, temos os componentes abióticos como material de origem, clima, tempo, luminosidade, vento, condições químicas e físicas, e componentes bióticos que incluem os seres vivos, como a fauna, a flora e microrganismos. O solo é considerado um ecossistema pois é composto pelos componentes bióticos e abióticos, e qualquer alteração de um único componente podem causar mudanças no sistema natural, e conseqüentemente, pode gerar um desequilíbrio (MOREIRA et al., 2013).

O uso do solo é um dos indicadores essenciais para avaliar problemas ambientais, o Código Florestal Brasileiro e a Lei Federal estabelecem o emprego das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais, estas correspondem às matas ciliares, entorno de nascentes, áreas com declividade acentuada, topos de morros e percentuais de reserva em cada estabelecimento rural. Dessa forma, ele

interfere na criação de condições adequadas para o fortalecimento da produção agrícola e da criação animal, e, portanto, pode ser classificado pelos componentes químicos, físicos e biológicos, que apresentam características como: textura, tonalidade, fertilidade, minerais e outros (EMBRAPA, 2006).

Os solos tem a finalidade de organizar o conhecimento sobre o solo e facilitar o entendimento sobre os solos, utilizando como base de classificação, os horizontes diagnósticos dos perfis (STRECK et al., 2008; HARTEMINK; MINASNY, 2014). Ela agrupa os solos em classes conforme suas semelhanças, separando em classes distintas conforme suas diferenças. Os critérios utilizados são as características e as propriedades morfológicas, física, química e mineralógicas (STRECK et al., 2008).

Streck et al., (2008) definem doze classes de solos para o Rio Grande do Sul: Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Espodossolo, Gleissolo, Latossolo, Luvissolo, Neossolo, Nitossolo, Organossolo, Planossolo, Plintossolo e Vertissolo. Para a região aqui em estudo, os municípios do Vale do Taquari, não existem estudos de solos a nível semi detalhado ou detalhado. Os solos nessa região são utilizados para práticas agrícolas, pecuaristas, plantio para consumo próprio e do gado.

A região possui uma caracterização peculiar quanto ao relevo, áreas mais planas, localizadas na porção sul e central do Vale, o solo aluvial argiloso favorece a agricultura (milho e soja, por exemplo), nas demais áreas os solos são rasos e arenosos, predominando a pecuária e plantação de espécies exóticas (Eucalipto e Pinus, por exemplo) e na porção norte há declividade e parte mais rasas, logo, solos rasos e litólicos, predominando a pecuária e a horticultura (REMPEL; MAJOLO, 1999; ECKHARDT, 2005). O mapa a seguir, apresenta a classificação de solos (Figura 4), da região em estudo, baseado pelos levantamentos Embrapa e Radambrasil (BRASIL, 1973).

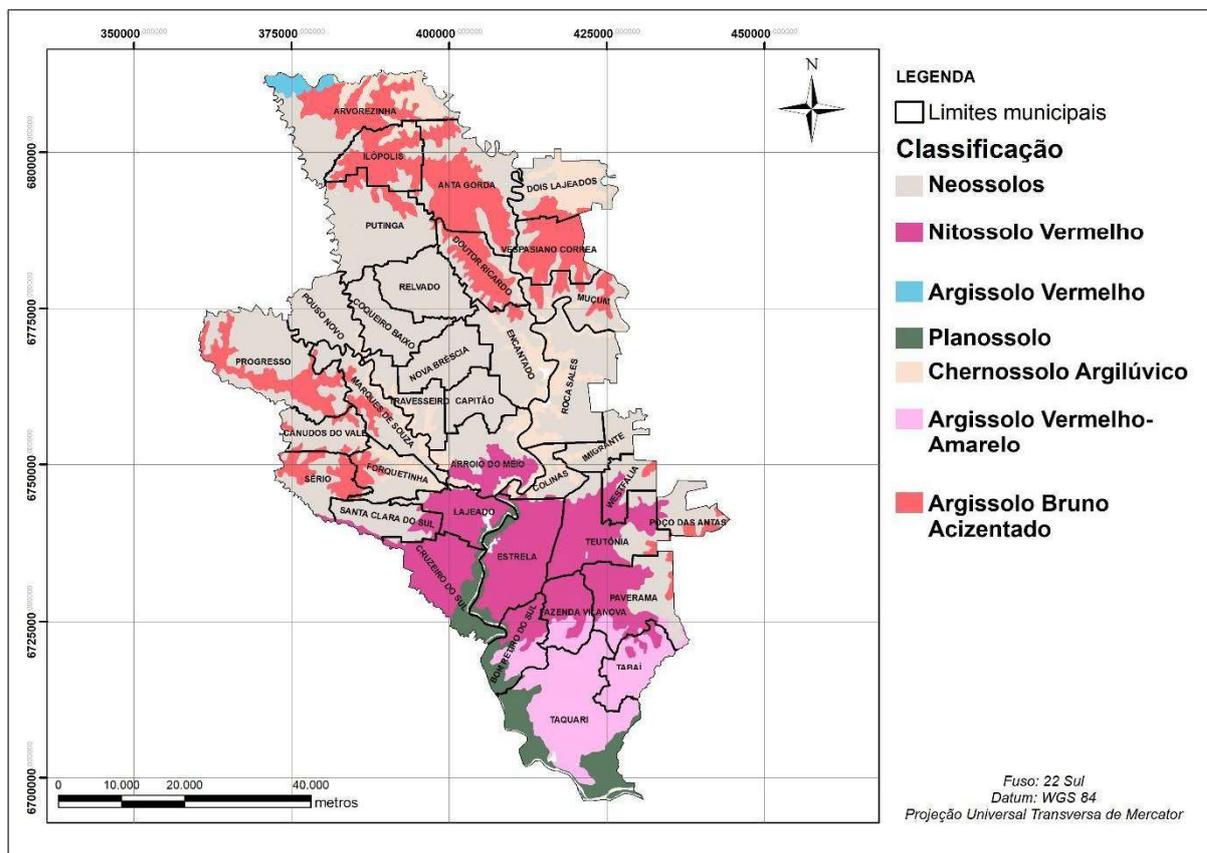


Figura 4 – Mapa de classificação dos solos na região do Vale do Taquari. (adaptado de EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).

Destaca-se que conforme o mapa, o solo predominante, principalmente na porção central, são os solos neossolos. Esse tipo de solo é caracterizado por ser pouco desenvolvido, normalmente apresenta um único horizonte constituído com materiais primários e blocos de rocha semi intemperizado de diversos tamanhos, portando pedregosidade e rochosidade na superfície, dessa forma não possuem alto potencial agrícola, devido às condições relacionadas a argila, isso impacta no relevo do local, tornando-o plano a montanhoso (ECKHARDT, 2005; LEPSCH, 2016).

São observados que a região é formada por nitossolo vermelho na porção sul, seguida de solo argissolo bruno-acizentado. Nitossolos compreendem solos de aptidão agrícola, possuem potencial produtivo, além disso, são solos minerais de cor vermelho-escuro à arroxeada, oriundos do intemperismo de rochas ricas em minerais ferromagnesianos (EMBRAPA, 1999).

Quanto ao argissolo bruno-acizentado caracterizam-se por ter argila de alta atividade e concentração acentuada no horizonte subsuperficial, resultam de siltitos e arenitos, além disso, a vegetação primária desse solo é composta de floresta estacional

decidual. Para uso agrícola, são solos de má drenagem e baixa fertilidade, sendo suscetível à erosão evidenciado as voçorocas. Por isso, são solos utilizados para pastagem e alguns cultivos (milho e soja, por exemplo) (EMBRAPA, 1999).

Os argissolos vermelho amarelo são solos minerais, dependendo do material de origem, pode apresentar cascalho, a fertilidade natural é variável. Estes solos podem desenvolver-se de diferentes materiais de origem, porém são sempre pobres em ferro. Este fato é responsável pelos baixos teores totais de óxidos de ferro. Sendo utilizados com pastagens e culturas de subsistência (EMBRAPA, 1999).

Os solos argissolos vermelho escuro se diferem do argissolo vermelho amarelo pela coloração e teor de óxidos de ferro mais elevado. Ainda, podem apresentar características intermediárias com outras classes de solos, como pouco desenvolvimento de estrutura e cerosidade. Quando a fertilidade é elevada e não há pedregosidade, são solos agricultáveis. Sendo indicados para situações em que não é possível grandes aplicações de capital para o melhoramento e a conservação do solo e das lavouras, o que é mais comum em áreas de agricultura familiar (EMBRAPA, 1999).

Os argissolos bruno acizentado são solos minerais, desenvolvem-se a partir de rochas sedimentares de granulação fina (argilitos, siltitos e folhelhos), ou a partir de rochas do embasamento cristalino ou de efusivas ácidas e intermediárias. Ocorrem em solos de relevo desde suave ondulado até forte ondulado, são solos que apresentam comumente grande susceptibilidade a erosão hídrica, principalmente nas áreas de relevo mais movimentado. Possuem fertilidade variável, sendo nas culturas com uva, feijão, milho, batatinha, fumo, pastagem, pêssego e erva-mate (EMBRAPA, 1999).

Os planossolos são solos típicos de áreas baixas, onde o relevo permite excesso de água permanente ou temporário, ocasionando fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas indicativas de gleização. Em geral, são solos mal ou imperfeitamente drenados, a principal limitação ao uso agrícola destes solos é a má drenagem, dificultando o manejo pelo excesso de umidade. É utilizado nas lavouras de arroz irrigado e pastagens (EMBRAPA, 1999).

Os chernossolos (brunizem avermelhado, conforme Figura 4) são constituídos geralmente por perfis pouco profundos (50-100 cm) apresentando pedras à superfície e/ou misturadas à massa de solo. São solos de fertilidade natural muito elevada, com altos valores de pH e nulos ou muito baixos teores de alumínio trocável. Desenvolvem-se quase sempre de rochas básicas ricas em cálcio e magnésio ou rochas que

apresentam lentes ou intercalações de calcário. Caracterizam-se por ser de ótima fertilidade, são áreas intensamente utilizadas com cultivos anuais como trigo, milho, feijão e alfafa, além da pecuária leiteira (EMBRAPA, 1999).

2.5 Estudos relacionados ao solo e água e sua influência no leite *in natura*

A fim de se obter um produto lácteo de qualidade, a higiene é um ponto relevante, autores como Neves et al. (2019) afirmam que as variações sazonais alteram a qualidade do leite, sendo necessário um melhor controle durante período chuvoso, pois, a umidade ambiental propicia o acúmulo de lama no úbere da vaca, aumentando a ocorrência de contaminação no momento da ordenha. A qualidade da água utilizada na limpeza dos equipamentos também é uma fonte de contaminantes ao leite (VOGES et al., 2015).

A água é um dos componentes mais importantes na produção do leite, seja nas funções metabólicas ou na regulação térmica do animal. A limitação do consumo reduz o desempenho de maneira abrupta, sendo a água mais essencial do que qualquer outro nutriente. O consumo inadequado da água limita a produção de leite em 10-20%. Em locais de aguadas naturais tais como açudes, córregos ou riachos é comum haver contaminação por dejetos dos próprios animais, o que reduz a palatabilidade da água e conseqüentemente o consumo (ORSOLIN, 2019).

O acesso direto de bovinos às fontes naturais ocasiona maior degradação do ambiente comprometendo a qualidade da água (BORTOLI et al., 2018) podendo levar à sua contaminação. Os produtores juntamente com profissionais da área poderiam estar buscando alternativas para preservar o entorno das fontes, e com isso, evitando o pisoteio, erosão, além de ofertar bebedouros higienizados para a dessedentação animal (COIMBRA, 2007).

Estudos realizados por Bica et al. (2006) mostraram que bovinos com acesso à água de fontes artificiais, bebedouros, apresentaram melhores resultados em seu desempenho nutricional do que os que consumiam água de açudes. Portanto, práticas relacionadas à qualidade de água se fazem necessárias, os bebedouros grandes com boias de alta vazão para que todos os animais bebam à vontade é uma ferramenta válida, uma vez que uma vaca pode tomar até 150 litros por dia, reduzindo a ingestão quando a água for suja ou estiver em um lugar de difícil acesso.

Muitas propriedades rurais, incluindo a região do Vale do Taquari, utiliza água durante o processo de produção leiteira, que não passa por algum tipo de tratamento de sanitização. Essas águas podem conter um maior número de microrganismos do grupo coliforme termotolerante de uma ampla variedade de fontes como solo e vegetação. Se houver a utilização dessas águas para limpeza dos equipamentos de ordenha, esses microrganismos terão pouco efeito imediato sobre a carga bacteriana total do leite, mas, pode ocorrer a sua multiplicação em resíduos de leite no equipamento de ordenha. O uso de água não clorada contribui para o aumento na contagem bacteriana no leite (RAMIRES et al., 2009).

Estudos apontam que a cloração melhora significativamente a qualidade microbiológica da água ingerida por bovinos (BORTOLI et al., 2018). Corroborando com os estudos realizados pelos autores, Silva et al. (2018) avaliaram a influência da cloração da água utilizada em salas de ordenha, assim como do manejo e da infraestrutura da ordenha, sobre a qualidade microbiológica da água e do leite. Para isso, instalaram um equipamento para cloração de água, durante o período de duas semanas na caixa de água de uma determinada amostra de propriedades leiteiras, e realizaram as análises físico-químicas e microbiológicas para a água e o leite, puderam concluir que a cloração da água melhora a qualidade microbiológica da água, porém ela não afeta a qualidade microbiológica do leite.

Leira et al. (2018) apontaram que os principais fatores relacionados às características físico-químicas e microbiológicas do leite *in natura* estão relacionados aos cuidados zootécnicos e a obtenção e armazenagem adequadas do produto em propriedades rurais. Sendo que os principais fatores que contribuem para a perda da qualidade do leite estão relacionados a presença de doenças no rebanho, principalmente a mastite, a falta de higiene durante a ordenha, limpeza e sanitização inadequadas dos equipamentos de ordenha, má qualidade da água.

É válido ressaltar que a maioria das infecções bacterianas na glândula mamária ocorre durante o período entre as ordenhas, mas, pode ocorrer em situações nas quais há problemas de funcionamento do sistema de ordenha, como por exemplo, partilhar do mesmo ecossistema da vaca, como o solo, piso, cama, esterco e materiais orgânicos (LEIRA et al., 2018).

O solo é um grande aliado na fonte de pastagem para alimentar o rebanho leiteiro, nesse sentido, Martins (2007) afirma que o manejo correto da pastagem promove maior qualidade da vegetação, do solo, melhoria da sanidade animal e de todo

o ecossistema envolvido, também permite entender que a mudança para um sistema mais sustentável é possível, e que a conscientização ecológica começa através do esforço de pequenos grupos que insistem em modificar para melhor sua realidade, buscando alternativas que venham a refletir positivamente para esta e as próximas gerações.

3 Hipóteses

A hipótese da pesquisa pode ser apresentada da seguinte forma: A água de dessedentação animal e o solo no entorno dos recursos hídricos interferem na qualidade do leite. A qualidade da água impacta na qualidade do leite, por meio da higiene e limpeza, manejo de ordenha e limpeza do ambiente, além do padrão microbiológico poder influenciar na contagem de células somáticas e contagem bacteriana total (CBT). Enquanto que o solo e a água possuem comportamentos muito próximos, entende-se que haja características semelhantes, ou seja, se um parâmetro estiver anômalo no solo, este impactará na água que é utilizada no meio rural interferindo na qualidade do leite.

4 Objetivos

4.1 Objetivo geral

Relacionar a qualidade do leite *in natura* com a qualidade da água de dessedentação animal e as características do solo das propriedades rurais.

4.2 Objetivos específicos

Analisar a qualidade físico-química e microbiológica do leite *in natura* produzido em propriedades rurais do Vale do Taquari.

Analisar a qualidade físico-química e microbiológica da água de dessedentação animal das propriedades rurais.

Determinar os atributos físico-químicos dos solos, em torno das fontes de água de dessedentação animal das propriedades rurais.

Comparar os resultados físico-químicos e microbiológicos da água e do leite *in natura* com os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira.

Correlacionar os valores encontrados para os atributos dos solos, com as características físico-química e microbiológicas da água e com a qualidade do leite *in natura*.

5 Material e métodos

Neste capítulo são abordados os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo, o tipo de pesquisa, a área de estudo, a coleta de dados, a análise das amostras e estatísticas utilizadas para contemplar o objetivo.

5.1 Tipo de pesquisa

O estudo desenvolvido possui abordagem quantitativa, os dados serão quantificados, pois as amostras são representativas e os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real do alvo da pesquisa (SAMPIERI; COLLADO e LUCIO, 2006). Quanto ao objetivo, a pesquisa é um estudo explicativo, buscando identificar fatores que determinam ou auxiliam a ocorrência de fenômenos (GIL, 2010). Dessa forma, a pesquisa explicativa identificará fenômenos e fatores que estão associados à qualidade da água, leite e atributos do solo nas propriedades rurais.

Quanto aos procedimentos técnicos é classificada como experimental com coleta de dados de forma longitudinal. O método utilizado no estudo é o dedutivo, buscando confirmar a hipótese, é o método que parte dos princípios reconhecidos como indiscutíveis e verdadeiros, possibilitando chegar a conclusões de maneira lógica (GIL, 2010).

5.2 Área de estudo

O presente estudo faz parte de um projeto de pesquisa em andamento, que objetiva avaliar o índice de sustentabilidade ambiental de propriedades rurais que atuam com a produção leiteira no Vale do Taquari-RS na Universidade do Vale do Taquari - Univates.

Para concretizar a parte experimental, foi necessário contatar com as Secretarias de Agricultura e as Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) dos 36 municípios, estes, indicaram alguns produtores por município e assim, foi possível escolher uma amostra por município. Na Figura 5, são apresentados a localização e os municípios que compõem o Vale do Taquari. Devido a um termo de confidencialidade, nesta pesquisa não será informado o nome dos produtores participantes e dos municípios, bem como as coordenadas geográficas das 36 propriedades em estudo.

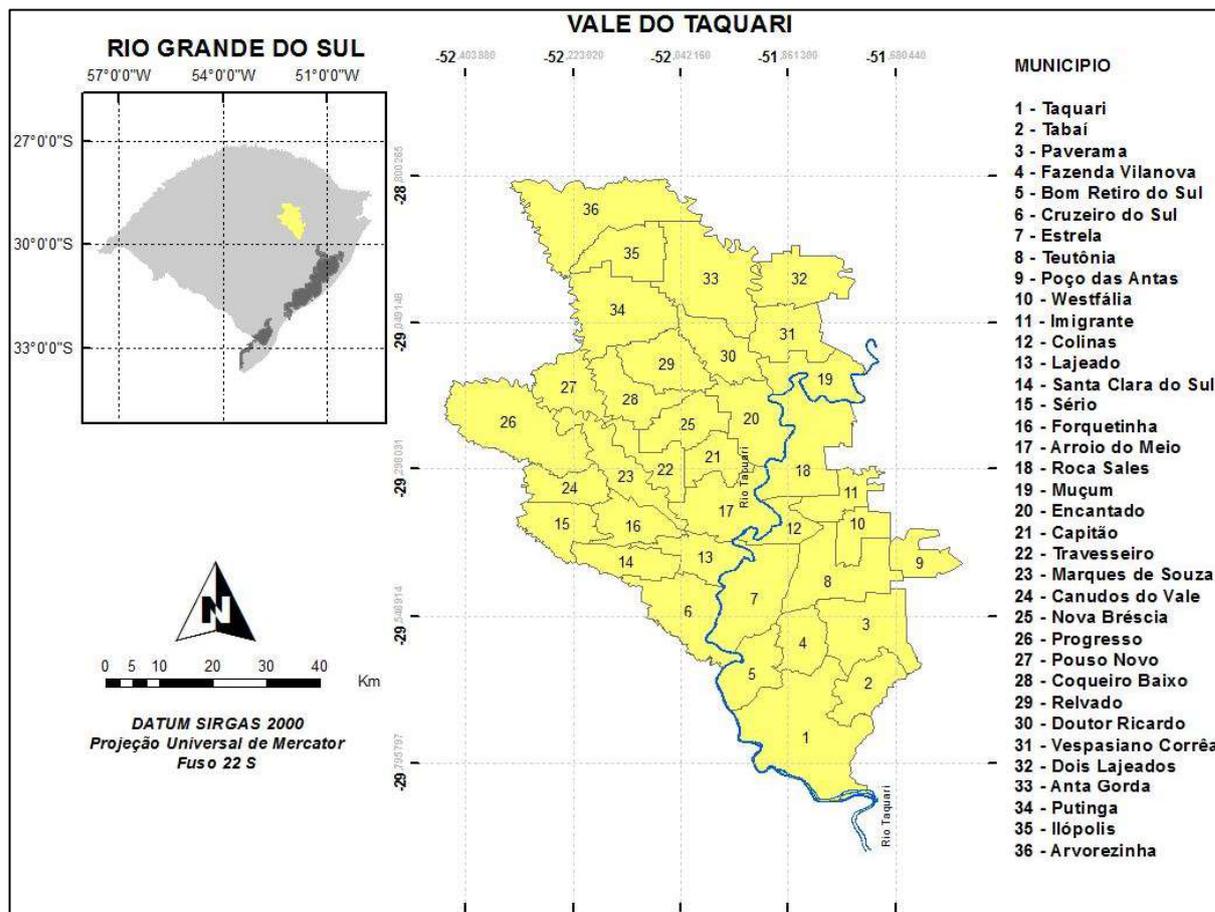


Figura 5 – Mapa de localização dos 36 municípios da Área de Estudo (Bortoli et al., 2017).

5.3 Coleta dos dados

O presente estudo deu continuidade ao projeto de pesquisa já iniciado no ano de 2013, objetivando a elaboração de um diagnóstico e propostas de soluções e inovação em metodologia a partir da transferência efetiva de conhecimento para a Gestão Pública objetivando a melhoria de processos, sistemas e atendimentos bem como interagir com os órgãos de assistência técnica, extensão rural e produtores rurais para adequar o processo produtivo às exigências legais ambientais e práticas de produção sustentáveis.

O projeto de pesquisa, no qual esse estudo está inserido, é composto por 104 propriedades rurais produtoras de leite, distribuídas em 36 municípios do Vale do Taquari. Para este estudo, foram selecionadas 36 propriedades rurais produtoras de leite para compor a amostra, ou seja, uma amostra por município, tendo como critério de seleção, que a dessedentação animal fosse realizada diretamente nas fontes d'água.

Na sequência, foram realizadas as atividades *in loco* de coletas de leite, água e solo, de acordo com o quadro mostrado na Figura 6. Estudos realizados apontam que os atributos físico-químicos do solo variam em locais de cultivo e alta intensidade agrícola e em tratamentos de períodos superiores há dois anos (SALES et al., 2009; BORGES, 2018; MICHELON et al., 2019).

Para cada uma das coletas foram utilizados metodologias e parâmetros específicos que serão detalhados posteriormente.

Atividades <i>in loco</i> (coletas)	Período quente de coleta	Período frio de coleta
Leite	Dezembro/2016 Janeiro/2017 Fevereiro/2017 Março/2017	Junho/2018 Julho/2018 Agosto/2018
Água	Dezembro/2016 Janeiro/2017 Fevereiro/2017 Março/2017	Junho/2018 Julho/2018 Agosto/2018
Solo		Junho/2017 Julho/2017 Agosto/2017

Figura 6 – Quadro de atividades *in loco* nos municípios da Área de Estudo.

Foram coletadas amostras em locais com sistema de produção de leite à base de pasto e silagem, sendo chamado de semiconfinamento, ou seja, sistema no qual os animais permanecem presos por mais de seis horas por dia, mas são soltos por algumas horas quando têm acesso à pastagem. Também, foram utilizados locais com a produção à base de pasto, onde as vacas permanecem livres durante todo o dia, com acesso à pastagem, e possam receber alimentação em algum tipo de instalação, após as ordenhas.

As coletas de água foram realizadas em corpos hídricos (arroyos, banhados e córregos) existentes na propriedade rural e utilizados para o abastecimento dos animais, com acesso livre, devido às maiores chances de contaminação por coliformes.

5.4 Coleta de Água

Para a coleta das amostras de água utilizou-se frascos *shott* esterilizados de 500 mL. Foi coletada uma amostra de água em fontes destinadas à dessedentação

animal em dois períodos: frio e quente. Para as coletas não foram inclusas partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material acidental.

O frasco fechado hermeticamente e identificado com nome do produtor, data e horário da coleta foi acondicionado em caixas isotérmicas contendo gelo, sendo em seguida encaminhadas ao Laboratório de Química Analítica e ao Laboratório de Microbiologia Didático da Univates, onde foram processadas em um período de no máximo 24 horas. As amostras de água foram coletadas e analisadas foram realizadas em duplicatas, ou seja, a confirmação de um resultado ocorreu a partir da repetição de cada análise.

5.4.1 Análises microbiológicas da água de dessedentação animal

As análises de coliformes totais e coliformes termotolerantes consistem em dois testes, um presuntivo e outro confirmativo.

Para a realização da prova presuntiva foi executada a inoculação de 10 mL das amostras em três tubos contendo Lauril sulfato de sódio em concentração dupla. Em seguida foi adicionado 1 mL de amostra em outros três tubos contendo Lauril sulfato de sódio em concentração simples. Após, foi realizada uma diluição de concentração 10^{-1} e foi adicionado 1 mL em mais uma série de 3 tubos Lauril sulfato de sódio em concentração simples, totalizando 3 séries de 3 tubos com diferentes concentrações da amostra. Após as diluições, todos os tubos foram incubados a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ de 24 a 48 horas, os resultados de NMP foram expressos a partir do *Standard Methods* (APHA, 2017).

Na prova confirmativa (coliformes totais) foi realizado o repique das amostras nos tubos que apresentaram reação positiva no teste presuntivo que foi indicado através da formação de gás nos tubos de Duran, para tubos contendo caldo Verde Brilhante Bile 2% Lactose que foram incubados a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas (APHA, 2017).

O número de colônias, expresso em NMP/100 mL, foi comparado aos parâmetros da Resolução do CONAMA, n° 357 (BRASIL, 2005), para a verificação da qualidade da água de dessedentação animal. O nível de coliformes termotolerantes, segundo a legislação para classe III, não deverá não deverá exceder o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

5.4.2 Análises físico-químicas da água de dessedentação animal

Os parâmetros físico-químicos analisados para a água de dessedentação animal foram: temperatura ambiente e da água, oxigênio dissolvido, foram analisados *in loco*. Os parâmetros: condutividade elétrica, cor, turbidez, pH, foram analisados por meio de aparelhos de rápida leitura (Figura 7). Todas as análises foram realizadas em duplicatas.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água foram comparados com a Resolução do CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005), valores da classe 3, água para dessedentação animal.

Parâmetros	Equipamento	Marca/Modelo
Cor	Colorímetro	Digimed/ DM-COR
Condutividade Elétrica	Condutivímetro	Digimed/DM-32
Oxigênio dissolvido	Oxímetro	Digimed/DM-4P
pH	pHmetro	Digimed/DM-20
Temperatura Ambiente	Termômetro de 0° a 60°	Incoterm
Temperatura da Água	Oxímetro	Digimed/DM-4P
Turbidez (NTU)	Turbidímetro	Digimed/DM-TU

Figura 7 – Parâmetros físico-químicos analisados e respectivos equipamentos utilizados.

5.5 Coleta de leite

Foram coletadas amostras de leite *in natura* refrigerado em 36 propriedades. Após a homogeneização do leite por agitação, as amostras foram coletadas com o auxílio de um coletor de aço inoxidável e frascos esterilizados, sendo em seguida identificadas com o nome do produtor, a data e horário da coleta, em seguida foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo. As amostras foram

encaminhadas aos Laboratórios de Química Analítica e de Microbiologia Didático da Univates, onde foram processadas. Foram também encaminhadas ao Laboratório do Leite - Laboratório integrante da Rede Brasileira de Qualidade do Leite (RBQL) (Unianálises/ Univates), o qual realizou as análises físico-químicas. As amostras do leite *in natura* foram coletadas e analisadas em duplicatas.

5.5.1 Análises microbiológicas do leite *in natura*

Para as amostras de leite *in natura* foram realizadas as análises de detecção e contagem de microrganismos mesófilos aeróbios e psicrotróficos, conforme a Instrução Normativa 76/2018 descreve que o leite cru refrigerado nos tanques de refrigeração deve ser coletado para análise em laboratório frequência mínima de uma amostra mensal, para avaliação de contagem padrão em placas.

Para a detecção e contagem de microrganismos mesófilos no leite *in natura* foi realizada a metodologia de diluição decimal, que consiste em pipetar 1 mL da amostra transferindo-a para um tubo contendo 9 mL de água peptonada 0,1%. A partir dessa diluição serão realizadas diluições decimais até 10^{-6} , plaqueando-se 1 mL das diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} em ágar PCA (*Plate Count Agar*) utilizando o método *pour plate* (profundidade), incubando as placas invertidas a 36 ± 1 °C por 48 horas (APHA, 2015).

Para a detecção e a contagem de microrganismos psicrotróficos foi utilizada a metodologia de diluição decimal descrita acima e o plaqueamento de 0,1 mL das diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} sobre a superfície do ágar PCA (*Plate Count Agar*) através do método *spread plate* (superfície), incubando as placas invertidas entre 7°C a 10°C por 7 a 10 dias (APHA, 2015).

As contagens de microrganismos mesófilos e psicrotróficos no leite *in natura* foram realizadas em contador de colônias, em placas que continham de 25 a 250 colônias e os resultados foram expressos em UFC/ mL de leite.

5.5.2 Análises físico-químicas do leite *in natura*

Foram realizadas as seguintes análises: teor de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, quantificação de células somáticas, extrato seco desengordurado, acidez titulável, pH, densidade relativa e índice crioscópico. As metodologias, juntamente com as referências são descritas a seguir, sendo que todas as análises realizadas em duplicatas.

Para a determinação do teor de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, células somáticas e extrato seco desengordurado as amostras foram enviadas ao Laboratório do Leite, do Unianálises - Univates, onde foram processadas. Levando-se em consideração o custo-benefício das análises concluiu-se que esta seria uma boa alternativa, além de que este laboratório realiza ensaios de controle oficial e de programas específicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. A metodologia utilizada pelo laboratório é a da *International Dairy Federation* (IDF, 2000) para a maioria das análises, exceto para a determinação das células somáticas, cuja metodologia é baseada na ISO (2006).

Para a acidez titulável os teores de acidez (unidade em ácido láctico) foram determinados por titulometria com solução padrão de NaOH 0,1 N. Com a seguinte metodologia: com o auxílio de uma pipetadora automática, foi transferido 10mL da amostra em um bécker. Em seguida foi adicionado de 4 a 5 gotas da solução de fenolftaleína 1%. A seguir, foi realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando bureta de 10 mL, até o aparecimento de uma coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos (BRASIL, 2006).

Para a determinação do pH foi utilizado um pHmetro da Digimed®. Com a seguinte metodologia: transferir, com o auxílio de uma pipeta volumétrica, 10 mL da amostra em um béquer. Agitar o conteúdo até que as partículas fiquem uniformemente suspensas. Logo após, determinar o pH, com o aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante.

A densidade relativa foi determinada através do uso do termolactodensímetro. Com a seguinte metodologia: foi transferido 500 mL de leite em uma proveta. Logo, se introduziu o termolactodensímetro limpo e seco na amostra. Foi observada a densidade aproximada. O aparelho ficou em repouso por aproximadamente 2 minutos e foi realizada a leitura da densidade na cúspide do menisco. A temperatura da amostra foi observada, é necessário que a amostra esteja a 15°C. Caso não esteja, pode-se fazer a correção para 15°C adicionando à leitura 0,0002 para cada grau acima de 15°C ou subtraindo 0,0002 para cada grau abaixo. Não foram realizadas leituras de densidade em amostras com temperatura inferior a 10°C ou superior a 20°C (BRASIL, 2006).

O índice crioscópico foi determinado através do uso do crioscópio eletrônico. Com a seguinte metodologia: Foram seguidas atentamente as instruções do fabricante do aparelho, especialmente no que se referir ao banho de refrigeração, o agitador e o procedimento de calibração com as soluções padrões -0,422°H e -0,621°H. Foi

realizada a calibração com os padrões na mesma temperatura das amostras. O volume recomendado de solução de calibração e de amostra é de 2,5 mL para cada determinação. Foram realizadas três determinações para cada amostra em 3 tubos distintos. Os resultados dos testes precisarão ser próximos, com uma tolerância de mais ou menos 2 miligraus ($\pm 0,002$ °H). Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas do leite *in natura* foram comparados com Instrução Normativa nº 76 e 77, de 26 de novembro de 2018, do MAPA (BRASIL, 2018).

5.6 Coleta do solo

Foi coletado solo em 36 propriedades rurais em áreas em torno das fontes de abastecimento para dessedentação animal durante o ano de 2017. Para isso, foi necessário percorrer a área em ziguezague, retirando amostras de 15 a 20 pontos diferentes. As amostras foram unidas em um recipiente limpo e misturadas em um balde de plástico. Dessa mistura foi retirada a quantidade de solo suficiente para encher um saco plástico com aproximadamente 1 kg. A amostra foi identificada com o nome do proprietário, data e hora de coleta e submetida à secagem, para depois iniciar as análises.

Para o processo de secagem da amostra seguiu-se a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (EMBRAPA, 2017).

5.6.1 Análises físico-químicas do solo

As amostras do solo foram encaminhadas para a Central Analítica da Unisc, sendo analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: determinação de argila, método pH- SMP, potássio, fósforo, matéria-orgânica, cálcio, alumínio, magnésio, cobre, zinco, boro, enxofre e manganês, o laboratório segue a metodologia do ROLAS (Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina). Para a análise textura do solo utilizou-se a metodologia do densímetro, foi proposto em 1926 por BOUYOUCOS (EMBRAPA, 2011) e estas foram realizadas em duplicatas no Laboratório de Engenharia da Universidade do Vale do Taquari - Univates.

As informações coletadas foram tabuladas, expressos em unidades relativas às análises realizadas e organizadas em tabelas, gráficos ou quadros utilizando o *software* Microsoft office Excel e analisados por meio de estatística descritiva (média, valores

mínimos e máximos) e inferencial (teste t e coeficiente de correlação de Pearson). A correlação é aquela medida entre duas ou mais variáveis que possuem uma relação. Para a interpretação o valor de “r” encontra-se entre -1 e +1, sendo que o $r = 0$ corresponde à não associação. Essa correlação pode ser positiva ($r > 0$) ou negativa ($r < 0$). Quanto maior o valor do r, mais forte será a associação.

Na Figura 8 são apresentados os objetivos deste estudo e respectivos métodos que foram utilizados para alcançá-los. Os resultados referentes à qualidade da água, leite e solo serão fornecidos aos produtores no final da análise dos dados e como descrito anteriormente, os dados permanecem em sigilo.

OBJETIVO	MATERIAL E MÉTODOS
Verificar a qualidade físico-química do leite <i>in natura</i> (teor de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, quantificação de células somáticas, extrato seco desengordurado, acidez titulável, pH, densidade relativa e índice crioscópico).	IN n° 76 e 77 (BRASIL, 2018). ISO 13366-2 IDF148-2:2006 ISO 9622 IDF141:2013
Verificar a qualidade microbiológica do leite <i>in natura</i> (mesófilos aeróbios e psicotróficos).	Normas estabelecidas pelo <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> (APHA, 2015). NÖRNBERG et al., (2009)
Analisar a qualidade físico-química da água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, cor verdadeira, condutividade elétrica).	Equipamentos: Colorímetro (Digimed/DM-COR); Condutivímetro (Digimed/DM-32); Oxímetro e temperatura da água (Digimed/DM-4P); Temperatura ambiente (termômetro Incoterm); pHmetro (Digimed/DM-20); Turbidez (Digimed/DM-TU)
Analisar a qualidade microbiológica da água (coliformes totais e coliformes termotolerantes)	Normas estabelecidas pelo <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , (APHA, 2017).
Identificar os atributos físico-químicos do solo (determinação de argila, método pH- SMP, potássio, fósforo, matéria-orgânica, cálcio, alumínio, magnésio, cobre, zinco, boro, enxofre e manganês).	ROLAS (2016). BOUYOCOS (EMBRAPA, 2011). EMBRAPA (2017).
Comparar os resultados físico-químicos e microbiológicos da água com a legislação brasileira vigente.	CONAMA, n° 357 (BRASIL, 2005).
Comparar os resultados físico-químicos e microbiológicos do leite com a legislação brasileira vigente	IN n° 76 e 77 (BRASIL, 2018).
Relacionar se os valores para solo e água influenciam na qualidade do leite.	Estatística descritiva e Estatística Inferencial (Correlação de Pearson)

Figura 8 – Objetivos do trabalho e os respectivos métodos que foram utilizados.

6 Resultados e discussão

Neste capítulo são apresentados os resultados do presente estudo conforme os objetivos propostos. Inicialmente são apresentados os resultados referentes às análises físico-químicas e microbiológicas das coletas verão e inverno da água. Sendo os valores comparados aos estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). No segundo momento, são apresentados os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas do leite das coletas verão e inverno. Sendo os valores comparados aos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 76 e 77 de 2018 (BRASIL, 2018). No terceiro momento, são apresentados os valores dos atributos do solo. No quarto momento, são apresentados os resultados dos testes estatísticos referentes às análises realizadas.

6.1 Análises dos parâmetros físico-químicos da água

Na região de estudo, constatou-se que o rebanho leiteiro ingere água sem tratamento e muitos produtores dispõem em suas propriedades de fontes naturais como nascentes, rio, arroios, banhados e açudes. Na Figura 9, são apresentadas imagens de alguns locais onde os animais estão inseridos e houve coleta da água e do solo.



Figura 9 – Algumas fontes utilizadas em abastecimento para dessedentação animal na Região do Vale do Taquari.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas das amostras de água nos 36 municípios no período de verão, enquanto os resultados para o inverno são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água no período de verão.

Amostras verão	Temperatura da água (°C)	Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	pH	Cor (mg L ⁻¹ Pt-Co)	Turbidez (UNT)	Condutividade elétrica (uS/cm)
1	20,40	4,89	5,08	5,60	1,85	57,00
2	22,00	7,54	2,99	52,50	13,97	87,90
3	15,40	9,17	7,68	11,40	4,82	43,40
4	34,30	6,17	5,89	143,30	34,13	61,30
5	24,10	7,49	2,90	37,70	8,77	62,20
6	21,90	5,48	7,19	18,40	7,49	164,20
7	27,10	7,21	6,20	35,60	9,92	107,70
8	22,80	4,94	7,15	119,00	32,47	47,90
9	27,40	5,72	8,20	14,80	3,34	105,50
10	33,40	4,19	7,05	195,00	25,23	35,50
11	23,30	7,10	8,47	148,30	43,6	102,50
12	26,70	5,08	8,47	35,30	5,33	111,90
13	26,30	6,12	7,65	18,80	3,48	268,70
14	28,90	5,34	7,94	4,50	0,48	111,30
15	29,80	7,27	8,15	43,90	13,97	100,70
16	16,90	7,77	8,93	20,20	9,91	57,60
17	22,60	8,19	7,25	28,70	7,82	138,40
18	23,30	6,41	8,46	36,00	9,81	115,70
19	16,50	6,14	7,81	63,10	15,37	49,00
20	36,80	0,97	8,37	262,30	144	140,90
21	22,30	7,48	8,44	5,40	0,44	185,00
22	28,00	2,50	8,93	8,70	0,73	417,00
23	28,50	7,40	8,54	216,30	57,87	188,80
24	21,90	5,66	8,02	174,30	77,73	81,90
25	19,30	4,76	8,36	163,70	40,4	142,60
26	19,50	5,10	8,57	6,60	2,73	104,60
27	20,60	6,46	8,19	41,50	14,73	40,40
28	27,60	0,81	9,02	475,30	985,33	1168,00
29	27,60	11,16	9,04	156,70	50,83	123,70
30	23,10	5,09	8,31	130,70	29,9	56,10
31	26,30	6,21	8,89	76,80	13,53	49,40
32	36,50	5,11	8,55	95,90	21,9	30,60
33	31,80	8,10	8,78	196,30	41,1	141,50
34	25,90	4,95	8,71	119,30	36,6	317,70
35	23,40	7,41	8,93	22,00	6,38	58,70
36	22,40	8,21	6,90	20,50	7,5	80,70

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água no período de inverno.

Amostras inverno	Temperatura da água (°C)	Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	pH	Cor (mg L ⁻¹ Pt-Co)	Turbidez (UNT)	Condutividade elétrica (uS/cm)
1	19,53	3,92	5,82	82,2	5,13	10,4
2	14,73	12,39	7,68	128,3	51,47	126,6
3	16,60	8,14	8,17	26,3	6,42	260,3
4	22,53	9,04	7,98	246,7	77,07	99,8
5	15,23	12,43	8,33	14,9	5,24	65,1
6	15,93	9,24	6,73	27,8	5,12	163,9
7	15,97	9,88	7,01	161,2	72,33	114,1
8	14,47	9,67	7,50	111,2	16,20	54,1
9	20,00	7,24	6,76	7,1	0,53	119,8
10	9,40	7,94	7,80	163,5	32,97	51,1
11	23,20	7,13	7,71	80,2	19,97	122,9
12	16,10	8,48	8,35	67,4	3,48	121,9
13	17,20	10,85	7,93	69,5	24,27	226,0
14	23,13	7,90	7,20	6,9	0,17	115,1
15	15,77	11,45	7,30	11,1	34,33	168,2
16	19,93	7,12	8,33	54,8	15,23	53,5
17	15,93	12,26	8,01	42,3	19,80	127,3
18	15,43	9,06	8,21	41,6	7,93	531,3
19	13,70	9,13	7,75	50,0	19,13	51,5
20	15,07	11,19	7,51	435,1	491,33	657,0
21	13,37	12,31	8,05	0,0	0,23	0,0
22	19,63	2,85	7,01	7,0	0,83	327,3
23	13,53	10,24	6,67	246,7	308,67	131,4
24	14,63	11,33	7,74	32,7	4,47	111,9
25	13,03	18,18	7,57	162,0	58,17	190,3
26	18,90	5,29	7,09	54,2	14,23	92,8
27	13,37	12,31	8,47	71,0	29,90	57,3
28	17,37	1,66	7,34	272,7	214,33	2,1
29	19,67	11,07	8,01	157,0	63,67	129,7
30	13,03	10,54	6,98	112,0	37,80	63,9
31	13,27	11,95	8,40	50,9	8,88	49,8
32	15,90	11,49	8,50	140,5	8,55	30,5
33	13,77	9,46	7,04	450,8	423,33	175,0
34	14,60	11,06	7,97	145,4	108,67	299,0
35	12,93	9,49	8,87	45,0	7,75	65,3
36	14,83	10,16	6,72	38,2	22,57	103,9

A temperatura é uma condição ambiental importante relacionada ao monitoramento da qualidade das águas (ZERWES et al., 2015; SIMÕES, 2022). Esse parâmetro influi em algumas características da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática, a temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Elevações da temperatura são responsáveis pelo aumento da taxa de reações físicas, químicas e biológicas, diminuindo a solubilidade

dos gases, como é o caso do oxigênio dissolvido (SPERLING, 2005).

A temperatura é um parâmetro que não consta na legislação os valores máximos permitidos, no entanto, observou-se que os resultados obtidos para essa variável estão dentro do esperado para a condição climática da região, que apresenta verão com temperaturas elevadas e quente, enquanto o inverno é frio e pode ocasionar geada. O valor médio para o parâmetro de temperatura encontrado nas propriedades rurais durante o período de verão foi de 25°C e inverno 16°C. Enquanto o valor mínimo e máximo temperatura oscilaram entre 15°C e 36,8°C para o período verão e 9,4°C e 23°C para o período inverno.

O oxigênio dissolvido é um parâmetro fundamental para organismos aeróbios, durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Se o oxigênio for totalmente consumido, os maus odores são as consequências, entende-se que esse parâmetro expressa a qualidade de um ambiente aquático. Os baixos valores para oxigênio dissolvido ocorrem por razões naturais, principalmente pela respiração dos organismos presentes no ambiente aquático, e por perdas da atmosfera, mineralização da matéria orgânica e oxidação de íons (LIBÂNIO, 2010).

O valor médio de oxigênio dissolvido encontrado nas águas destinadas à dessedentação animal nas propriedades rurais durante o período de verão e inverno foi, respectivamente 6 e 9,55 enquanto o valor mínimo e máximo do oxigênio dissolvido oscilaram entre 0,81 – 11,16 para o período verão e 1,66 - 18 para o período inverno. A legislação consultada afirma que o valor para oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 4, observou-se que 8% das amostras (3 propriedades rurais) para verão e 8% das amostras (3 propriedades rurais) para inverno encontram-se em desacordo com a legislação.

As variações no parâmetro oxigênio dissolvido pode ocorrer sazonalmente em relação à temperatura e à atividade biológica. A respiração biológica relacionada aos processos de decomposição da matéria orgânica, reduzem a concentração de oxigênio dissolvido (LIBÂNIO, 2010). Estudo realizado por Bilgin e Konanc (2016) concluíram que há uma redução da concentração de oxigênio dissolvido, aumentando a quantidade de ácidos orgânicos causados pela liberação de águas residuais domésticas. As elevadas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser resultado do aumento das atividades fotossintéticas de plantas aquáticas e bactérias devido ao aumento da

temperatura. Nesse sentido, as variações sazonais devem ser consideradas ao utilizar o parâmetro oxigênio dissolvido como um indicador da qualidade da água.

O potencial hidrogeniônico é caracterizado por representar a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio H^+ . O valor do pH contribui para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9 (CONAMA, 2005).

Em relação aos valores de pH das águas destinadas à dessedentação animal, encontrados nas propriedades rurais, no período de verão, constatou-se um valor médio de 7,41, enquanto os valores mínimo e máximo atingiram 5,59 e 8,27 respectivamente (Tabela 3). Para o período de inverno o valor médio foi de 7,62 e os valores mínimo e máximo de 5,82 e 8,27, respectivamente (Tabela 4). Conforme estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, o valor para pH deve estar entre 6,0 e 9,0, portanto 11,11% das amostras (4 propriedades rurais) encontraram-se em desacordo no período verão e 2,77% das amostras (1 propriedade rural) no período inverno.

Os valores de turbidez, expressa em unidades nefelométricas de turbidez (NTU), encontrados nas propriedades rurais durante o período verão (Tabela 3), variaram entre 0,44 NTU a 985,33 NTU, com valor médio de 49,54 NTU. Durante o inverno (Tabela 4), os valores oscilaram entre 0,17 NTU e 491,33 NTU, com valor médio de 61,72 NTU. Conforme estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, o valor para turbidez deve estar até 100 NTU para Classe 3, das amostras analisadas 2,77% (1 propriedade rural) encontraram-se em desacordo no período verão e 14% das amostras (5 propriedades rurais) no período inverno.

A turbidez é um parâmetro indicador da presença de argila, silte, substâncias orgânicas ou inorgânicas, além disso pode ser compreendida como a quantidade de sólidos em suspensão, estando relacionada à sazonalidade e períodos de chuvas. O aumento da turbidez geralmente está relacionado a períodos chuvosos, devido à movimentação do sedimento, erosão das margens por falta de vegetação, folhagens e galhos de árvores que são levados para dentro do corpo hídrico por ação dos ventos e da correnteza. Detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton, dentre outros, também interferem na turbidez (por biogênese) da água (CETESB, 2013). A presença de algas, bactérias e plâncton são responsáveis por interferir nos valores de turbidez,

além das ações antrópicas (desmatamento, despejo de esgoto sanitário, efluentes agropecuários entre outros) fazendo com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em alterações devido à redução da fotossíntese de plantas aquáticas (BUZELLI; SANTINO, 2013).

A turbidez é um parâmetro importante nas análises ambientais hidrográficas, por meio dela é possível associar o uso e cobertura do solo a este parâmetro, detectando danos nos cursos d'água relacionados a atividades antrópicas, o uso inadequado do solo altera os processos erosivos naturais ao interferir nas características que condicionam tais processos, como a topografia, cobertura vegetal, clima e tipo de solo (RAPOSO et al., 2009). Na amostra 28 (verão), observou-se um valor alto, de acordo com alguns estudos, isso pode ser explicado pela associação dos fatores que causam a degradação ambiental local (voçorocas, lançamentos de esgotos), com a vazão menor nesse período entende-se que a capacidade de diluição dos poluentes reduz. Além disso, havendo pouca vegetação contribui para um carreamento de sedimentos, caso haja algum episódio chuvoso (SANTOS, 2005).

Para a condutividade constatou-se o valor médio para a condutividade nas águas destinadas à dessedentação animal o valor de 143 uS/cm (verão) e 146 uS/cm (inverno), enquanto o valor mínimo e máximo da condutividade oscilaram entre, 30,6 a 1168 uS/cm para o período verão e 2,1 a 657 uS/cm para o período inverno. A condutividade elétrica da água é a capacidade de transmissão da corrente elétrica por meio da presença de íons dissolvidos na água, ou seja, quanto maior a quantidade de íons, maior o valor obtido na sua condutividade elétrica (ALVES, 2010; LIBÂNIO, 2010).

À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água se eleva, valores altos podem indicar características corrosivas da água (ALVES, 2010). Para Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica a quantidade e componentes. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI et al., 2013).

A condutividade elétrica altera os valores de acordo com a sazonalidade, apresenta-se menor no período chuvoso por conta do aumento do fator de diluição dos íons, o lançamento de efluentes industriais podem elevar os valores da condutividade elétrica independentemente da sazonalidade, nesse estudo observou-se maior período de precipitação no período de coleta inverno. Ao aplicar o teste t, constatou-se que não houve diferença significativa entre os períodos de inverno e verão. A Resolução do

CONAMA no 357 de 2005, classe 3 não determina o valor para condutividade da água, mas entende-se que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 mS/cm⁻¹, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 mS/cm⁻¹ (VON SPERLING, 2007).

Alvarenga et al. (2012) em seu estudo na microbacia afluente do Rio Paraíba do Sul- SP, em período de sazonalidade, semelhante ao estudo realizado no Vale do Taquari, observou-se que os valores de condutividade variaram de 26,00 a 50,10 µS cm⁻¹; ou seja, um dos períodos secos apresentou baixos valores para o parâmetro de condutividade quando comparado com os outros períodos de coleta.

Os resultados das análises para o parâmetro cor nas propriedades rurais no período inverno e verão teve como valor médio 89 mg Pt/L⁻¹ (verão) e 106 mg Pt/L⁻¹ (inverno), o valor mínimo e máximo oscilaram entre 4,5 a 475,3 mg Pt/L⁻¹ para o período verão e 0 a 450,8 mg Pt/L⁻¹ para o período inverno. Segundo Libânio (2010) a cor da água está relacionada aos compostos orgânicos que conferem cor às águas naturais sendo provenientes da decomposição de matéria orgânica vegetal, resultado do metabolismo de microrganismos presentes no solo e das atividades antrópicas. A cor indica a presença de metais como magnésio, ferro, e húmus e plâncton.

Conforme estabelecido pela Resolução do CONAMA no 357 de 2005, o valor para cor Classe 3 deve se concentrar até 75 mg Pt/L⁻¹. Assim, 42% das amostras (15 propriedades rurais) apresentaram-se em desacordo no período verão e 44% das amostras (16 propriedades rurais) no período inverno. Zuffo et al. (2013) em seu estudo em Rondônia, concluíram que as análises para o parâmetro cor ultrapassaram o limite de 75 mg Pt L⁻¹. Esses valores revelaram maior grau de poluição dessas águas, ao comparar com os resultados das amostras do Vale do Taquari, os valores para o parâmetro cor apresentou-se acima do permitido, podendo comprometer a qualidade da água para dessedentação animal.

Dessa forma, é possível afirmar que para as análises físico-químicas da água destinada à dessedentação animal 52,77% das amostras verão (19 propriedades rurais 3, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 26, 27, 31, 32, 35 e 36) estão em conformidade com a legislação consultada e 52,77% das amostras inverno (19 propriedades rurais 3, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 26, 27, 31, 35 e 36).

A qualidade físico-química da água é relevante para caracterizar a sua qualidade e suas propriedades, avaliando o grau de pureza. Além disso, as vacas leiteiras necessitam de água de boa qualidade para desempenhar de forma saudável as suas

funções orgânicas, e garantir que todas as etapas da produção do leite, alimentação dos animais, a limpeza dos tetos no ato da ordenha, a lavagem e desinfecção dos equipamentos de ordenha e a higienização das instalações, esteja garantida.

6.2 Análises dos parâmetros microbiológicos da água

Na Tabela 5 são apresentados os valores dos parâmetros microbiológicos, coliformes totais e termotolerantes, encontrados na água das propriedades rurais durante o período inverno e de verão.

Tabela 5 – Valores para a contagem de coliformes totais e termotolerantes analisados em amostras de água verão e inverno.

Amostras	Verão		Inverno	
	Coliformes Totais NMP 100/mL	Coliformes Termotolerantes NMP 100/mL	Coliformes Totais NMP 100/mL	Coliformes Termotolerantes NMP 100/mL
1	330	27	130	14
2	2700	790	3300	1700
3	79	49	1700	400
4	49	33	260	210
5	110	110	310	310
6	210	210	1100	790
7	1300	790	400	400
8	40	39	220	68
9	33	33	79	17
10	13	13	260	260
11	2800	2800	2400	270
12	140	110	49	49
13	130	130	2400	2400
14	170	9,3	2	0
15	27	27	31	23
16	94	94	23	13
17	33	33	1100	1000
18	330	330	47	47
19	4900	2200	49	22
20	470	21	260	170
21	79	22	33	23
22	120	120	2	2
23	1700	1700	24000	24000
24	790	790	430	310
25	330	330	92000	92000
26	6,8	4,5	270	140
27	170	49	1300	1300
28	17000	470	4900	4900
29	49	49	700	460
30	1100	79	110	110
31	68	33	33	33
32	120	32	170	170
33	490	490	3500	1700
34	280	94	220	61
35	330	170	39	39
36	2200	2200	1300	1300

Constatou-se o valor médio para coliformes totais nas águas destinadas à dessedentação animal foi de 1077 NMP 100/mL (verão) e 3976 NMP 100/mL (inverno). O valor mínimo e máximo do parâmetro coliforme total variou de 6,8 a 17000 NMP 100/mL para o período verão e de 2 a 92000 NMP/100mL para o período inverno. Para o parâmetro coliformes termotolerantes os valores médios encontrados foram de 402 (verão) e 3742 (inverno), o valor mínimo e máximo do parâmetro coliformes termotolerantes variou entre 4,5 e 2800 NMP 100/ml para o período verão de 0 a 92000 NMP 100/ml para o período inverno.

Segundo a legislação do CONAMA (BRASIL, 2005), fica estabelecido que para a dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano. Dessa forma, inferiu-se que para a análise microbiológica, o parâmetro coliformes termotolerantes, esteve em acordo com a legislação vigente em 88,88% (32 propriedades rurais) no período verão e 77,77% (28 propriedades rurais) no período inverno. O estudo realizado por Souza (2011) ao avaliar as características físico-químicas e microbiológicas das águas dos bebedouros utilizados para dessedentação animal, verificou que os maiores índices de contaminação microbiológica foram encontrados durante o período verão, sendo que algumas amostras ultrapassaram o valor máximo permitido pela legislação de coliformes termotolerantes, tornando-se impróprio para dessedentação animal. Alguns autores afirmam que, quando o número de coliformes é alto e o índice de chuvas é baixo, os valores para coliformes podem estar relacionados com a intervenção antrópica, como no caso da região, onde o gado está inserido em torno da fonte utilizada para dessedentação (SILVA; UENO, 2008).

Os resultados analisados na região do Vale do Taquari, mostraram que no período de inverno houve maior incidência de coliformes na água de dessedentação animal. Esse resultado se assemelha ao estudo de Andrade, Oliveira e Guimarães (2016) que analisaram a dispersão estimada de coliformes termotolerantes para os períodos de inverno e verão na Laguna Mundaú-AL. As amostras com valores mais elevados para o período inverno, podem estar recebendo água resultante do escoamento superficial, que infiltra no solo e carrega poluição fecal, sendo um dos fatores que contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (GELDREICH, 1998; VASCONCELOS; SERAFINI, 2002).

Bortoli et al., (2016) e Bortoli et al., (2018) em estudo semelhante a este, avaliaram a qualidade microbiológica da principal fonte de água utilizada para o abastecimento humano e de dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari, observaram que 96% das análises das águas de dessedentação animal apresentaram presença de coliformes totais e termotolerantes, sendo que 45% das águas de consumo animal apresentaram *E. coli*, esses resultados mostraram que os valores encontrados estão acima do que a legislação estabelece, entendendo que a qualidade microbiológica da água nas propriedades estudadas são inadequadas para dessedentação animal. Ao comparar com os resultados obtidos no presente estudo, parâmetro coliformes termotolerantes (88,88% em acordo para período verão e 77,77% para o período inverno), observam-se melhorias na qualidade de água de dessedentação animal na região.

Piana et al. (2014) ao avaliar a qualidade da água utilizada na higienização do úbere das vacas, de equipamentos e utensílios de ordenha em propriedades leiteiras em três municípios no Paraná, detectaram que 93,75% das amostras continham coliformes totais, e que 37,5% presença de *E. coli*. Os autores afirmam que os valores são preocupantes, apontando que a água não possui tratamento nas propriedades antes de ser utilizada a nível doméstico ou na produção ou no processamento do leite.

A água ofertada, deve ser, preferencialmente em bebedouros artificiais, a fim de evitar danos ambientais como a erosão e o assoreamento que são comuns na região do Vale do Taquari, principalmente em pequenos cursos de água. A adoção de medidas para protegê-la e o tratamento das águas comprometidas, minimizam a ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica, garantem a sanidade animal e a garante a melhoria do leite de qualidade produzido nas propriedades (SANTOS, 2021; SILVA, 2021).

Ao relacionar os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, entende-se que das 36 amostras 47,22% (17 propriedades rurais) estão com todos os parâmetros em conformidade com a legislação vigente consultada para ambos os períodos, verão (3, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 26, 27, 31 e 35) e inverno (3, 5, 6, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 26, 31 e 35). Ainda, foi possível constatar que das 36 amostras de análises de águas no período verão e inverno 36,11% (13 propriedades rurais 3, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 26, 31 e 35) apresentaram os resultados condizentes com os permitidos pela legislação.

6.3 Análises dos parâmetros físico-químicos do leite

O leite, em termos nutricionais, pode ser considerado um dos alimentos mais completos para dieta humana, ao mesmo tempo, é um excelente meio para o desenvolvimento de uma grande diversidade de microrganismos. O leite cru é rico em água, gordura, proteína, lactose, sais minerais, vitaminas e com um pH próximo da neutralidade, propiciando um ambiente favorável ao crescimento microbiano (AGUILAR et al., 2016).

Com o aumento do consumo e da produção do leite, houve a necessidade de aprimoramento de técnicas de higienização na obtenção, transporte e conservação do leite. As Instruções Normativas nº 76 e nº 77 do MAPA (BRASIL, 2018) fazem referência sobre as etapas de produção do leite *in natura*, pasteurizado e do tipo A e objetivam otimizar e facilitar essa produção, bem como aumentar a qualidade do leite oferecido e, com isso trazer benefícios para o produtor e o consumidor. Ainda, as instalações devem ser mantidas sob condições adequadas de limpeza e higiene, tendo ponto de água corrente de boa qualidade para lavagem de latões e de utensílios de coleta e que a qualidade microbiológica da água utilizada na limpeza e sanitização constitui ponto crítico no processo de obtenção e refrigeração do leite. Estabelece que a fonte de abastecimento de água deva assegurar um volume compatível com a produção, devendo ser de boa qualidade e apresentar, obrigatoriamente, característica de potabilidade (BRASIL, 2018).

A Instrução Normativa (IN) nº 77/2018 (BRASIL, 2018) estabelece os parâmetros mínimos de qualidade que o leite deve apresentar. Os parâmetros físico-químicos que devem ser observados para avaliação da qualidade do leite (Figura 10), são: determinação do índice crioscópico, teores de sólidos totais e não gordurosos (proteína e lactose), densidade relativa, acidez titulável, teor de gordura e medição da temperatura.

Parâmetro	Valores permitidos pela legislação
Gordura (g/100g)	Mín de 3.0
Proteínas (g/100g)	Mín 2.9
Lactose (g/100g)	Mín 4.3
Acidez em ácido láctico (g/100mL)	0.14 a 0.18
Sólidos(g/100g)	Mín 11.4
Densidade (g/mL)	1,028 a 1,034
Extrato seco desengordurado (ESD) (g/100g)	Mín 8,4
Temperatura	7°C a 10°C
Índice Crioscópico	-0.530°H até -0.555 °H
pH	6.6 a 6.8

Figura 10 – Quadro de requisitos físico-químicos para o leite *in natura* estabelecidos pela IN n°77/2018 (adaptado de BRASIL, 2018).

Os resultados das análises físico-químicas do leite, para o período do verão, são apresentados na Tabela 6, enquanto os resultados relativos ao período do inverno podem ser vistos na Tabela 7. Na sequência, são discutidos os resultados para cada parâmetro.

Tabela 6 – Valores para os parâmetros físico-químicos do leite *in natura* analisados durante o período do verão.

Amostra	Densidade (g/mL)	Acidez (g/mL)	pH	Gordura (g/100g)	Proteína (g/100g)	Lactose (g/100g)	Sólidos totais (g/100g)	Esd* (g/100g)	Índice Crioscópico (°H)
1	1,031,4	0,15	6,62	3,58	2,99	4,52	12,10	8,52	-0,538
2	1,026,2	0,12	6,78	3,81	2,89	4,12	11,94	8,13	-0,522
3	1,030,2	0,12	7,02	3,67	3,13	4,30	12,10	8,43	-0,528
4	1,030,3	0,12	6,45	4,03	3,38	3,26	11,51	8,46	-0,529
5	1,026,2	0,15	6,51	3,83	3,09	4,27	12,17	8,34	-0,561
6	1,030,2	0,12	6,85	3,93	3,31	4,25	12,61	8,68	-0,535
7	1,029,6	0,13	6,81	3,73	3,00	4,29	12,11	8,38	-0,543
8	1,030,2	0,11	6,90	4,20	3,13	4,21	12,69	8,49	-0,532
9	1,032,3	0,12	7,04	3,90	3,32	4,65	12,89	8,99	-0,533
10	1,028,2	0,13	6,74	3,96	3,48	4,49	12,93	8,97	-0,538
11	1,030,4	0,16	6,70	3,86	3,23	4,49	12,60	8,74	-0,544
12	1,030,6	0,12	6,68	8,78	3,08	4,16	16,94	8,16	-0,518
13	1,030,0	0,14	6,76	3,38	2,74	4,43	11,52	8,14	-0,531
14	1,029,6	0,12	6,76	4,03	3,38	4,52	13,03	9,00	-0,528
15	1,032,2	0,16	6,66	4,43	3,35	4,56	13,31	8,88	-0,539
16	1,030,4	0,17	6,43	3,68	3,26	4,50	12,42	8,74	-0,533
17	1,029,2	0,14	6,75	3,30	3,01	4,41	11,69	8,39	-0,526
18	1,030,9	0,13	6,63	3,53	3,24	4,49	12,25	8,72	-0,540
19	1,031,0	0,15	7,06	3,30	2,99	4,53	11,77	8,47	-0,530
20	1,031,4	0,14	6,70	3,18	3,31	4,66	12,12	8,94	-0,534
21	1,030,9	0,15	6,77	3,85	3,49	4,38	12,86	9,01	-0,530
22	1,030,6	0,13	6,80	3,51	3,18	4,54	12,14	8,63	-0,533
23	1,030,8	0,13	6,82	3,54	3,07	4,31	12,05	8,51	-0,532
24	1,028,6	0,14	6,44	3,64	3,03	4,44	12,12	8,48	-0,532
25	1,027,3	0,12	6,75	3,83	3,23	4,44	12,49	8,66	-0,532
26	1,029,2	0,15	6,76	3,54	3,06	4,57	12,13	8,59	-0,535
27	1,030,9	0,14	6,61	4,08	3,27	4,47	12,82	8,74	-0,533
28	1,031,4	0,11	6,82	4,07	3,21	4,55	12,91	8,84	-0,525
29	1,031,4	0,14	6,97	3,52	2,95	4,48	12,01	8,49	-0,530
30	1,028,4	0,16	6,57	3,64	3,15	4,49	12,31	8,67	-0,521
31	1,029,2	0,11	6,96	4,24	3,26	3,98	12,54	8,30	-0,529
32	1,032,3	0,12	6,84	3,12	3,10	4,58	11,68	8,56	-0,529
33	1,030,6	0,13	6,86	4,29	3,39	4,57	13,19	8,90	-0,531
34	1,029,4	0,14	6,77	3,37	2,97	4,49	11,87	8,50	-0,535
35	1,030,9	0,13	6,70	3,36	2,79	4,35	11,52	8,16	-0,531
36	1,025,2	0,11	6,82	3,01	3,25	4,36	11,67	8,66	-0,531

*Esd- Extrato seco desengordurado.

Tabela 7 – Valores para os parâmetros físico-químicos do leite *in natura* analisados durante o período do inverno.

Amostra	Densidade (g/mL)	Acidez (g/mL)	pH	Gordura (g/100g)	Proteína (g/100g)	Lactose (g/100g)	Sólidos totais (g/100g)	Esd* (g/100g)	Índice Crioscópico (°H)
1	1,033	0,14	6,8	3,70	3,12	4,44	12,34	8,64	-0,541
2	1,033	0,15	6,7	3,82	3,72	4,21	12,81	8,99	-0,542
3	1,033	0,14	6,9	4,01	3,49	4,21	12,81	8,80	-0,550
4	1,030	0,14	6,6	5,66	3,01	4,36	14,18	8,52	-0,533
5	1,033	0,15	6,6	3,91	3,35	4,49	12,75	8,84	-0,543
6	1,034	0,15	6,7	CD	CD	CD	CD	CD	-0,540
7	1,031	0,14	6,8	3,30	2,98	4,30	11,61	8,31	-0,533
8	1,032	0,14	6,8	3,98	3,14	4,45	12,68	8,70	-0,537
9	1,034	0,18	6,9	4,26	3,43	4,54	13,23	8,97	-0,541
10	1,033	0,15	6,8	3,73	3,32	4,37	12,44	8,71	-0,540
11	1,032	0,17	6,8	4,10	3,78	4,37	13,36	9,26	-0,541
12	1,032	0,13	7,1	3,86	2,97	4,29	12,23	8,40	-0,522
13	1,034	0,15	6,8	3,73	3,22	4,44	12,41	8,68	-0,541
14	1,033	0,15	6,6	3,34	3,24	4,58	12,10	8,76	-0,537
15	1,032	0,15	6,8	3,86	3,06	4,33	12,37	8,51	-0,530
16	1,034	0,14	6,9	3,98	3,06	4,37	12,47	8,49	-0,534
17	1,032	0,14	6,8	3,39	2,90	4,20	11,57	8,20	-0,528
18	1,034	0,14	6,8	3,54	3,13	4,38	12,00	8,46	-0,536
19	1,034	0,14	6,6	3,79	3,21	4,45	12,46	8,67	-0,533
20	1,033	0,15	6,8	3,64	3,19	4,61	12,36	8,72	-0,546
21	1,032	0,16	6,6	4,61	3,46	4,52	13,64	9,03	-0,530
22	1,033	0,15	6,8	3,66	3,25	4,41	12,39	8,73	-0,532
23	1,033	0,14	7,0	4,24	3,46	4,14	13,02	8,78	-0,533
24	1,028	0,14	6,7	3,45	3,08	4,40	13,40	8,00	-0,533
25	1,032	0,16	6,8	3,60	3,12	4,40	12,24	8,64	-0,533
26	1,032	0,15	6,5	3,41	3,08	4,50	11,94	8,53	-0,534
27	1,034	0,16	6,6	3,75	3,37	4,52	12,65	8,90	-0,526
28	1,034	0,15	7,1	2,77	3,22	4,57	11,57	8,80	-0,538
29	1,032	0,14	7,0	3,89	3,05	4,20	12,27	8,40	-0,534
30	1,034	0,16	6,6	3,41	3,40	4,42	12,29	8,88	-0,532
31	1,032	0,13	7,0	3,60	3,17	4,20	12,00	8,40	-0,541
32	1,030	0,10	7,2	4,31	3,29	3,60	12,40	8,09	-0,527
33	1,033	0,16	7,0	4,13	3,22	4,30	12,79	8,66	-0,529
34	1,034	0,14	6,8	4,26	3,18	4,30	12,77	8,51	-0,539
35	1,033	0,14	6,8	3,25	2,90	4,62	11,66	8,41	-0,550
36	1,034	0,17	6,9	3,89	3,34	4,44	12,67	8,78	-0,534

*Esd- Extrato seco desengordurado.

O leite é composto por elementos sólidos diluídos em água, constituído de lipídeos, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas (PRADO et al., 2016). O leite cru refrigerado pode ser definido como aquele produzido nas propriedades rurais do território nacional e destinado à obtenção de leite pasteurizado para consumo humano direto ou para transformação em derivados lácteos. A qualidade do leite cru pode ser influenciada pelo clima, manejo, condições higiênico-sanitárias, nutrição, temperatura de armazenagem, transporte do leite, bem-estar animal e presença de doenças no rebanho (LEIRA et al., 2018).

O leite deve ter características de um líquido branco opalescente homogêneo, isento de sabores, odores estranhos e ausência de neutralizantes da acidez e reconstituintes de densidade (BRASIL, 2018). Nesse sentido, as análises físico-químicas são ferramentas de grande importância para avaliar o desempenho produtivo do gado leiteiro, informar o estado fisiológico da lactação e diagnosticar distúrbios de metabolismo e impactos, se houver, sobre o processamento industrial e a qualidade final dos produtos lácteos (SILVA, 2014).

6.3.1 Densidade

A densidade é o peso específico do leite, determinado por dois grupos de substâncias: de um lado a concentração de elementos em solução em suspensão, de outro a porcentagem de gordura. O teste da densidade pode ser útil na detecção de adulteração do leite, da possibilidade de identificar eventuais fraudes, como a de crioscopia, principalmente pela adição de água, uma vez que a adição da água causa diminuição da densidade, enquanto a retirada de gordura resulta em aumento da densidade, além de fornecer importante informação para determinação do extrato seco, juntamente com o teor de gordura do leite (CASTANHEIRA, 2010).

A densidade é um parâmetro físico-químico influenciado pela temperatura, à medida que a temperatura aumenta, a densidade do leite diminui. Por isso, para avaliar a densidade, a temperatura do leite deve ser observada sendo o resultado corrigido e expresso na temperatura de 15 °C. Nas análises realizadas, o parâmetro densidade obteve o valor médio 516,02 g/mL no período de verão e 1,0328 g/mL no período de inverno. O valor mínimo e máximo do parâmetro densidade oscilou entre 1,025 a 1,032 g/mL para o período verão e 1,028 a 1,034 g/mL para o período inverno.

A legislação consultada (BRASIL, 2018) permite que os valores estejam entre 1,028 a 1,034 g/mL, das análises realizadas no período do inverno e verão 11,11% das

amostras (quatro propriedades) apresentaram o valor abaixo do que a legislação permite para o período inverno, enquanto que para o período verão todas estavam em acordo com a legislação. Importante destacar que, a gordura no leite, é o constituinte que mais sofre oscilação, devido a diversos fatores, como por exemplo, alimentação, escore corporal, raça, saúde do animal, temperatura, dentre outros (OLIVEIRA; SANTOS, 2012).

Beloti et al. (2011) ao avaliarem a qualidade microbiológica e físico-química de amostras de leite cru coletadas no município de Sapopema-PR, observaram que das 163 amostras analisadas 9,7% apresentaram densidade abaixo do recomendado pela legislação. Oliveira et al. (2015) ao avaliar as características físico-químicas, microbiológicas de sete marcas de leite pasteurizado comercializados Ubá – MG, verificaram que o parâmetro densidade não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras avaliadas, os resultados apresentaram-se todos de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2018).

Quando os valores para o parâmetro densidade se apresentam abaixo do permitido pela legislação indicam a adição de água no leite e, eventualmente, estão associados a problemas de saúde do animal. Esse parâmetro também depende da quantidade de gordura e de sólidos não-gordurosos, pois a gordura do leite tem menor densidade em relação à água, enquanto que os sólidos não-gordurosos têm densidade maior. Dessa forma, o teste indicará alteração da densidade somente se uma quantidade entre 5 a 10% de água foi adicionada ao leite (PINHEIRO, 2015).

6.3.2 Acidez

A determinação do parâmetro acidez do leite permite avaliar o estado de conservação do leite (DIAS e ANTES, 2014). Se o leite não for estocado adequadamente após a ordenha, o número de microrganismos presentes aumenta e conseqüentemente teremos um aumento da acidez do produto (COPATTI; PFULLER, 2014). Existem alguns fatores que influenciam na acidez do leite, por exemplo, a raça Jersey, produz leite com acidez aparente mais elevada, em decorrência da maior riqueza na sua composição, o período de lactação, o colostro possui acidez elevada e após quatro a seis dias de *lactação*, a acidez é normalizada, permanecendo constante até o final da lactação. A mastite é outro fator que influencia na produção de leite, o leite de vacas com mastite possui maior teor de sódio e menores teores de cálcio, fósforo e

potássio, o pH tende a ficar alcalino e, portanto, com menor acidez titulável (AMORIM, 2017).

As análises do parâmetro acidez obtiveram valor médio de 0,13 g/100 mL no período de verão e 0,15 g/100 mL no período de inverno. O valor mínimo e máximo do parâmetro acidez oscilou de 0,11 a 0,17 g/100 mL para o período verão e 0,10 a 0,18 g/100 mL para o período inverno. Constatou-se que no período do inverno 8,3% (3 propriedades rurais) encontram-se abaixo do valor estabelecido pela legislação consultada (BRASIL, 2018) e para o período do verão este número atinge 52,77% (19 propriedades rurais).

A análise de acidez do leite é um importante parâmetro que permite identificar variação da acidez no momento da ordenha à utilização do leite, ao evidenciar valores superiores às faixas normais, indicam condições precárias de higiene durante e após a ordenha, deficiência de refrigeração, utensílios mal higienizados, tempo prolongado de estocagem ou todos estes fatores em conjunto. A acidez alterada no leite representa um produto final com qualidade inferior ao determinado pelos padrões estabelecidos nacionalmente (MAGRI, 2015; MELO; BARBOSA; PEREIRA, 2018).

Quando o leite é mantido sob baixas temperaturas (de 2 a 4°C), a possibilidade de multiplicação das bactérias capazes de transformar a lactose em ácido láctico diminui. A acidez do leite pode ser influenciada por vários fatores como o estágio de lactação, mastite, ação enzimática endógena e exógena, alimentação consumida pelas vacas lactantes, fator racial, temperatura ambiental, condições de estresse do animal, estação do ano, saúde geral da vaca, frequência e técnica de ordenha momento da ordenha, intervalo entre a ordenha e a efetivação da análise da amostra, estresse térmico do animal e a diluição do leite (SANTOS; FONSECA, 2004; TRONCO, 2013).

6.3.3 pH

Segundo Marques (2003) o pH ideal do leite de vacas sadias deve oscilar entre 6,59 e 6,77, além disso, o pH é um indicador da qualidade sanitária e da estabilidade térmica do leite, podendo sofrer alterações devido a enfermidades no rebanho, refrigeração inadequada do leite e/ ou por contagem elevada de microrganismos contaminantes no leite cru. Nos casos graves de mastite, o pH pode chegar a 7,5 e na presença de colostro, pode cair a 6,0. O pH do leite é um indicador de qualidade e estabilidade térmica do leite, podendo sofrer alterações devido a enfermidades no

rebanho, refrigeração inadequada do leite e/ ou por contagem elevada de microrganismos contaminantes no leite cru (PEREIRA et al., 2010).

Nas amostras analisadas, observou-se que o parâmetro pH teve como valor médio 6,7 no período de verão e 6,8 no período de inverno. O valor mínimo e máximo do parâmetro densidade oscilou de 6,4 a 7,0 para o período verão e 6,5 a 7,2 para o período inverno. Das amostras analisadas no período verão 16,66% (6 propriedades rurais) estavam acima do valor máximo permitido e 5,55% (duas propriedades rurais) abaixo do valor exigido. No período do inverno 30,55% (11 propriedades rurais) encontraram-se acima do valor máximo permitido e 2,77% (uma propriedade rural) abaixo do valor exigido pela legislação.

6.3.4 Gordura

Segundo Fonseca e Santos (2001) afirmam que os valores de proteína e gordura são parâmetros que fornecem informações nutricionais, ocorrência de fraudes e desnate, além de constituir um dado fundamental para a produção de derivados. A gordura possui importantes funções e características específicas, dentre elas é a maior fonte de energia do leite, possui propriedades que permitem diversificação nas indústrias lácteas, sendo responsável pelo sabor do leite.

Ao analisar o parâmetro gordura, evidenciou-se valor médio 3,8 g/100g no período de verão e no período de inverno, sendo que o valor mínimo e máximo do parâmetro gordura oscilou entre 3,0 a 8,8 g/100g para o período verão e 2,7 a 5,6 g/100g para o período inverno. Observou-se que 5,5% das amostras (duas propriedades rurais) estavam abaixo do valor estabelecido pela legislação no período de inverno, para o período analisado no verão todas as amostras estavam em acordo com a legislação consultada. Mattioda e Bittencourt (2010) ao analisar a qualidade do leite em pequenas propriedades rurais na região sudeste do Paraná, evidenciaram resultados para o parâmetro gordura semelhantes aos encontrados na região do Vale do Taquari, os resultados encontraram-se dentro dos limites exigidos pela legislação vigente.

Um outro estudo por Borges et al. (2009) no Vale do Taquari mostraram que a média da gordura do leite nas análises realizadas foi de 3,34%, com uma variação de 1,6% a 5,7%, sendo o teor de gordura mais elevado foi no período frio de 2007 (3,71%), o teor de gordura mais baixo foi no período quente de 2007 (3,12%). Os autores destacam que dentre os critérios utilizados para melhor remunerar o leite ao produtor

rural estão os teores de gordura e proteína, a contagem de células somáticas e a contagem bacteriana total.

6.3.5 Proteína

As proteínas são complexos orgânicos de grande peso molecular, compostas por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio; enxofre, fósforo e outros elementos também podem estar presentes. Para Pelegrine (2008), as proteínas são classificadas em dois grupos: soro e caseínas. A caseína pode ser definida como uma fração da proteína do leite que sofre uma precipitação, enquanto o restante das proteínas que não passaram por nenhuma precipitação, é chamado coletivamente de proteínas de soro.

Compõem todos os tipos de leite, a proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, esse percentual pode variar em função da raça do gado e da alimentação fornecida. Sabe-se que as proteínas do soro são extraídas da parte aquosa do leite, gerada durante o processo de fabricação do queijo. Por muito tempo, essa parte do leite foi dispensada pela indústria de alimentos e a partir dos anos 70, os estudos começaram a se intensificar no que diz respeito às propriedades das proteínas (HARAGUCHI, 2006).

As análises realizadas na região do Vale do Taquari para o parâmetro proteína obtiveram como valor médio 3,1 g/100g no período de verão e 3,2 g/100g no período de inverno. O valor mínimo e máximo do parâmetro proteína oscilou entre 2,7 e 3,49 g/100g para o período verão e 2,9 a 3,78 g/100g para o período inverno. Constatou-se que para o parâmetro proteína, no período verão 5,5% (duas propriedades) apresentaram valores abaixo do permitido pela legislação vigente, enquanto no período de inverno todas estão de acordo com a legislação consultada.

Alterações no parâmetro proteína são possíveis pela manipulação da nutrição do rebanho, mas numa magnitude inferior às alterações possíveis no teor de gordura, isso se deve porque a variação natural possível é bem menor, e os fatores dietéticos que influenciam essa variável não são completamente conhecidos. Além disso, o interesse da indústria pela manipulação da proteína do leite é mais recente, de forma que a literatura não é tão extensa nesse tópico, como em relação ao teor de gordura do leite. Os fatores básicos que afetam a síntese de proteína do leite também não são tão conhecidos como os relativos à síntese de gordura (GONZALEZ, 2007).

6.3.6 Lactose

A lactose é o principal açúcar do leite, representa aproximadamente a metade dos sólidos não gordurosos e contribui para o valor energético do leite, cerca de 30% das calorias fornecidas pelo leite são devidas à lactose. No processamento do leite a lactose é a base para a obtenção de produtos fermentados, como, por exemplo, o iogurte. Quando a lactose é produzida pelas células secretoras da glândula mamária, há passagem de água do sangue para os alvéolos mamários, este processo ocorre para manter a mesma concentração de substâncias dissolvidas (BRITO; DIAS, 1998).

A lactose implica em vários processos tecnológicos a que se submete o leite, pois é o principal fator nos processos de fermentação e maturação do leite, estando relacionado com o valor nutritivo, textura e solubilidade, desempenhando papel preponderante na cor e sabor de produtos (OLIVEIRA; CARUSO, 1996).

Nas análises realizadas na região do Vale do Taquari, observou-se que o parâmetro lactose teve como valor médio 4,4 g/100g no período de verão e inverno. Sendo o valor mínimo e máximo do parâmetro 3,2 a 4,6 g/100g para o período verão e 3,6 a 4,6 g/100g para o período inverno. Ainda, segundo a legislação (BRASIL, 2018) valores para lactose devem ter o mínimo de 4,3 g/100g, nas análises realizadas durante o período de verão 16,6% (6 propriedades) apresentaram valores abaixo do permitido, enquanto que para o período de inverno 19,4% (7 propriedades) das amostras.

Para Gonzalez, Durr e Fontanelli (2001) a lactose exerce importante papel na síntese do leite, é o principal fator osmótico no leite, responsável por 50% desta variável, devido a relação entre a lactose e a quantidade de água drenada para o leite, a lactose é o componente do leite que menos varia no rebanho bovino. Entende-se que a concentração de lactose no leite é de aproximadamente 5% (4,7 a 5,2%), sendo um dos elementos mais estáveis do leite, isto é, menos sujeito a variações (BERNARDES, 2021).

É importante considerar que a composição do leite pode variar de acordo com o estágio de lactação, no colostro por exemplo, o conteúdo de proteína é maior e o de lactose encontra-se reduzido, além do uso de medicamentos no rebanho. Para Santos (2003) a redução dos teores de lactose no leite pode estar relacionada com a alta prevalência de quartos mamários infectados por bactérias, ou mesmo por adulteração do leite pela adição de água.

Na avaliação da qualidade do leite da bacia leiteira de Pelotas, RS, Gonzalez et al. (2004) observaram que os teores de lactose foram menores nos meses de março, abril e maio, afirmaram que março e abril foram os meses de menor produção de leite e maio, um dos meses com maior porcentagem de mastite, acreditam que mudanças na concentração de lactose, durante a mastite ocorreram devido à passagem de lactose do leite para o sangue, o que pode ser comprovado pelas concentrações elevadas de lactose no sangue e na urina de vacas com mastite.

6.3.7 Sólidos totais

Os sólidos totais possuem relevância na qualidade do leite para consumo além da indústria de lácteos, pois são base para a obtenção de derivados lácteos. Dessa forma, quanto maiores os níveis de sólidos totais presentes no leite, maior será o rendimento da indústria (EMBRAPA, 2014). A busca de produtores de leite para elevar a qualidade do leite e também os níveis de sólidos totais é constante, por isso há remuneração adicional para produtores que garantem bons níveis de sólidos totais no leite (SOARES, 2016). Para que isso ocorra é importante que os produtores adotem e realizem a prática de medidas como: manejo sanitário garantindo saúde às vacas, nutrição adequada e boas práticas de ordenha. Ao se implantar essas medidas na rotina da propriedade obtêm-se retorno econômico ao produtor e maior rendimento para a indústria (SOARES, 2016).

As análises para o parâmetro sólido totais teve como valor médio 12% no período de verão e 12,5% inverno. Sendo o valor mínimo e máximo do parâmetro valores de 11,5 a 16,9 % para o período verão e 11,5 a 14,1% para o período inverno. Nas análises realizadas durante o período de inverno 2,7% (uma propriedade) apresentou valor abaixo do permitido pela legislação, que estabelece valor mínimo de 11,4% BRASIL, 2018).

6.3.8 Extrato seco desengordurado (ESD)

O extrato seco desengordurado (ESD) é um parâmetro físico-químico do leite que representa todos os elementos da composição do leite menos a água e a gordura (BRASIL, 2011). Conforme determina a legislação brasileira, o teor mínimo para ESD no leite deve ser de 8,4% (BRASIL, 2018), as análises realizadas na região do Vale do Taquari mostraram que o parâmetro extrato seco desengordurado (ESD) teve como

valor médio 8,59% no período de verão e 8,63 % no período de inverno. O valor mínimo e máximo do parâmetro ESD oscilou entre 8,13 a 9% para o período verão 8 a 9,2% para o período inverno. Observou-se que no período verão 13,88% das amostras (5 propriedades) obtiveram resultados abaixo do permitido pela legislação e para o período inverno 8,33% das amostras (3 propriedades).

O percentual de ESD quando apresenta valores baixos pode estar relacionado com a idade do animal, no ciclo de lactação, o ESD apresenta uma variação inversa à curva de produção de leite, isto é, inicialmente é alto e começa a diminuir no segundo mês quando o pico de produção de leite volta a aumentar no final da lactação. No caso de vacas prenhas, os índices de ESD podem sofrer leve aumento (KITCHEN, 1981).

No estudo de avaliação da qualidade do leite cru em função do tipo de ordenha e das condições de transporte e armazenamento realizado por Brasil et al. (2012) os resultados do ESD foram compatíveis com os valores estabelecidos pela legislação vigente, Gonçalves et al. (2020) encontraram valores de ESD superior aos limite mínimo estabelecido pela legislação vigente, na pesquisa de Silva et al. (2017) os quais realizaram uma avaliação físico-química de leite *in natura* comercializado informalmente no Sertão Paraibano, encontram resultados para ESD que eram inferior a 8,40% de ESD no leite. No estudo de Reis et al. (2007), em amostras de leite cru obtidas a partir de ordenha manual e mecânica, os valores para ordenha mecânica apresentaram-se próximos dos encontrados na região do Vale do Taquari, valores abaixo do estabelecido.

Valores superiores aos observados neste trabalho foram observados por Silva (2003), com resultados médios de 8,71% (ordenha manual) e 8,48% (ordenha mecânica), evidenciando uma maior concentração desse componente quando a ordenha era realizada manualmente, trazendo valores próximos aos resultados apresentados neste trabalho. Outros estudos relacionados a caracterização físico-química de amostras de leite *in natura* comercializados no estado da Paraíba, apontaram que 50% das amostras do total analisadas de ESD não atenderam aos padrões exigidos pela legislação (BARBOSA et al., 2014).

Estudos de Castro e Luz (2015) ao analisar a qualidade do leite *in natura* de produtores que fornecem a matéria-prima para um laticínio de grande porte, do Vale do Taquari, constataram que os resultados obtidos para ESD permaneceram dentro de uma faixa de 8,46 a 8,77%. Outros estudos também apresentaram resultados

satisfatórios com valores dentro do estabelecido pela legislação (REIS, 2007, MIGUEK, 2010).

6.3.9 Índice crioscópico

O índice crioscópico é um dos parâmetros utilizados para determinar a qualidade do leite *in natura* ou pasteurizado, além disso é uma propriedade física que apresenta variação pequena, sendo principalmente utilizado para detectar fraude por adição de água no leite (BECCHI, 2003). A água além de diluir os componentes do leite pode representar grande fator de risco de contaminação, isso ocorre devido aos microrganismos que em contato com o leite, encontram condições favoráveis para se reproduzir. Nesse sentido, poderá haver alteração no parâmetro acidez, causando um desequilíbrio nas proteínas do leite (TRONCO 2010).

O índice crioscópico é definido como a temperatura em que o leite passa pelo processo de solidificação, essa temperatura de congelamento é a mais constante das características do leite, por isso esse parâmetro é preciso. A legislação vigente determina que o valor do índice crioscópico do leite deve variar entre $-0,530^{\circ}\text{H}$ a $-0,550^{\circ}\text{H}$ (BRASIL, 2018), quando os valores obtidos se encontram mais próximos de zero, indicam haver algum tipo de fraude por adição de algum líquido, como a água. Ainda, o leite fora dessa especificação, indica um desequilíbrio na correlação normal existente entre seus componentes, modificando-se assim suas concentrações. Dessa forma, quando ocorre uma diminuição no índice crioscópico, a concentração dos componentes do leite também será diminuída.

Dos dados analisados nas propriedades em estudo constatou-se que no período verão a média para o índice crioscópico ficou em $-0,532^{\circ}\text{H}$, sendo o valor mínimo de $-0,518^{\circ}\text{H}$ e o valor máximo de $-0,561^{\circ}\text{H}$. De acordo com a IN N° 77/2018, o valor normal deve estar entre $-0,530^{\circ}\text{H}$ a $-0,550^{\circ}\text{H}$ (equivalentes a $-0,512^{\circ}\text{C}$ e a $-0,531^{\circ}\text{C}$), das amostras analisadas para o período verão 27,7% (10 propriedades) obtiveram resultados abaixo do permitido pela legislação e 2,7% (uma propriedade) obteve resultado acima do estabelecido pela legislação para o mesmo período. No período de inverno observou-se que a média para o índice crioscópico ficou em $-0,535^{\circ}\text{H}$, sendo o valor mínimo de $-0,526^{\circ}\text{H}$ e o valor máximo de $-0,550^{\circ}\text{H}$. Observando os limites estabelecidos pela legislação 11% das amostras (4 propriedades) obtiveram resultados abaixo do permitido.

Quando os valores obtidos estão acima deste, ou seja, mais próximos de zero, indicam haver algum tipo de fraude por adição de algum líquido, como por exemplo a água. Ainda, o índice crioscópico pode apresentar variações fora dos padrões aceitáveis pela legislação sem que tenha ocorrido fraude por adição de água, sendo causadas por fatores como a raça, a qualidade da dieta, o manejo de bebedouro, o estágio de lactação, a composição do leite, a estação do ano e região geográfica (ARCARI, SANTOS; 2012).

O leite fora dessa especificação, indica um desequilíbrio na correlação normal existente entre seus componentes, modificando-se assim suas concentrações. Dessa forma, quando ocorre uma diminuição no índice crioscópico, a concentração dos componentes do leite também será diminuída. É importante ressaltar que dos dados estudados 64% das amostras (verão e inverno), representando 23 propriedades, obtiveram valores dentro dos padrões estabelecidos.

Becchi (2003) em seu estudo no Vale do Taquari comparou os resultados do índice crioscópico do leite tipo B *in natura* com o valor estabelecido pela legislação em vigor. Os resultados apontaram necessidade de implementação de parâmetros legais respeitando as características de cada região. Ribeiro Júnior et al. (2013) ao avaliar parâmetros microbiológicos e físico-químicos do leite cru refrigerado produzido em Ivaiporã no Paraná averiguaram que 25,66% das 74 propriedades analisadas estavam com valores fora do permitido pela legislação vigente, resultados parecidos com o estudo aqui proposto.

Amorim (2017) ao avaliar a qualidade do leite produzido e comercializado no Distrito Federal e Entorno, constatou que do total de 100 amostras, os resultados para a análise da crioscopia, 29% das amostras analisadas, estiveram em desacordo com a legislação, sendo que destas, dez amostras (10%) de leite pasteurizado e duas (2%) de leite cru informal apresentaram índice crioscópico (IC) acima de $-0,530^{\circ}\text{H}$, indicando fraude por adição de água. Silveira & Bertagnolli (2014) ao avaliar a qualidade do leite cru comercializado nas feiras em Santa Maria-RS verificaram que os índices de crioscopia analisados não foram satisfatórios, sendo registrados valores superiores ao estabelecido legalmente. Algumas amostras no estudo realizado na região do Vale do Taquari para período verão também apontaram valores superiores ao previsto em lei.

Dessa forma, é possível afirmar que para as análises físico-químicas do leite *in natura* 16,66% das amostras verão (6 propriedades rurais 1, 11, 15, 20, 21 e 27) estão em conformidade com a legislação consultada e 33,33% das amostras inverno (12

propriedades rurais 1, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, 22, 27 e 30). Destas amostras, 16,66% (6 propriedades rurais 1, 11, 15, 20, 27 e 30) estão com os parâmetros em conformidade com a legislação para ambos períodos em que se realizaram as análises físico-químicas.

A qualidade físico-química do leite *in natura* é relevante pois, garante a segurança no consumo pela população e em seu aproveitamento como matéria-prima e derivados. É importante destacar que as grandes preocupações relacionadas à qualidade físico-química estão associadas ao estado de conservação e a adição ou remoção de substâncias químicas à sua composição (BARBOSA et al., 2014).

6.4 Análises dos parâmetros microbiológicos do leite

A contaminação do leite tem início durante ou após a ordenha, isso ocorre porque há ineficiência de higienização de utensílios e do homem, além de doenças do rebanho, sem esquecer que as dificuldades do transporte, falhas no processo de beneficiamento e a estocagem são fatores que interferem diretamente qualidade do leite. Assim, para que seja mantida a qualidade do leite é preciso produzi-lo, pasteurizá-lo e comercializá-lo de maneira correta, de acordo com os parâmetros técnicos estabelecidos pela legislação.

A Instrução Normativa (IN) n° 77/2018 (BRASIL, 2018) estabelece os parâmetros microbiológicos que devem ser analisados para a avaliação da qualidade do leite *in natura*, os quais são apresentados na Figura 11. Na Tabela 8 estão apresentados os resultados das análises microbiológicas do leite, para contagem de células somáticas (CCS), microrganismos mesófilos e psicotróficos.

Parâmetros	Valor estabelecido pela legislação	Legislação
Mesófilos (UFC/mL)	900.000	Instrução Normativa (IN) n°77/2018 (BRASIL, 2018)
Células somáticas (CS/mL)	500.000	Instrução Normativa (IN) n°77/2018 (BRASIL, 2018)
Psicotróficos (UFC/mL)	1.000.000	Nörnberg, Tondo e Brandelli (2009). *

*Psicotróficos não possui padrões na IN° 76/2018, então se utilizou o estudo de Nörnberg (2009).

Figura 11 – Quadro de Requisitos microbiológicos para o leite *in natura*.

Tabela 8 – Valores para a contagem de mesófilos, células somáticas e psicrotróficos no período de verão e inverno nas amostras analisadas.

Amostras	VERÃO			INVERNO		
	Mesófilos (CS/mL)	Psicrotróficos (CS/mL)	CCS (500.000 CS/mL)	Mesófilos (CS/mL)	Psicrotróficos (CS/mL)	CCS (500.000 CS/mL)
1	2x10 ³	<1x10 ³	523000	1,8 x 10 ⁴	<1 x 10 ³ .	532000
2	2,45x10 ⁵	2,6x10 ⁵	1416000	3,45 x 10 ⁴	1,5x10 ⁴	9390000
3	9,1x10 ⁴	<1x10 ³	1162000	2,5 x 10 ³	1,5 x 10 ⁴	40600
4	5,85x10 ⁴	<1x10 ³	153000	2 x 10 ³	0,5x10 ⁶	156000
5	7,6x10 ⁵	1,540x10 ⁶	687000	1,7 x 10 ⁴	<1 x 10 ³	742000
6	3x10 ⁴	<1x10 ³	195000	1,05x10 ⁴	<1 x 10 ³ .	CD*
7	1,03x10 ⁶	2,8x10 ⁵	1282000	4,7 x 10 ⁴	6,5 x 10 ⁴	616000
8	3,7x10 ⁶	1,85x10 ⁵	427000	3 x 10 ³	2,5 X 10 ⁴	435000
9	6x10 ³	2x10 ⁴	441000	3 x 10 ³	2,75 x 10 ⁶	166000
10	5,8x10 ⁴	6,55x10 ⁵	777000	8 x 10 ³	3,8 x 10 ⁵	835000
11	2,04x10 ⁵	7,25x10 ⁵	1118000	6,9 x 10 ⁵	7,4 x 10 ⁵	614000
12	1,5x10 ⁴	<1x10 ³	951000	2,95 x 10 ⁴	2 x 10 ⁵	94000
13	1x10 ³	3x10 ⁴	802000	3,5 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁵	633000
14	7,35x10 ⁴	<1x10 ³	256000	1,85 x 10 ⁴	<1 x 10 ³ .	380000
15	4,5x10 ³	1x10 ⁵	212000	1 x 10 ³	<1 x 10 ³ .	58000
16	3x10 ³	2,2x10 ⁶	484000	1,1 x 10 ⁴	3 x10 ⁴	1244000
17	7,3x10 ⁵	3,5x10 ⁴	463000	5,1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴	977000
18	1,25x10 ⁴	7,5x10 ⁴	302000	1,3 x 10 ⁴	5,6x10 ⁵	290000
19	2,1x10 ⁴	<1x10 ³	826000	2,4 x 10 ⁵	2 X 10 ⁴	799000
20	2,5x10 ³	1,5x10 ⁴	886000	<1 x 10 ³	< 1 X 10 ³ .	1245000
21	2,8x10 ⁴	<1x10 ³	1532000	1,5 x 10 ⁵	<1 x 10 ³ .	344000
22	<1x10 ³	8x10 ⁴	238000	2 x 10 ³	1 x 10 ⁴	579000
23	4,15x10 ⁴	1x10 ⁵	1514000	1,5 x 10 ³	<1 x 10 ³ .	1041000
24	5,4x10 ⁴	1,03x10 ⁶	415000	1,03x10 ⁶	1,03x10 ⁶	380000
25	1,05x10 ⁵	1,16x10 ⁶	421000	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵	81000
26	5,1x10 ⁴	<1x10 ³	1041000	9 x 10 ³	1 x 10 ⁴	775000
27	2,8x10 ⁴	1x10 ⁴	502000	2,6 x 10 ⁵	6,1 x 10 ⁵	502000
28	3,5x10 ⁴	5x10 ⁴	170000	2,5 x 10 ⁴	<1 x 10 ³	59000
29	1,9x10 ⁴	9x10 ⁴	628000	7,55 x 10 ⁴	2,55 x 10 ⁵	545000
30	9,65x10 ⁴	2,20x10 ⁵	232000	2,78 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁵	232000
31	5,55x10 ⁵	5x10 ⁴	1423000	3,4 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	991000
32	1,95x10 ⁷	7,85x10 ⁵	226000	4,0 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁵	1380000
33	2x10 ³	<1x10 ³	487000	4,5 x 10 ³	3,5x10 ³	259000
34	9,25x10 ⁴	3,5x10 ⁴	532000	4,5 x 10 ⁵	2,3x10 ⁵	769000
35	1,25x10 ⁴	2X10 ⁴	1957000	<1x10 ³	<1 x 10 ³	1504000
36	6,85x10 ⁵	4,5x10 ⁵	1135000	5,75 x 10 ⁵	7,85 x 10 ⁴	975000

6.4.1 Contagem das Células Somáticas

As células somáticas são primariamente leucócitos ou células brancas do sangue (macrófagos, linfócitos e neutrófilos), que passam para o leite em resposta a uma agressão sofrida pela glândula mamária. (NÉLIO, 2008). Segundo a Instrução Normativa nº 77/2018, do MAPA, as análises microbiológicas necessárias para serem realizadas no leite *in natura* são contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) (BRASIL, 2018).

A contagem de células somáticas (CCS) do leite é um importante indicador da saúde da glândula mamária das vacas, as células somáticas encontradas no leite são células epiteliais de descamação e leucócitos (neutrófilos, macrófagos e linfócitos) (SANTOS; TOMAZI, 2012). Os valores de células somáticas estão relacionados ao aumento na contagem de bactérias psicotróficas do leite. Quanto melhor a desinfecção dos tetos, mais baixa a contagem de células somáticas e menor concentração de bactérias psicotróficas no leite será produzida (NÉLIO, 2008).

A mastite é uma inflamação do úbere e caracteriza-se pelo aumento de número de células somáticas no leite, sendo que esse processo inflamatório provoca alterações da composição do leite e da atividade enzimática, o que dá origem a produtos lácteos de baixa qualidade e menor rendimento (FRANKLIN, 2001), além disso, ela de vários fatores para se desenvolver na vaca, estação do ano, período de lactação, genética do animal (NÉLIO, 2008).

Esse importante parâmetro foi analisado no presente estudo, constatou-se que a CCS teve como valor médio 717.000 CS/mL ($7,17 \times 10^5$) período de verão e 858000 CS/mL ($8,58 \times 10^5$) inverno. Sendo o valor mínimo e máximo do parâmetro CCS para o período verão 153.000 CS/mL ($1,53 \times 10^5$) e 1960000 CS/mL ($1,96 \times 10^6$) e 58.000 CS/mL ($5,8 \times 10^4$) e 939.000 CS/mL ($9,3 \times 10^5$) para o período inverno. Conforme previsto na legislação consultada, o valor permitido seria de até 500.000 CS/mL.

Costa et al. (2013) apontaram que 90% das causas de altas contagens microbiológicas no leite estão relacionadas à falta de qualidade de água, acarretando em microrganismos patogênicos que interferiram negativamente na produtividade, como na produção deficiente ou mortes de animais, e estes aspectos afetam diretamente a economia do produtor rural e, conseqüentemente, a economia nacional. Entende-se que vacas saudáveis apresentam valores de CCS de até 200.000 CS/mL de leite, quando os valores se apresentam superiores a esses, significa que há algum

desequilíbrio na glândula mamária, possivelmente devido a ocorrência de mastite. Além disso, altos índices de CCS impactam negativamente com o aumento dos custos com tratamentos, descarte de leite, alteração na composição do leite (diminuição da gordura, caseína e lactose no leite) e perda da bonificação no pagamento do leite pelos laticínios (SANTOS; FONSECA, 2007).

Os primeiros requisitos mínimos de qualidade do leite cru foram bastante permissivos, justamente por se tratar de um conjunto de exigências pioneiras e que era totalmente desconhecido para a grande maioria dos produtores e dos laticínios. Os primeiros critérios mínimos de qualidade do leite cru, que começaram a vigorar a partir de 01/07/2005 foram de CCS < 1 milhão CS/mL e CBT < 1 milhão de UFC/mL. A IN 77/2018 foi assertiva em determinar critérios mínimos de qualidade do leite cru, ao mesmo tempo que, não foi previsto quais seriam as consequências sobre os produtores que não atendessem aos requisitos mínimos e como os estes novos limites mínimos de qualidade afetariam o mercado de leite como um todo.

Do ponto de vista de saúde pública o limite de CCS não está associado com riscos à saúde, pois as células somáticas estão presentes no leite de forma natural. Dessa forma, não se pode considerar que haja diferença de segurança quanto ao consumo de leite com 400.000 ou 750.000 CS/mL, sabe-se que valores de CCS afetam o valor industrial do leite e características de sabor, o que muitas vezes não é o principal critério de escolha dos produtos lácteos.

Costa et al. (2017) afirmam que a má qualidade do leite está relacionada com fatores de deficiência no manejo e higiene da ordenha, índice elevado de mastite, manutenção e desinfecção inadequados dos equipamentos e a mão de obra desqualificada. A CCS quando elevadas são relacionadas com perdas significativas na produção leiteira, bem como alterações na composição do leite decorrentes da mastite.

O leite com baixa contagem bacteriana total (CBT), baixa CCS e altos teores de proteína e gordura é melhor remunerado. Desta forma, para atender às exigências da legislação e ter melhor remuneração, os produtores de leite têm sido pressionados cada vez mais a produzirem um produto de melhor qualidade. As principais medidas necessárias para a melhoria da qualidade são bastante conhecidas quanto à importância, à eficácia e aos resultados esperados. Um dos exemplos, é a necessidade de treinamento e capacitação de mão-de-obra, com foco principal nas boas práticas agropecuárias (manejo de ordenha, medidas básicas de controle de mastite) dentro da

propriedade e treinamento de transportadores (coletas de amostras) (ARCURI et al., 2008; BOZO et al., 2013).

Além disso, é necessário que o produtor tenha assistência técnica, auxiliando-o na tomada de decisões e na identificação de pontos que podem ser melhorados dentro da realidade de cada rebanho. A prevenção e controle da mastite engloba basicamente alguns pontos importantes como, o manejo adequado na ordenha, instalação apropriada, higienização dos equipamentos e do úbere do animal; manejo do animal seco; boa nutrição, descarte de vacas com infecção crônica, tratamento adequado, monitoração do estado de saúde do úbere, ambiente livre de estresse, educação sanitária para os ordenhadores, entre outros (TOZZETTI et al., 2008).

Muitos países produtores de leite adotaram sistemas de pagamento com incentivos e penalizações sobre o preço do leite, em função de critérios objetivos de qualidade, como o caso da contagem de células somáticas (CCS), as cooperativas também exercem um importante papel, visto que grande parte das responsabilidades quanto a melhoria de qualidade deveria ser compartilhada entre produtores e indústrias. Não se deve esperar do produtor investimentos para aumentar a qualidade do leite se não houver perspectiva de retorno econômico e de ter condições básicas de assistência técnica e capacitação (SANTOS, 2011; OLIVEIRA; SILVA; REIS, 2013).

6.4.2 Mesófilos

Dentre os principais microrganismos que são responsáveis pela contaminação do leite, podemos citar as bactérias, elas podem ser classificadas em mesófilas e psicrófilas. Os mesófilos são microrganismos que se multiplicam em temperatura entre 25°C e 40°C e que sobrevivem à pasteurização, enquanto que as psicrófilas, se multiplicam em temperaturas baixas, como as de refrigeração (igual ou inferior a 7°C) (BRITO et al., 2003; ARCURI et al., 2008)

O quanto essa população bacteriana se multiplicará dependerá de alguns fatores, como a limpeza do ambiente das vacas e as superfícies que entram em contato com o leite (baldes, latões, equipamento de ordenha e do tanque de refrigeração). Os mesófilos se multiplicam rapidamente quando o leite não é armazenado sob refrigeração, assim, outras bactérias (lactobacilos, estreptococos, lactococos) e coliformes podem se multiplicar rapidamente no leite, principalmente no período mais quentes do ano, elas fermentam a lactose produzindo ácido láctico e outros ácidos orgânicos, causando a acidez do leite (MOLINERI et al., 2012).

A qualidade microbiológica do leite cru influencia o desenvolvimento dos microrganismos durante o armazenamento, quando a contagem inicial de mesófilos aeróbios no leite cru é maior que 100.000 UFC/mL o desenvolvimento da microbiota psicrotrófica é significativamente maior do que em um leite com contagem inicial menor, mesmo quando armazenado a 4°C. (PERIN, 2012).

O perfil microbiológico do leite é um critério para que se determine a sua qualidade, servindo como indicador das circunstâncias higiênicas de sua obtenção e armazenagem, passando pela ordenha até o seu aproveitamento. É um parâmetro utilizado em vários países, servindo em programas de remuneração, bonificando o produtor pela qualidade do produto (BRITO et al., 2003).

Ao analisar os mesófilos, constatou-se que a contagem de mesófilos teve como valor médio 78700 células/mL ($7,87 \times 10^4$) período de verão e 166000 células/mL ($1,66 \times 10^5$) inverno. Sendo o valor mínimo e máximo do parâmetro mesófilos para o período verão 1000 (1×10^3) e 3700000 ($3,7 \times 10^6$) células/mL e 1000 (1×10^3) e 2780000 ($2,78 \times 10^6$) células/mL para o período inverno (Tabela 8). Segundo a IN n° 76/2018 o leite cru refrigerado de tanque individual ou de uso comunitário deve apresentar médias geométricas trimestrais de Contagem Padrão em Placas de no máximo 300.000 UFC/mL (trezentas mil unidades formadoras de colônia por mililitro) e de Contagem de Células Somáticas de no máximo 500.000 CS/mL (quinhentas mil células por mililitro). Ainda, conforme o artigo oito, o leite cru refrigerado deve apresentar limite máximo para Contagem Padrão em Placas de até 900.000 UFC/mL (novecentas mil unidades formadoras de colônia por mililitro) antes do seu processamento no estabelecimento beneficiador (BRASIL, 2018).

Em um estudo que avaliou a qualidade microbiológica do leite cru produzido em Pernambuco, apresentou altos valores para mesófilos. Foram analisadas 53 propriedades, destas, 83% (44 propriedades) apresentaram contagens acima de 1.000.000 UFC/mL, sendo a média de 16.800.000 UFC/mL (MATTOS et al., 2010) valores superiores aos encontrados na região do Vale do Taquari.

Isto confirma a importância das boas práticas de produção, uma vez que a contagem inicial de microrganismos no leite cru tem grande importância na qualidade do produto final. A refrigeração do leite cru reduz consideravelmente a multiplicação de aeróbios mesófilos, principais responsáveis pelo processo de acidificação do leite cru. Entretanto, permite a multiplicação de microrganismos psicrotróficos, que possuem vias metabólicas que são ativadas em temperatura de refrigeração (SANTOS, 2007).

No Brasil, alguns fatores fazem com que o leite tenha uma qualidade questionável, problemas de cunho social, cultural, econômico e adversidades climáticas, que são agravados pela falta de apoio do setor público, principalmente pela magnitude da representatividade do leite na alimentação humana. Sendo apontado como um alimento perfeito devido a constituição de nutrientes de fácil assimilação, o transforma em especial ambiente para o crescimento bacteriano, trazendo dificuldades para o alcance da qualidade (ZENI et al., 2013). Entende-se que apenas a refrigeração não atinge a qualidade necessária. É importante a implantação de medidas que visem promovê-la em todos os elos do setor produtivo. Requer então a implementação de um planejamento de ações, que envolvam capacitação de produtores, manejo animal e da ordenha, além de boas práticas agropecuárias, sempre na busca da redução da carga bacteriana do leite cru (ZENI et al., 2013).

Ao avaliar a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado de 210 propriedades rurais localizadas em Estados brasileiros (Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul) com maior importância na produção de leite, os autores detectaram resultados superiores a 1×10^5 UFC/mL em 75,7% das amostras para mesófilos (NERO et al., 2004). Os mesmos autores, afirmam que as amostras coletadas em Minas Gerais, apresentaram melhor qualidade que as demais regiões, isso pode ser explicado pois a região conta com um projeto de desenvolvimento da pecuária leiteira que objetiva auxiliar os pequenos produtores de leite, ajudando-os a estabelecer boas práticas agrícolas, reduzem custos e melhoram a qualidade de seu produto (NERO et al., 2004).

6.4.3 Psicrotróficos

Os microrganismos psicrotróficos são capazes de desenvolverem-se entre 0°C e 7°C, multiplicam-se em temperaturas de refrigeração, portanto, quanto mais baixa for a temperatura, menor será a velocidade de crescimento (ARCURI et al., 2008). O grupo dos psicrotróficos inclui bactérias gram-negativas e positivas, podendo-se citar os principais gêneros de clima temperado: *Pseudomonas*, *Flavobacterium* e *Alcaligenes* (gram-negativas), *Clostridium*, *Microbacterium*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* e *Bacillus* (gram-positivas). Bactérias patogênicas como *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e algumas estirpes de *Bacillus cereus* isoladas de leite também são psicrotróficas (SORHAUG e STEPANIAK, 1997; ARCURI et al., 2008). Apesar de representar menos de 10% da microbiota inicial em condições

sanitárias adequadas, os microrganismos psicotróficos podem ter suas concentrações aumentadas quando estão há condições de higiene precárias (NÖRNBERG; TONDO; BRANDELLI, 2009).

A análise para o parâmetro psicotróficos no leite serve para indicar a qualidade do mesmo, valores elevados estão relacionados a baixa qualidade do leite, insatisfatórias condições higiênicas no processamento, ou até uso impróprio da tecnologia do resfriamento (ROQUE et al., 2003). Quanto maior o tempo de armazenamento do leite resfriado, maiores as chances de multiplicação microbiana, em especial dos microrganismos psicotróficos. Esse parâmetro não deve ser utilizado como única análise para verificar a qualidade microbiológica do leite cru, podendo haver variação na capacidade redutora do azul de metileno pelos diferentes grupos de microrganismos, principalmente pelos psicotróficos (PICININ, 2003). Os psicotróficos se tornam predominantes no leite resfriado após 2 a 3 dias, mesmo que durante a pasteurização do leite, a grande maioria dos psicotróficos seja destruída, este tratamento tem pouco efeito sobre a atividade das enzimas produzidas por estes microrganismos, sendo consideradas enzimas termorresistentes (SANTOS; FONSECA, 2003).

Ao analisar os psicotróficos, observou-se que sua contagem teve como valor médio 272.189 CS/mL ($2,72 \times 10^5$) período de verão e 203.388 CS/mL ($2,03 \times 10^5$) inverno. Sendo o valor mínimo e máximo do parâmetro psicotrófico para o período verão 1000 CS/mL (1×10^3) e 2.200.000 CS/mL ($2,2 \times 10^6$) células/ml e 1000 CS/mL (1×10^3) e 2.750.000 CS/mL ($2,75 \times 10^6$) para o período inverno. A contagem microbiológica de psicotróficos, apesar de não ser uma análise exigida pelo MAPA, é relevante para a determinação da qualidade do leite, as bactérias em si, em maioria, são eliminadas quando o leite passa pelo processo de pasteurização, porém, esses microrganismos são capazes de produzir enzimas lipolíticas e proteolíticas termorresistentes, que mantêm sua atividade após a pasteurização ou até mesmo, após o tratamento de Ultra Alta Temperatura (SCHMIDT; LAWISCH; MACIEL, 2020).

Nörnberg et al. (2009) sugere que a contagem de psicotróficos sugeridos seja de $1,0 \times 10^6$ UFC mL⁻¹, valores superiores podem acarretar em gelatinização do leite de Ultra Alta Temperatura, comprometendo seu sabor, dessa forma, 11% das amostras (quatro propriedades) apresentaram valores elevados para período verão e 2,7% (uma propriedade) para o período inverno (Tabela 8).

Martins et al. (2013) ao avaliarem a qualidade microbiológica e físico-química e verificar no leite cru procedente dos tanques de expansão observaram que a contagem de mesófilos e psicrotróficos não estavam em acordo com a Instrução Normativa nº 76/2018 (MAPA). Para os psicrotróficos, por não haver exigências legais, uma possibilidade seria utilizar como base de referência os valores encontrados nos estudos de Nörnberg et al. (2009), que constataram que não ser aconselhável a comercialização do lácteo com valores maiores do que 1×10^6 UFC/mL. Santos et al. (2009) realizaram pesquisas apenas para contagem de microrganismos psicrotróficos, sendo que ambos os estudos obtiveram resultados considerados em desacordo com a literatura consultada pelos autores. Os autores também relacionaram os resultados obtidos devido à falta de higiene durante a ordenha. Citadin et al. (2009) e Arcuri et al. (2006), que realizaram suas pesquisas somente com micro-organismos mesófilos, também obtiveram seus resultados em desacordo com a legislação.

Inferiu-se que, para a análise microbiológica do leite (contagem de células somáticas, mesófilos e psicrotróficos), ocorre concordância com a legislação vigente em 30,55% (11 propriedades rurais) no período verão e em 27,77% (10 propriedades rurais) no período inverno. No estudo realizado por Guimarães et al. (2020), no município de Rio Verde-GO, foi observado que os valores de CCS e psicrotróficos apresentaram resultados satisfatórios, dentro do permitido pela legislação, mostrando que os proprietários das propriedades rurais estão se preocupando com as boas práticas de higiene, manejo e sanidade dos animais. Em contrapartida, o estudo realizado por Costa et al. (2020) ao caracterizar a qualidade microbiológica do leite cru na cidade de Murici-AL, verificaram que 80% das amostras para mesófilos estavam em inconformidade com a legislação, enquanto que, para psicrotróficos, 40% estão fora do padrão. Assim, as condições higiênico-sanitárias não são garantidas, e isso implica na falta de qualidade do produto ofertado ao consumidor, possibilitando surtos através das doenças transmitidas por alimentos.

Ao relacionar os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, observou-se que das 36 amostras 8,33% (3 propriedades rurais) estão com todos os parâmetros em conformidade com a legislação vigente consultada para o período verão (15,17 e 28) e 8,33% (3 propriedades rurais) para o período inverno (8, 15 e 25), ou seja, das 36 amostras podemos inferir que 13,88% (5 propriedades, 8,15,17,25 e 28) apresentaram conformidade com a lei em, ao menos, um dos períodos analisados.

6.5 Caracterização dos solos

Para Santos et al. (2013) o uso do solo é um fator de interferência na qualidade do leite, mais intensivamente em propriedades familiares com áreas que se destinam ao cultivo de grãos no verão. Isso ocorre devido ao planejamento de uso do solo nas propriedades que priorizam a produção de grãos em detrimento da produção leiteira. O uso do solo em propriedades familiares com áreas pequenas tende ser mais adequado à produção leiteira, com melhor qualidade de leite e estabilidade desta entre as diferentes épocas do ano. Isso porque há uma adequação do número de animais na área e um reduzido destino para a exploração com grãos, o que as torna propriedades familiares mais especializadas.

Nesse sentido, as análises físico-químicas são importantes aliadas para determinar os teores dos elementos encontrados nas amostras e sua relação com o local em estudo. A análise granulométrica identifica as porcentagens das partículas primárias, teores de areia, silte e argila na amostra (KLEIN, 2014). A textura do solo é de fundamental importância para a compreensão do comportamento e manejo do solo, estando relacionada a areia, silte e argila e a sensação com o tato (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012).

Com a determinação do parâmetro textura é possível conseguir uma estimativa indireta de diversos fatores, tais como a dinâmica da água, resistência do solo à tração, grau de compactação do solo, dosagem de nutrientes, entre outros (CENETENO et al., 2017). Dessa forma, torna-se um indicador essencial de qualidade, produtividade dos solos e como fator ambiental, pois influencia nos processos ecológicos (HE et al., 2014). Na classificação textural existem os principais grupos de classes: os solos arenosos, francos e argilosos. Em cada grupo há classes texturais específicas, agrupados em 13 classes texturais (BRADY; WEIL, 2013; QUOOS, 2019).

Na Tabela 9 são apresentados os resultados das análises dos parâmetros granulometria e textura do solo nas amostras em estudo na região do Vale do Taquari. Quanto a classe do solo, podemos definir que a Classe 1 possui valor superior a 55% de argila; Classe 2: valores entre 41 a 55% de argila; Classe 3: valores entre 26 a 40% de argila; Classe 4: valores entre 11 a 25% de argila o (LOPES e GUILHERME, 2021).

Tabela 9 – Resultados das análises de granulometria e classe textural do solo.

Amostras	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe do solo	Textura do solo
1	13	3	84	4	areia franca
2	17	17	66	4	franco arenoso
3	24	17	59	3	franco argiloso arenosa
4	30	9	61	3	franco argiloso arenosa
5	24	17	59	4	franco argiloso arenosa
6	28	20	52	3	franco argiloso arenosa
7	29	9	62	3	franco argiloso arenosa
8	29	15	56	3	franco argiloso arenosa
9	45	12	43	2	Argila
10	25	3	72	4	franco argiloso arenosa
11	21	12	67	3	franco argiloso arenosa
12	55	30	15	3	Argila
13	32	15	55	3	franco argiloso arenosa
14	29	15	56	2	franco argiloso arenosa
15	23	24	53	3	franco argiloso arenosa
16	32	17	51	3	franco argiloso arenosa
17	42	20	38	2	Argila
18	16	22	62	4	franco arenoso
19	35	12	53	3	franco argiloso arenosa
20	31	12	57	3	franco argiloso arenosa
21	19	5	76	4	franco argiloso arenosa
22	19	8	73	4	franco argiloso arenosa
23	44	15	41	2	Argila
24	43	10	47	2	argilo arenosa
25	26	32	42	3	Franca
26	19	12	69	4	franco arenoso
27	29	7	64	3	franco argiloso arenosa
28	19	7	74	4	franco arenoso
29	34	7	59	3	franco argiloso arenosa
30	25	3	72	3	franco argiloso arenosa
31	7	17	76	4	franco arenoso
32	18	3	79	4	franco arenoso
33	28	5	67	3	franco argiloso arenosa
34	48	14	38	2	Argila
35	15	25	60	4	franco arenoso
36	16	20	64	4	franco arenoso

As características dos solos, mostram que 55% das amostras possuem solos francos argilosos arenosos, 22% apresentaram solo franco arenoso, 14% solos argila, 3% solo argilo arenosa e 3% solo areia franca e 3% solo franca.

Os solos francos possuem subdivisões, possuem quantidades relativamente equivalentes de areia, silte e argila. Isso ocorre porque uma pequena porcentagem de argila é suficiente para atribuir ao solo propriedades referentes a esta fração, com relação a uma pequena quantidade de areia e silte que possuem menor influência sobre o comportamento do solo. A maioria dos solos são classificados como determinado tipo de solo franco. Assim, o solo franco que possua predominância nas partículas de areia será classificado como franco arenoso, o mesmo ocorre com os solos franco-siltosos, franco-argilo-siltosos, franco-argilo arenosos e franco-argilosos.

Os solos do tipo franco arenosos apresentam déficit em matéria orgânica e fósforo, exigindo maior manejo (CENTENO, et al., 2017), as partículas sólidas estão menos predispostas a formarem agregados, possuem poucos poros internos em suas partículas e deste modo apresentam menor porosidade total. Os solos areia franco apresentam 85% ou mais de soma de fração areia fina e grossa, essa areia é formada por quartzo o que faz com que o solo se torne vulnerável às erosões, excesso de drenagem aumentando assim, a lixiviação de nutrientes, além dos baixos valores de retenção de água, alta permeabilidade. Os solos argilosos fornecem menos água, possuem alta capacidade de troca catiônica (CTC), além de baixo potencial de lixiviação. Apresentam teor em água e índices de vazios elevados, tendendo a reduzir com o carregamento de novas camadas, logo com a profundidade e a idade do depósito, além disso, são usados para pastagens (BRASIL, 1973).

Estudos de compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar realizados por Lima, León e Silva (2013) constataram que solos de classe textural franco-argilo-arenosa apresentaram os maiores valores de resistência à penetração, entre as classes texturais estudadas, enquanto as classes texturais franco-arenosa e muito argilosa comportaram-se de forma semelhante em todas as camadas. Na região em estudo as áreas analisadas não possuíam algum tipo específico de cultura e sim vegetação em torno das áreas de preservação permanente, nesse sentido, destaca-se que mais de 50% da região possui mesma textura de solo, estando as amostras localizadas em vegetação Ombrófila Mista e Estacional Decidual.

Na Tabela 10 podem ser encontrados os valores analisados para pH e índice pH SMP.

Tabela 10 – Resultados das análises de pH e índice pH SMP.

Amostras	pH	Índice pH SMP
1	5,5	6,2
2	6,1	6,3
3	5	6
4	5,1	6,3
5	5,5	6,1
6	5	6,5
7	6,1	6,7
8	5	6
9	5,3	6,3
10	5,2	5,4
11	6,1	6,6
12	5,9	6,4
13	6,1	6,1
14	5	6
15	5,9	6,5
16	5,7	6,2
17	6	6,5
18	5,2	5,4
19	5,8	6,7
20	5,4	6
21	5,5	6
22	6,1	6,5
23	5	6,3
24	5,1	6,9
25	5,5	4,9
26	5	6,1
27	6,1	6
28	5	6
29	5,3	6,5
30	5,2	6,6
31	6,1	6
32	5,9	5,3
33	6,1	6,5
34	5	5
35	5,9	4,7
36	5,7	7

A escala de pH utilizada para medir a acidez ativa varia de 0 a 14, valores de pH entre 2 e 3 indicam presença de ácidos livres provenientes da pirita que, quando oxidada, passa para H_2SO_4 . Quando o pH se situa entre 4 e 5, indica a presença de alumínio trocável e o pH está em torno de 5,2 a 5,3 o alumínio trocável está quase na sua totalidade insolubilizado e não causa mais danos às raízes. Os solos calcários

apresentam pH entre 7 e 8, quando o pH é próximo de 9, indica a presença de sódio (EMBRAPA, 2015).

Existem vários fatores que podem interferir no pH do solo, tais como sua composição (rochas), a região em que está localizado e a concentração de sais, metais, ácidos, bases e substâncias orgânicas que são adicionadas no seu preparo para o plantio. Solos muito ácidos nem sempre são férteis porque a disponibilidade de nutrientes é muito pequena para as plantas. No Brasil, a maioria dos solos é considerada fortemente ácida (pH entre 5,0 e 5,5). Assim, para corrigir o pH do solo, é comum o uso de calcário (carbonato de cálcio, CaCO_3). No Brasil, bem como no Rio Grande do Sul, a maioria dos solos é considerada fortemente ácida (pH entre 5,0 e 5,5), por isso, o pH do solo interfere diretamente no desenvolvimento de algumas culturas. As culturas como a da erva-mate e da mandioca necessitam de um solo ácido para o desenvolvimento, os solos ácidos são aqueles de regiões úmidas, como margens de rios e pântanos (pH < 6,5), e são conhecidos como argilosos. Os solos muito ácidos nem sempre são férteis, devido a disponibilidade de nutrientes que é muito pequena para as plantas.

Nas amostras estudadas, constatou-se que a média do pH foi de 5,4. Esses números obtiveram o valor mínimo de 4,1 alcançando 6,4 como valor máximo (Tabela 10). Os valores baixos para pH no solo podem representar a diminuição de alguns nutrientes e minerais. Parte das amostras, 42% que representam 15 propriedades rurais, tiveram o pH baixo (4,5 a 5,0) e as demais 58%, que representam 21 propriedades rurais, apresentaram um pH médio (5,5 a 6,5), estas amostras portanto, estão na faixa adequada de pH (5,5 a 6,5) denominadas de média e moderada (LOPES, 1989).

Silva et al. (2020) ao estudar as características do solo de uma propriedade rural no Vale do Taquari e associar com o desenvolvimento de fungos, verificaram que para seu estudo os resultados de pH estiveram entre 5,5 e 5,6, valores próximos ao encontrado no presente estudo. Os mesmos autores afirmaram que os resultados foram satisfatórios para o desenvolvimento dos fungos. Conforme o manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), o valor do pH do solo mais adequado ao desenvolvimento das culturas varia de 5,5 a 6,5 sendo mais sensíveis aquelas da classe de pH 6,5 (alfafa, aspargo e piretro, por exemplo) e a maioria das culturas de grãos enquadra-se na classe de pH 6,0, à exceção do arroz irrigado.

O índice do pH SMP apresentou valores entre 4,7 e 7,0 estando a média em 6,1. O método pH-SMP acrônimo de Shoemaker, Mc Lean e Pratt, criado por Shoemaker et al. (1961) consiste em analisar e corrigir a acidez do solo, a análise de solo determina calcular a quantidade de calcário a ser aplicada ao solo para que esse alcance o pH considerado ideal para o cultivo de determinada lavoura. Além disso, o método SMP vem sendo cada vez mais empregado no Brasil para a avaliação da acidez potencial. Isso ocorre por conta da rapidez, baixo custo e eficiência do método. Além disso, no Brasil este método é usado para determinação de calagem dos solos nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (MANUAL, 2004), vários outros estudos comprovam a eficiência do método em várias regiões do nosso país (MOREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2006; GAMA et al., 2013).

O solo é um ecossistema vivo e dinâmico e está em constante interação com a biota animal e vegetal ao seu redor. Nesse sentido, a matéria orgânica do solo (MOS) é um dos principais indicadores químicos de qualidade do solo, é composta por biomassa microbiana, compostos orgânicos solúveis em água, bem como matéria orgânica estabilizada (húmus) (STEVENSON, 1994). Resulta do processo de decomposição de diferentes espécies vegetais e animais que sofreram decomposição biológica por meio da ação de microrganismos, acumulando-se no solo. É um dos fatores responsáveis pela manutenção da produtividade do solo (PRIMAVESI, 2002).

A quantidade de matéria orgânica incorporada nos solos depende do clima e do relevo, climas com pouca chuva, a vegetação é escassa, resultando em menor quantidade de matéria orgânica. Em climas mais chuvosos, a vegetação é mais abundante e a quantidade de matéria orgânica é maior, fazendo com que os solos apresentem a sua parte superficial mais escura e espessa, consequentemente aumentando a qualidade de estabilidade do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008; SOARES et al., 2016).

Quanto maior for a queda do pH em relação ao pH 7,5 da solução SMP, implicará em maior capacidade do solo em fornecer hidrogênio para baixar o pH. Dessa forma, é possível se estimar o poder tampão dos solos (capacidade em recuperar o pH original em contato com uma solução alcalina), assim, quanto menor for o pH em SMP, maior é o poder tampão do solo, ou seja, maior a dificuldade em mudar seu pH original quando em contato com uma base. Pensando-se em calagens, quanto menor for o pH em SMP, maior a dose de calcário necessária para se fazer a correção a um pH desejável (OLIVEIRA, 2019).

Nas amostras analisadas, constatou-se que a matéria orgânica (%) teve a média de 3,4%, estando a mínima em 0,8% e a máxima em 7,1%. seguindo critérios do Manual de adubação e calagem (SBCS/CQFS – RS/SC, 2016) para os solos coletados podem ser classificados como baixo (< ou igual a 2,6), médio (2,6- 5,0%) e alto (>5,0%). Das amostras analisadas observou-se que 47% obtiveram um valor médio para matéria orgânica, 19% valor alto para matéria orgânica e 34% valor abaixo da média. Vezzani e Mielniczuk (2011) afirmam que uma maior proteção física da matéria orgânica está relacionada às proporções de poros menores que 0,001mm, os quais são menos frequentes em solos arenosos, além disso, a declividade resulta na retirada de grande parte do material depositado pela floresta no escoamento superficial, reduzindo o potencial de estabilização do material orgânico.

Em solos arenosos, há uma maior lixiviação de cátions acarretando em baixo teor de matéria orgânica (MEURER et al., 2006). Estudo realizado por Rovedder (2014) apresentou baixos valores para matéria orgânica quando comparado a fitossociologia e seus níveis de declividade.

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados para os atributos químicos do solo (K, Zn, Cu, Mn, Al, Ca, Mg, P, S, N, B). Estudos afirmam sobre a importância de análises relacionadas ao solo, cada vez mais sendo utilizadas para verificar alterações nos manejos e fragmentos florestais (RIBEIRO, 2013). Estes, retratam a atual situação do solo e verificam se os métodos empregados estão adequados às condições específicas da atividade (AUDEH et al., 2011), tornando possível um melhor planejamento que visa minimizar a degradação do ambiente.

Tabela 11 – Resultados dos atributos químicos do solo.

Amostras	K (mgL ⁻¹)	Zn (mgL ⁻¹)	Cu (mgL ⁻¹)	Mn (mgL ⁻¹)	Al (cmolcL ⁻¹)	Ca (cmolcL ⁻¹)	Mg (cmolcL ⁻¹)	P (mgL ⁻¹)	S (mgL ⁻¹)	N (g/kg)	B (mgL ⁻¹)
1	425	17,9	10,1	22	0,0	7,7	3,2	18,4	25,9	1,6	0,67
2	668	8,8	11,3	73	0,0	14,9	6,5	12,8	1,0	1,1	0,40
3	582	14,0	3,1	58	0,1	5,9	3,1	455	22,2	1,3	0,42
4	144	6,0	6,6	94	0,2	1,6	0,6	16,8	35,2	0,9	0,94
5	1039	14,5	3,0	72	0,0	9,4	4,6	50,7	27,6	1,7	0,34
6	245	8,4	2,8	76	0,2	10,5	4,3	9,4	10,5	1,1	0,47
7	431	5,7	6,0	7	0,0	12,7	7,4	7,1	4,6	1,1	0,33
8	98	8,4	5,7	299	0,1	4,0	1,3	6,2	18,1	1,3	1,12
9	124	10,9	15,4	150	0,1	6,0	2,5	4,6	17,4	0,5	0,37
10	279	8,9	4,9	43	0,2	3,3	1,5	11,8	29,6	1,8	0,95
11	1307	32,4	11,5	23	0,0	7,7	5,6	68,4	56,1	2,0	0,89
12	243	8,7	9,3	79	0,0	7,2	2,5	9,0	12,8	1,8	0,38
13	451	9,2	9,0	66	0,0	15,3	7,5	10,0	15,3	1,4	0,70
14	166	12,9	3,4	49	0,1	5,9	1,9	19,5	14,1	1,9	0,51
15	83	3,7	4,5	24	0,0	18,8	8,9	4,9	2,9	0,7	0,25
16	257	9,0	12,7	50	0,0	10,8	2,9	12,1	10,8	1,2	0,29
17	331	9,5	6,5	19	0,0	14,5	8,0	17,4	5,9	0,6	0,24
18	171	15,3	7,4	122	0,0	17,4	6,0	17,7	14,4	2,1	1,15
19	1251	7,3	2,5	44	0,0	5,4	3,2	32,0	31,2	0,7	0,41
20	214	47,3	11,5	141	0,1	5,8	2,9	30,7	23,1	1,3	0,78
21	344	2,9	1,7	89	2,0	14,1	5,9	15,2	12,4	0,3	0,19
22	202	5,1	3,4	23	0,0	17,9	7,2	35,6	6,3	1,3	0,19
23	1169	20,6	3,0	20	0,0	8,5	4,4	82,1	48,7	1,7	0,50
24	776	47,7	11,9	6	0,0	8,8	3,1	137,2	17,7	1,2	0,59
25	220	10,4	2,0	134	1,5	3,9	1,5	25,2	28,0	3,1	0,61
26	429	18,1	7,7	48	0,0	12,5	3,9	25,2	25,5	1,3	1,02
27	610	28,0	3,1	74	0,0	7,1	3,1	21,1	10,5	0,5	0,42
28	2370	30,3	9,2	9	0,0	12,4	6,5	97,2	76,3	1,8	0,98
29	359	3,3	5,7	71	0,0	17,4	8,1	7,7	11,1	0,8	0,21
30	1136	22,0	2,3	35	0,0	7,4	3,7	95,6	33,4	1,7	0,86
31	48	2,0	0,5	93	1,3	1,3	0,5	9,1	12,2	0,4	0,33
32	66	1,6	1,0	12	1,3	0,8	0,4	7,6	25,4	0,9	0,69
33	223	6,6	8,7	48	0,0	5,6	3,3	13,2	10,0	1,0	0,68
34	333	73,2	15,6	236	1,3	3,0	1,2	12,5	70,9	1,0	0,35
35	97	4,0	3,3	106	2,3	2,5	1,0	8,9	43,7	1,0	0,66
36	3123	56,1	4,7	5	0,0	8,7	8,4	566,0	69,9	2,5	1,87

O potássio é responsável por auxiliar na conservação de água da planta, aumentando a sua resistência contra os períodos de seca. A forma com que o potássio se liga à matéria mineral sólida do solo origina outras formas de potássio no solo: estrutural, trocável, não-trocável e solúvel (CABBAU et al., 2004). As formas não-trocáveis, trocáveis e solúveis no solo estão em equilíbrio dinâmico, ou seja, qualquer alteração de potássio no solo provocada pela adubação, absorção pela planta ou perda por lixiviação, altera os teores das demais formas desse elemento no solo, principalmente das formas trocável e não-trocável.

Aproximadamente 98% do potássio total do solo está na forma de minerais como ortoclásio, moscovita, biotita e leucita. Seu teor no solo, considerado como médio varia de 0,1 a 0,3 cmolc kg⁻¹. Resultados altos de potássio indicam presença de minerais primários e pouco intemperismo, é o que ocorre em solos de regiões mais secas, os teores mais baixos de potássio indicam solos mais intemperizados. Além disso, o teor de potássio no solo pode ser elevado com a aplicação de adubos contendo o nutriente. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de 555 mgL⁻¹, sendo o valor mínimo e máximo variando de 48 a 3123 mgL⁻¹. Trabalhos sobre a quantificação das formas de K nos solos têm sido realizados nas regiões Sul do Brasil (BRUNETTO et al., 2005; FRAGA et al., 2009; KAMINSKI et al., 2010; CHERUBIN, et al., 2014), mas em solos do Vale do Taquari esses trabalhos são escassos.

Os resultados para potássio apresentaram valores alto (14%) a muito alto (83%), teores altos de potássio indicam presença de minerais primários e pouco intemperismo, o que ocorre em solos de regiões mais secas (SOBRAL et al., 2015).

O cálcio atua no transporte de nutrientes e na síntese de enzimas, é responsável por proteger a planta de elevadas concentrações de sal na água. Essa substância é fundamental para a manutenção da estrutura e do funcionamento das membranas. O cálcio no solo é um íon divalente positivo (Ca⁺⁺), devendo ser fortemente adsorvido aos colóides, absorvidos pelas plantas e organismos do solo, estar na solução do solo, ou ser lixiviado. O conteúdo de cálcio no solo é função do material de origem do mesmo (rocha), sendo influenciado pela sua textura, teor de matéria orgânica e pela remoção das culturas.

Teores de cálcio no solo entre iguais ou inferior a 2,0 cmol/ kg⁻¹ pode ser considerado baixo, de 2,0 a 4,0 cmol/ kg⁻¹ são considerados médio e valores acima destes, valores altos. Sendo assim, solos arenosos com baixos valores de matéria

orgânica, lixiviados e erodidos, são pobres em cálcio. O uso de calcários ricos em magnésio tem promovido o desequilíbrio no solo entre cálcio e magnésio podendo prejudicar a produção vegetal, criando situações em que são boas as quantidades, tanto de cálcio como de magnésio, mas o grau de saturação dos íons, ou sua relação, não é a mais adequada para a absorção e crescimento vegetal. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de $9,0 \text{ cmolcL}^{-1}$, sendo o valor mínimo e máximo variando de 0,8 a $18,8 \text{ cmolcL}^{-1}$.

Conforme o Manual de Adubação de calagem nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016) 8% das amostras (3 propriedades rurais) apresentaram valores baixos para cálcio, 14% das amostras (5 propriedades rurais) apresentaram valores médio para o parâmetro e as demais amostras 78% (28 propriedades rurais) valores altos para cálcio. Portanto, solos com teores baixos do elemento são também muito ácidos, a acidez dos solos quase sempre limita o crescimento que a falta de cálcio. Isso tem dificultado o isolamento do efeito do cálcio, como nutriente, da ação de neutralização da acidez com produtos que contêm cálcio, como é o caso dos calcários.

O magnésio é essencial para a formação da clorofila é importante para a fotossíntese. O magnésio é adsorvido aos colóides do solo como íon bivalente positivo (Mg^{++}), com comportamento muito similar ao cálcio. Teores de magnésio no solo entre iguais ou inferior a $0,5 \text{ cmol/ kg}^{-1}$ são considerados baixos, de 0,6 a $1,0$ são considerados médio e valores acima destes, valores altos. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de $4,0 \text{ cmolcL}^{-1}$, sendo o valor mínimo e máximo variando de 0,4 a $8,9 \text{ cmolcL}^{-1}$.

Solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, ácidos, lixiviados, em geral possuem baixos teores de magnésio, mas o uso da calagem, com os calcários dolomíticos, tem criado uma nova situação em que alguns solos têm apresentado altos teores de magnésio, mas com problemas de desequilíbrio catiônico com potenciais para a redução da produção. Há casos em que os teores de cálcio e de magnésio são altos, ocorrendo problemas da relação e de altas saturações de magnésio no complexo de troca.

O cobre é um elemento abundante na crosta terrestre, variando de 24 a 55 mg/kg^{-1} , sendo que no solo encontra-se em torno de 20 a 30 mg/kg^{-1} . Sua deficiência ocorre em solos de turfa e várzeas, com elevada fixação do cobre pela matéria orgânica. Em solos arenosos e solos com elevado pH, observa-se baixa disponibilidade de cobre para as plantas. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram

resultado médio de $6,4 \text{ mg/L}^{-1}$, sendo o valor mínimo e máximo variando de 0,5 a $15,6 \text{ mg/L}^{-1}$.

O zinco é adsorvido às partículas finas do solo como íon divalente catiônico. Seu teor no solo varia de 10 a 300 ppm. A sua deficiência é comum em solos arenosos, ácidos, lixiviados, solos neutros e alcalinos. O zinco está relacionado a matéria orgânica do solo, a erosão e o nivelamento podem agravar a deficiência de zinco. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de 16 mg/L^{-1} , sendo o valor mínimo e máximo variando de 1,6 a $73,2 \text{ mg/L}^{-1}$.

O manganês é um elemento essencial às plantas e animais e encontra-se no solo na forma de MnCO_3 , $\text{Mn}(\text{OH})_2$, MnO_2 e MnSiO_3 , apresentam baixa solubilidade e em forma mais disponível no solo encontra-se Mn^{2+} .

A disponibilidade de manganês é resultado da combinação entre pH, valores baixos de pH favorecem a redução de manganês, enquanto valores altos favorecem a oxidação. Além disso, o manganês é sensível às propriedades físicas e químicas do solo e seus valores mínimo e máximo podem variar em até 50 vezes. Em solos derivados de rochas básicas de basalto há maior concentração de manganês, isso ocorre, devido a composição de silicatos, nos solos derivados de rochas ígneas ácidas as concentrações de manganês no solo variam de 200 a 1000 mg/kg^{-1} e em solos derivados de rochas sedimentares os teores para manganês são baixos (SMITH, 1990).

Solos argilosos adsorvem maior quantidade desse elemento pois possuem maior área superficial, a matéria orgânica é outro fator que está relacionado com a adsorção do manganês no solo, a atividade microbiana no solo é um fator que altera a quantidade de manganês no solo, diminuindo os teores. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de 70 mg/L^{-1} , sendo o valor mínimo e máximo variando de 5 a 299 mg/L^{-1} . A concentração total de manganês no solo pode variar de 20 a 3000 mg/kg^{-1} , sendo a média de 600 mg/kg^{-1} . Dessa forma, constata-se que os valores analisados no Vale do Taquari enquadram-se nos padrões científicos (KRAUSKOPF, 1972). De acordo com Moreira e Siqueira (2006) os metais do solo são provenientes de fontes antropogênicas (pesticidas, fertilizantes, rejeitos industriais, mineralização, queima de combustíveis, entre outros) e da intemperização dos materiais de origem.

O nitrogênio é uma substância essencial para a formação das proteínas, moléculas que fazem parte dos tecidos vegetais, é essencial na composição de clorofila, alcaloides, hormônios, enzimas e vitaminas. O nitrogênio comporta-se como cátion

(NH_4^+) e como ânion (NO_3^-) essas transformações são feitas por bactérias. (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2006). Há uma relação entre a matéria orgânica do solo e o nitrogênio disponível para as plantas, estima-se que cerca de 20 a 30 Kg de nitrogênio por hectare são liberados para cada 1% de matéria orgânica mineralizada do solo.

O nitrogênio é encontrado na matéria orgânica do solo, que é composta por materiais orgânicos de origem animal e vegetal. Ao serem incorporados no solo passam pelos processos de decomposição, síntese e ressíntese com a comunidade microbiana para que o N inorgânico seja liberado (MANLAY et al., 2007). O nitrogênio é um nutriente dinâmico sendo muito afetado por condições de clima e de solo, em períodos de chuvas ele é lixiviado, ocorrendo na maioria das vezes em solos arenosos. As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de $1,3 \text{ mg/L}^{-1}$, sendo o valor mínimo e máximo variando de 0,3 a $3,1 \text{ mg/L}^{-1}$.

O fósforo é responsável por garantir o desenvolvimento radicular das plantas e promover a formação de flores e frutos. Ele ainda age na respiração e na produção de energia para o vegetal. O fósforo é um nutriente de baixa mobilidade no solo, devendo ser aplicado incorporado ao solo e o mais próximo das raízes. Os teores de fósforo, no solo, disponíveis são relativamente baixos, sua fixação na maioria dos solos é bastante elevada, principalmente em solos ricos. Em pastagem, já formada, o adubo fosfatado é colocado na superfície com afirmativas de que o mesmo desceria em profundidade (SANTOS et al., 2008). As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de 54 mg/L^{-1} , sendo o valor mínimo e máximo variando de 4,6 a 556 mg/L^{-1} .

O boro é um micronutriente necessário para a nutrição de todas as plantas, suas principais funções estão relacionadas ao desenvolvimento das paredes celulares das plantas. Sua deficiência resulta em alterações anatômicas, bioquímicas e fisiológicas das plantas. A matéria orgânica é uma excelente fonte de boro para as plantas, além disso, sofre influência do tipo de solo correndo o risco de lixiviação nos solos arenosos e boa fixação e disponibilidade em argissolos (MANFREDINI, 2008; GUERRA, 2017). As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de $0,6 \text{ mg/L}^{-1}$, sendo o valor mínimo e máximo variando de 0,19 a $1,87 \text{ mg/L}^{-1}$.

O enxofre é indispensável na composição dos cloroplastos, quando associado ao nitrogênio participa da composição das proteínas. Sua deficiência faz com que as folhas mais velhas permaneçam verdes e, as folhas mais jovens com coloração

amarelo-esverdeada. Em condições de baixo suprimento de enxofre e de nitrogênio, a aparência da planta não permite ao observador fazer a diferenciação entre a deficiência de enxofre ou de nitrogênio. Os problemas de deficiência são típicos de plantas em solos arenosos, erodidos, com baixo teor de matéria orgânica e em períodos de precipitação intensa (CORREIA et al., 2018).

O enxofre também é utilizado em fertilizantes. No solo, o enxofre encontra-se na forma orgânica e inorgânica. Os solos argilosos, com elevados índices de óxidos de ferro, apresentam maior capacidade de adsorção de SO_4 , enquanto os solos arenosos possuem baixos índices de matéria orgânica, acarretando em menores reservas de enxofre orgânico (CERATTI, 2018). As análises realizadas na região do Vale do Taquari expressaram resultado médio de 23 mg/L^{-1} , sendo o valor mínimo e máximo variando de $1,0$ a 76 mg/L^{-1} .

Dos micronutrientes analisados, observou-se que o parâmetro boro obteve nove amostras no valor descrito como médio pelo manual de calagem para solos do RS e SC (amostras: 5, 7, 15, 16, 17, 21, 22, 29, 31). Os macronutrientes manganês, zinco e cobre apresentaram valores altos para todas as amostras analisadas. Para o parâmetro cálcio, cinco amostras estavam em acordo com os valores médios (amostras: 8, 10, 25, 34, 35), conforme descritos pelo manual de adubação e calagem dos Estados do RS e SC. O parâmetro enxofre teve duas propriedades de acordo com os valores médios (amostras 7 e 15), o parâmetro manganês obteve quinze amostras dentro dos valores estipulados (amostras: 1, 3, 5, 6, 9, 12, 16, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 30, 33). Para o parâmetro fósforo dezoito amostras apresentaram valores adequados (amostras: 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 29, 31, 32, 33, 34, 35) e para potássio uma amostra (amostra 15). Para os valores de pH no solo, 21 das amostras do total de análises possuem o pH adequado (amostras: 1, 2, 5, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 36). Segundo Lopes (1989) a acidez ou grau de alcalinidade é influenciado pelo material de origem do solo, logo, solos provenientes de basalto são solos que possuem o pH mais alto em relação a solos formados por granito.

A matéria orgânica do solo está relacionada aos processos físicos, químicos e biológicos, conforme o Manual de Adubação e Calagem dos Estados do RS e SC (2016), entende-se que valores iguais ou inferiores a 2,5 são faixas consideradas baixas para o parâmetro matéria orgânica no solo, nesse sentido, 24 amostras do total analisado apresentaram valores satisfatórios para o parâmetro (amostras: 1, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36).

Estudos relacionam a qualidade do leite com o uso do solo, Santos et al. (2013) investigaram o uso do solo em propriedades familiares manejadas sob integração lavoura-pecuária em uma bacia hidrográfica e relacionaram com a qualidade do leite. Os autores concluíram que o uso do solo em integração lavoura-pecuária que prioriza o cultivo de grãos em detrimento do pastejo animal influencia de forma negativa os teores de gordura, de proteína e de sólidos não gordurosos do leite, sendo necessário o planejamento de uso do solo nessas propriedades familiares, pois evitaria a competição entre a atividade agrícola e a pecuária, e os reflexos negativos na qualidade do leite.

Outros estudos apontam a relevância do solo como um importante indicador na avaliação da sustentabilidade ambiental em propriedades leiteiras, a bovinocultura leiteira é uma atividade que utiliza os recursos naturais como matéria prima para produção do leite e o manejo inadequado pode prejudicar o solo, contaminar a água e prejudicar a manutenção da biodiversidade, contribuindo para a degradação do ambiente (AHLERT, HAETINGER e REMPEL, 2017), os mesmos autores desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de apresentar o desenvolvimento de um instrumento para análise da sustentabilidade de propriedades produtoras de leite no Vale do Taquari, visando adequar a sustentabilidade do sistema de produção. A partir do estudo, foi possível concluir que o método foi adequado e suficiente à aplicação em campo na avaliação do impacto de atividades agropecuárias.

Haetinger et al. (2021) em seu estudo, avaliariam nove parâmetros de sustentabilidade ambiental, dentre eles, a erosão do solo e a diversidade de culturas em uma amostra de 124 propriedades leiteiras na região do Vale do Taquari. A maior quantidade de culturas existentes na propriedade e uma eventual rotação delas, faz com que ocorra uma maior diversidade de demandas das plantas perante os nutrientes do solo, podendo assim, assegurar-se uma maior ciclagem destes nutrientes e preservar melhor a qualidade do solo, mantendo-o mais fértil. Os resultados mostraram que a diversidade de culturas é o parâmetro que apresentou a menor pontuação e que os parâmetros que se encontram melhor avaliados são a ausência ou pouca prática de queimadas e pouca erosão do solo.

6.6 Análise integrada

Os maiores valores de correlação (em módulo) entre os parâmetros de qualidade da água, do leite e do solo, obtidos a partir da matriz de correlação composta pelas variáveis empregadas neste trabalho, são apresentados na Tabela 12, para o período do verão e na Tabela 13 para o período do inverno. Foi considerada a seguinte classificação para a magnitude dos coeficientes de correlação: valores entre 0,10 e 0,29 (fracos), valores entre 0,30 e 0,49 (moderados); e valores entre 0,50 e 1 (fortes), sendo negativos ou positivos (HELENA et al., 2000).

Tabela 12 – Valores de maior correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para água, leite e solo no período verão.

Parâmetro	Correlação
Nitrogênio do solo e densidade do leite	-0,48
Nitrogênio do solo e psicotróficos do leite	0,35
Fósforo do solo e densidade do leite	-0,41
Alumínio do solo com CCS do leite	0,32
Temperatura da água e mesófilos do leite	0,35
pH da água e densidade do leite	0,53
pH da água e lactose do leite	0,41
pH da água e extrato seco do leite	0,37

Tabela 13 – Valores de maior correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para água, leite e solo no período inverno.

Parâmetro	Correlação
Potássio do solo e mesófilos do leite	0,32
Potássio do solo e densidade do leite	0,38
Potássio do solo e acidez do leite	0,33
Zinco do solo e densidade do leite	0,37
Zinco do solo e pH do leite	-0,30
pH da água e acidez do leite	-0,42

Segundo Figueiredo et al. (2014) o coeficiente de correlação de varia entre -1 e 1, sendo que o sinal, negativo ou positivo, indica a direção, enquanto que o valor indica a magnitude da correlação. Quanto mais perto de 1 mais forte é o nível de associação entre as variáveis. Quanto mais perto de zero, menor é o nível de associação, ou ausência de correlação. Uma correlação positiva indica que quando um parâmetro aumenta, ou outro também aumenta, ou seja, valores altos de determinado parâmetro estão associados a valores altos de outro parâmetro. Uma correlação negativa indica que quando um parâmetro aumenta, o outro diminui, ou seja, valores altos de determinado parâmetro estão associados a valores baixos de outro parâmetro.

As correlações encontradas para os períodos verão e inverno e seus respectivos parâmetros variaram, ou seja, não foram os mesmos parâmetros que tiveram uma correlação moderada ou forte. Observou-se que correlação forte para os parâmetros pH da água e densidade do leite (0,53) no período verão. Almeida e colaboradores (2020) afirmam que o pH é um dos parâmetros indicativos de qualidade, tanto para água, como para o leite. Se a água não estiver em conformidade para o parâmetro pH e a mesma for utilizada no processo de higienização dos equipamentos de ordenha ou nos tetos do rebanho, ela poderá comprometer o produto final.

O macronutriente zinco esteve relacionado tanto com o pH como com a densidade do leite. A literatura apresenta que o zinco está presente no sangue e que também se faz presente no leite (ANDRIGUETTO, 1990). No estudo proposto por Garcia (2007), ao avaliar a redução na contagem de células somáticas no leite de vacas leiteiras suplementadas com zinco, observou-se que inserir zinco como suplementação na dieta dos animais é relevante para à pecuária, devido a diversidade de forrageiras

existentes, aos tipos de solo, clima e tipo de criação. O estudo trouxe resultados satisfatórios, mostrando que o fornecimento suplementar de zinco para vacas é capaz de reduzir a contagem de células somáticas.

Outros estudos apontam que os macronutrientes são importantes na composição metabólica do animal, bem como no alimento que ele produzirá, o potássio, por exemplo, determina o volume de água presente no leite, quando seus níveis tendem a diminuir, estes podem alterar a quantidade da produção de leite, e redução de peso vivo das vacas (FONTANELI, 2009). Nesse sentido, outros estudos que demonstrem ou corroborem a existência de uma correlação forte entre os parâmetros avaliados, com o escopo do presente estudo, não foram encontrados.

7 Conclusão

Com base nos resultados, pode-se concluir que a frequência de amostras de leites *in natura* analisados, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos não atenderam em sua totalidade aos requisitos preconizados pela IN Nº 76 de 2018 do MAPA, estando em sua maioria em desacordo, indicando possíveis falhas da ordenha até o armazenamento do leite. Para a melhoria da qualidade do leite *in natura* sugere-se ações educacionais e boas práticas de ordenha implementadas durante todas as etapas da cadeia produtiva do leite, caracterizando um produto com melhor qualidade e que atenda integralmente aos parâmetros exigidos pela legislação vigente.

A água ofertada ao rebanho é essencial para o sucesso e rentabilidade na atividade produtora de leite, para a garantia da sanidade animal, bem estar e segurança alimentar. Os resultados apresentados inferem que 3% das amostras analisadas no período de verão e inverno condizem com os valores atribuídos pela legislação consultada. Sugere-se que sejam tomadas medidas para redução do número de coliformes totais e termotolerantes, de forma que atenda a legislação vigente, como por exemplo, ações voltadas a educação ambiental, projetos em promoção à saúde à população do meio rural, adoção de medidas preventivas e tratamento das águas comprometidas, visando a melhoria da qualidade da água e conseqüentemente do leite produzido nas propriedades leiteiras.

Quanto aos atributos de solo analisados, pode-se ter uma caracterização do local (propriedade rural) e da região do Vale do Taquari, ainda que os pontos amostrados não são utilizados para o plantio, percebeu-se a interferência do gado, devido ao pisoteio.

Ao relacionar a qualidade da água de dessedentação animal e as características do solo das propriedades rurais com a qualidade do leite *in natura* não foi possível confirmar a hipótese estabelecida, sendo que, a partir dos resultados encontrados e confrontados com a literatura científica, conclui-se que outras análises são necessárias para estabelecer a correlação com a qualidade do leite *in natura*.

Apesar de, estatisticamente, não ter sido comprovada a relação entre os dados analisados, as evidências de degradação ambiental, constatadas *in loco*, indicam que é importante que sejam implantados programas voltados à melhoria da qualidade do leite.

É importante que exista continuidade nos estudos com esse escopo na região, pois, programas relacionados à melhoria da qualidade do leite resultam em retornos financeiros a toda cadeia produtiva. A bonificação financeira tem um impacto perceptível pelo produtor, sendo uma ferramenta eficaz em promover melhorias nos parâmetros analisados. Outra alternativa, seriam os pagamentos por serviços ambientais, que visam recompensar financeiramente os produtores rurais que se comprometem em conservar e ter melhor gestão em sua propriedade.

Referências bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. (ANA), **Enquadramento das águas**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx> Acesso em: ago. 2020.
- AHLERT E. M.; HAETINGER, C.; REMPEL, C. Sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade de propriedades produtoras de leite. **Estudo & Debate**, Lajeado, v. 24, n. 2, p. 23-49, 2017.
- ALMEIDA, A. C.; SANTOS, C. A.; MENEZES, I. R.; TEIXEIRA, L. M.; COSTA, J. P. R.; SOUZA, M. S. Perfil sanitário de unidades agrícolas familiares produtoras de leite cru e adequação à legislação vigente. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 17, n. 3, p. 303-315, setembro, 2016.
- ALMEIDA, M.; VIEIRA SARAIVA, W.; MARTINS DE OLIVEIRA, E. Análise de densidade e pH de leites produzidos no RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário. **Plantio Direto**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, jan./fev. 2001.
- ALVES, C. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Porto: Publindústria, 2010.
- ALVES, D. R. Industrialização e comercialização do leite de consumo no Brasil. In: MADALENA, F. E.; MATOS, L. L. de; HOLANDA, E. V. J. (Org.) **Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil**. Belo Horizonte: FEPMVZ. 2001. p. 75-84.
- AMARAL, L. A. do; NADER, F. A.; ROSSI, J. O. D.; FERREIRA, L. A. F.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p.510-514, Agosto. 2003.
- AMORIM, A. L. B. do C. **Avaliação da presença de substâncias químicas em leites cru e beneficiado produzidos e comercializados no Distrito Federal e Entorno. Dissertação de mestrado em saúde animal**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília, 2017.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI M. L.; TURCO, S. H. N.; CARVALHO, F. F. R. 2010. Water and small ruminant production. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, p. 326-336. 2010a.
- ARAUJO, G. H. S; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010b.
- ARCARI, M. A., SANTOS, M. V. Artigo técnico. **Fatores que podem alterar a crioscopia do leite**. 2012. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/fatores-que-podem-alterar-a-crioscopia-do-leite-204319n.aspx>. Acesso em: jan. 2021.

ARCURI, E. F. et al. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 3, p. 440-446, 2006.

AUDEH, S. J. S.; LIMA, A. C. R.; CARDOSO, I. M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. J. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 34-48, 2011.

BARDEN, J. et al. A Economia do Rio Grande do Sul no período entre 1920 e 1940: Uma análise da Região do Vale do Taquari. **Estudo & Debate**, Lajeado, ano 8, n. 2, p. 7-55, 2001.

BAYER, J. C.; MIELNICZUCK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Ed. Metrópole, 2008.

BEBER, C. L.; THEUVSEN, L.; OTTER, V. Organizational structures and the evolution of dairy cooperatives in Southern Brazil: a life cycle analysis. **Journal of Co-operative Organization and Management**, v. 6, n. 2, p. 64-77, 2018.

BELOTI, V.; RIBEIRO JÚNIOR, J. C.; TAMANINI, R.; YAMADA, A. K.; CAVALETTI, L.; SHECAIRA, C. L.; NOVAES, D. G.; SILVA, F. F. Qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado produzido no município de Sapopema-PR. **Científica Eletrônica Medicina Veterinária**, v.16, p.2. 2011.

BERRO, R. et al. **Sistema local de produção de leite em Itaqui, Rio Grande do Sul: caracterização e diferenciação dos estabelecimentos formais**. 7º Encontro de Economia Gaúcha – FEE, Porto Alegre, 2014.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

BICA, G. S.; et al. **Comportamento e desempenho de bovinos de corte supridos com açude ou bebedouro**. 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24 a 27 Julho 2006, João Pessoa PB.

BILGIN, A., KONANC, M. U. Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods. **Environmental Earth Science**, v. 75, n. 1029, p. 1-18, 2016.

BORTOLI, J. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS**. 2016. Dissertação de mestrado – Universidade do Vale do Taquari, 2016.

BORTOLI, J.; DAHM, G.; SILVA, G. R.; MACIEL, M. J.; REMPEL, C. Diagnóstico da qualidade da água de açudes utilizados na dessedentação animal do Vale do Taquari/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9; n.2, jan. 2018.

BORTOLI, J.; et al.; Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no Vale do Taquari-RS. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 39 v. 1, p. 81-102, Jan./Jun., 2017.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução técnica; Igo Fernando Lepsch. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. 2. ed. ref. São Paulo: Moderna, 2010.

BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P.; CARVALHO, T. S.; CABRAL, J. F.; NICOLAU, E. S.; NEVES, R. B. S. Avaliação da qualidade do leite cru em função do tipo de ordenha e das condições de transporte e armazenamento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n.389, v.67, p.34-42, 2012.

BRASIL. 2002. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002**. Coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. 172, 8-13, 20 de setembro. Seção I.

BRASIL. CONAMA, 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente–Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. CONAMA, 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente-Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 de maio de 2011.

BRASIL. **Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasil, DF, 25 mai. 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm Acesso em: 10 agosto. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de Reconhecimento dos Sotos do Estado do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, 1973. 431 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 62 de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, 30 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha AS- 23 São Luiz/Folha AS - 24 Fortaleza: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1973. (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 3.

BRASIL. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016**. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf> Acesso em: maio de 2019.

BREDEMEIER, C. MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural** [online]. 2000, v. 30, n. 2, pp. 365-372. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029>. Epub 05 Dez 2006.

BRUNETTO, G.; GATIBONI, L. C.; RHEINHEIMER, D. S.; SAGGIN, A.; KAMINSKI, J. Nível crítico e resposta das culturas ao potássio em um Argissolo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:565-571, 2005.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CABBAU, A. R. et al. Resposta e níveis críticos de potássio para o arroz cultivado em solos de várzea inundados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 75-86, 2004.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C.; Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.3, p.375-382, 2013.

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. C da; ALMONDES, Z. A. P. do; FIGUEIREDO, C. C. de. Forms of phosphorus in an oxisol under different soil tillage systems and cover plants in rotation with maize. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 972-979, 2014.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul**. 2008.173f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 2008.

CASTANHEIRA, A. C. G.; **Manual básico de controle de qualidade de leite e derivados comentado**. Caplab indústria e comércio Ltda. São Paulo, julho de 2010.

CERATTI, S. **Viabilidade técnica econômica da adubação com enxofre na cultura da soja**. 2018. Dissertação de mestrado – Universidade de Cruz Alta, 2016.

CERETTA, C. A.; AITA, C. **Agricultura Familiar e Sustentabilidade Biologia do Solo** (livro didático). UFSM, 2008, 180 p.

CERQUEIRA, M. M. O. P.; PICININ, L. C. A.; FONSECA, L. M.; SOUZA, M. R.; LEITE, M. O.; PENNA, C. F. A. M. **Qualidade da água e seu impacto na qualidade microbiológica do leite**. In: MESQUITA, A. J.; DURR, J. W.; COELHO, K. O. *Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil*. Goiânia: Talento, 2006, v.1, p. 273-290.

CERVENY, J.; MEYER, J. D.; HALL, P. A. **Microbiological Spoilage of Meat and Poultry Products**. In: SPERBER, W. H.; DOYLE, M. P. (Eds.). *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*. New York, NY: Springer New York, 2009. p. 69–86.

CETESB, São Paulo, Decisão de Diretoria nº134/2007/P. **Diário Oficial Poder Executivo** - Seção I, 117 (171), p. 27-30. 11 de setembro de 2007. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/DD_134_DO.pdf 2007.

CHERUBIN, M. R.; SANTI, A. L.; EITELWEIN, M.T.; MENEGOL, D. R.; DA ROS, C. O.; PIAS, O. H. de C.; BERGHETTI, J. Eficiência de malhas amostrais utilizadas na caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, v.44, p.425-432, 2014.

CITADIN, A. S.; POZZA, M. S. S; POZZA, P. C; NUNES, R. V.; BORSATTI, L.; MANGONI, J.; Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e fatores associados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.52-59, 2009.

COIMBRA, P. A. D. **Aspectos extrínsecos do comportamento de bebida de bovino em pastoreio**. Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007. 103p.

COMIN, J. J.; LOVATO, P. E.; **Manejo para qualidade do solo**. Santa Catarina, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/126275/Manejo_para_qualidade_do_solo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: ago. 2020.

CORREA, A. P.; MORAES, E.; CUNHA, C. M.; PINTO, S. D. A. F. Influência do cultivo de cana-de-açúcar nas perdas de solo por erosão hídrica em cambissolos no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

COSTA, H. N.; MOLINA, L. R.; LAGE, C. F. A.; MALACCO, V. M. R.; FACURY, FILHO, E. J.; CARVALHO, A. Ú. Estimativa das perdas de produção leiteira em vacas mestiças Holandês x Zebu com mastite subclínica baseada em duas metodologias de análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 69, p. 579-586, 2017.

COSTA, R. A.; VIZCAINO, C. A. C.; COSTA, E. M. Participação em cooperativas e eficiência técnica entre agricultores familiares no Brasil. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de censo agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.

COUTO, A. T. Agricultura familiar e produção leiteira: análise do sector cooperativo leiteiro da região norte de Portugal e do setor familiar produtor de leite no sul do Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.23, n.2, jul-dez, 2003.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

DA LUZ OLIVEIRA, A.; VANELI, N. R.; OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA, M.; CÓCARO, A. D.; et al. Avaliação das características físico-químicas, microbiológicas e rotulagem de leite pasteurizado comercializado na microrregião de Ubá-MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 6, p. 301-315, 2015.

DALCIN, D. **A atividade leiteira no contexto da agricultura familiar: um estudo de caso**. In: Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, julho, 2009.

DEFANTE, L. **Caracterização dos sistemas de produção leiteiros na Região do Oeste do do Paraná por meio de análise multivariada**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

DIEDRICH, G. E.; BIONDO, E.; BULHÕES, F. M. Agroecologia e Bem Viver como modo de vida e como modelo sustentável de produção agrícola e de consumo de alimentos. COLÓQUIO- **Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 3, jul/set, p. 230-255, 2021.

DOZZO, A. D. P. **Análise microbiológica da qualidade de água para consumo animal**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável)- Instituto de Zootecnia, São Paulo, 2011.

ECKHARDT, K. How to construct recursive digital filters for baseflow separation. **Hydrological Processes**, v. 19, p. 507-515, 2005.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2016. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br> Acesso em: novembro.2020.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.306. 2013.

ENEROTH, A.; AHRNÉ, S.; MOLIN, G. Contamination of milk with Gram-negative spoilage bacteria during filling of retail containers. **International Journal of Food Microbiology**, v. 57, p. 99-106, 2000a.

ESPINDOLA, C. R.; **Retrospectiva crítica sobre a pedologia**: um repasse bibliográfico. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. 394 p.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2019**. Porto Alegre: SEPLAG, Departamento de Economia e Estatística, 2019.

FIGUEIREDO, F. D. B.; ROCHA, E. C.; SILVA, J.; PARANHOS, R.; NEVES J. A. B.; SILVA, M. B. 2014. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Perarson. **Leviathan Cadernos de Pesquisa Política**, v. 8, p. 66-95. 2014.

FLORES, M. E.; LIZARRAGA, E.; DE CERAIN, A. L.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E. 2015. Presence of mycotoxins in animal milk: A review. **Food Control**, 53, 163-176.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Dairy Production and Products – Milk Production. Disponível em <https://www.fao.org/dairy-production-products/en/> Acesso em: dez. 2016.

FRAGA, T. I. et al. Suprimento de potássio e mineralogia de solos de várzea sob cultivos sucessivos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 497-506, 2009.

GALIZONI, F. M.; RIBEIRO, E. M. Bem comum e normas costumeiras: a ética das águas em comunidades rurais de Minas Gerais. **Ambient. soc.**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 77-94, Junho 2011.

GAMA, M. A. P.; MATOS, G. S. B; SILVA, G. R.; BRASIL, E.C.; NUNES, O. F. Potential acidity estimated by SMP pH in soils of the State of Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 199-203. 2013.

GARCIA, A. C. F. Z. **Utilização da suplementação de zinco orgânico e vitamina e na contagem de células somáticas do leite bovino**. 2007. 62 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, C. S. **Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia – Agudo – RS**. 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**, 1., 2001, Passo Fundo. Anais... Porto Alegre: 2001. p.5-21.

GUERRA, M. G.; GALVÃO, J. G. J.; RANGEL, A. H. N.; ARAÚJO, V. M.; GUILHERMINO, M. M.; NOVAES, L. P. Disponibilidade e qualidade da água na produção de leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.3, p.230-235, 2011.

GUERRA, W. E. X., et al. **Manejo de solo sob pastagem antecedendo o cultivo da soja em sistema semeadura direta e integração lavoura-pecuária**. 2017. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2017.

HAETINGER, C.; REMPEL, C.; HERMANN, M.; SILVA, G.; Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Propriedades Rurais Produtoras de Leite. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.10, n.2, p.153-167, 2021.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. de; PAULA, H. de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HARTEMINK A. E, MINASNY B. Towards digital soil morphometrics. *Revista Geoderma*. v. 230–231, p. 305–317, 2014.

HELENA, B., PARDO R., VEJA, M., BARRADO, E., FERNANDEZ J.M., FERNANDEZ L. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga river, Spain) by principal componente analysis. *Water Research*, vol. 34, n. 3, p. 807- 816, 2000.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2020/. Acesso em 2020.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: abr. 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf. Acesso em: ago. 2019.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: dez. 2018.

ISO 13366-2 – International Organization for Standardization. 2006. Milk and liquid milk products - Enumeration of somatic cells - Part 2: Guidance on the operation 64 of fluoroopto-electronic counters. Genebra: Swizerland.

KAMINSKI, J. et al. Potassium availability in a Hapludalf soil under long term fertilization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 3, p. 783-791, 2010.

KRAUSKOPF, K. B. **Introdução a geoquímica**. São Paulo, Poligono/EDUSP. 1972. 720p.

LEIRA, M. H., BOTELHO, H. A., AZEVEDO, H. C., BARRETO, B. B., BOTELHO, J. H. V., PESSOA, G. O.; Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. *Pubvet Medicina Veterinária e Zootecologia*. v.12, n.5, p.1-13, 2018.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Revisão técnica de Ricardo M. Coelho. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP Editora Átomo, 3ª Ed , 2010.

LIMA, J. F., FREITAS, G. K., PINTO, M. T., & SALLES, P. B. **Gestão da Crise Hídrica 2016-2018: Experiência do Distrito Federal**. Brasília: Adasa, Caesb, Seagri e Emater, 2018.

LOPES, A. S., GUILHERME, L.R.G. LOPES, A. S., GUILHERME, L.R.G. **Interpretação de análise de solo conceitos e aplicações**. Boletim técnico nº2. 2004. Disponível em: [Microsoft Word - Boletim Técnico 2 - Revisão Final - ANDA, 2004.doc \(agrolink.com.br\)](#). Acesso em: dez. 2021.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 155p.

LOURENÇATO, L. F. **Potencial de contaminação de águas superficiais por agrotóxicos na microbacia hidrográfica do Campestre, Colombo, PR**. 2010. 48f. Dissertação Mestrado (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MAGALHÃES, Y. A.; BATISTA, A. S. M.; FONTENELLE, R. O. S.; JULIÃO, M. S. S.; LOIOLA, P. M. G.; MESQUITA, R. M.; AGUIAR, F. L. L.; OLIVEIRA, A. R. Qualidade microbiológica e físico-química da água dos Açudes urbanos utilizados na dessedentação animal em Sobral, Ceará. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 141-148, 2014.

MANFREDINI, D. **Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agronômicas e concentração de nutrientes**. 2008. Dissertação de Mestrado (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade de São Paulo, 2008.

MANLAY, R. J.; FELLER, C.; SWIFT, M. J. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.119, p.217-233, 2007.

MARAFANTE, L. J.; SILVA, J. R. **Ecologia e Desequilíbrios Ambientais**. Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica, 2006.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: EST, 2002.

MARINO, C.T. **Água na produção animal**. Macal Nutrição Animal, Informe Técnico. 2006. Disponível em <http://www.macal.com.br/uploads/1719242139.doc>. Acesso em: nov. 2020.

MARTINS, F. C., VICENTE, E. C., ANDERSON, F., CARLSSON, D., KNABBEN, R. E., SILVA, I., LAMB, C., SCHMITT, A. Uma nova visão da agricultura familiar na encosta da serra catarinense: Projeto Tocando em Frente e a revitalização da pecuária leiteira. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Paraná, v.2, n.2, p.333-336, 2007.

MARTINS, R. P., SILVA, J. A. G., NAKAZATO, L., DUTRA, V. ALMEIDA, F. E. S. 2010. Prevalência e etiologia infecciosa da mastite bovina na microrregião de Cuiabá-MT. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n.1, p.181-187.2010.

MATTIODA, F. et al. Avaliação inicial da água nas propriedades leiteiras de Teixeira Soares – PR. **CCNExt**, Santa Maria, v. 1, n. 1, 2010.

MATTOS, M. R.; BELOTI, V.; TAMANINI, R.; PAQUEREAU, B. P. D.; Qualidade do leite cru produzido na região do agreste de Pernambuco, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, Londrina, v. 31, n. 1, p. 173-182, 2010.

MAY, M. V. et al. Calidad del agua em tambos de la cuenca lechera oeste de la Provincia de Buenos Aires. **Veterinaria Argentina**, Buenos Aires, v.16, n.157, p.506-513, 1999.

MELO, C. W. B. BARBOSA, F. R. PEREIRA, D. E. Avaliação da qualidade do leite cru refrigerado obtido em propriedades rurais localizadas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.20, n.2, p.137-142, 2018.

MENEZES, I. R.; ALMEIDA, A.C.; MORÃO, R.P.; REIS, S.V.R.; SANTOS, C.A.; LOPES, I.L.N. Qualidade microbiológica do leite cru produzido no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência e Veterinária**, v. 22, n. 1, p. 58-63, 2015.

MEURER, E. J. et al. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre: Editora Evangraf, 2006. 285p.

MILLER, B. A. The need to continue improving soil survey maps. **Soil Horizons**. Madison, v.53, p.14-15, 2012.

MONTEIRO, A.V., **Influência da ingestão de água por vacas leiteiras durante a ordenha em diferentes estágios de lactação**. 2016. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências-Sanidade Animal) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

MOREIRA, A. et al. Acidez potencial pelo método do pHSMP no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 89-92, 2004.

MOREIRA, F. S. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**, 2006. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/Iso/arquivos_aula/LSO_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf. Acesso em: out. 2020.

MURPHY, S. C.; MARTIN, N. H.; BARBANO, D. M.; WIEDMANN, M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield. **Journal of Dairy Science** v. 99, n. 12, 2016.

NÉLIO, J. **Higiene na Indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2008.

NERO, L. A. et al. Hazards in non-pasteurized milk on retail sale in Brazil: prevalence of Salmonella spp, Listeria monocytogenes and chemical residues. **Braz. J. Microbiol**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 211-215, 2004.

NEVES, R. B. S. et al. Avaliação sazonal e temporal da qualidade do leite cru Goiano tendo como parâmetros a contagem celular somática e a contagem bacteriana total: **Archives of Veterinary Science**. v. 24, n. 1, p. 10-23, 2019.

NÖRNBERG, M. F. B. L., TONDO E. C. BRANDELLI. A. Bactérias psicrófilas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 37, n. 2. p. 157-163, 2009.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, E. N. A. SANTOS, D. C. Avaliação da qualidade físico-química de leites pasteurizados. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 2012.

OLIVEIRA, L. S. S. **Índice espectral de vegetação e fertilidade do solo na cultura de cana-de-açúcar**. 2019. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- UNESP, Jaboticabal, 2019.

ORSOLIN, V. **Desempenho produtivo e qualidade do leite em função da adoção de práticas de manejo em pastagens perenes e influência da adubação nitrogenada sobre o teor de nitrato no leite em propriedades da agricultura familiar**. 2019. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina) UDESC, 2019.

PARREIRA, A.G.; ORLANDO, F.M.; MOURÃO, C.C.; Avaliação da qualidade microbiológica e georreferenciamento de fontes hídricas utilizadas por moradores do município de Divinópolis (MG). **Revista Sustenere**. v.9, n.1, 2019.

PAULO, I. A.; MONTANHINI M. T. M.; RIBEIRO, L. F. Consequência da presença de bactérias psicrófilas em leite e derivados. **GETEC**, v.10, n.25, p.1-8, 2021.

PERIN, L. M. et al., Interferência de temperaturas de estocagem no desenvolvimento da microbiota mesófila, psicrófila, lipolítica e proteolítica de leite cru. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.333-342, 2012.

PIANA, S. C.; PIANA, S. C.; FARIÑA, L. O.; FALCONI, F. A.; BUSARELLO, J. J.; Microbiological quality assessment of water of dairy properties of Campo Bonito, Cascavel, and Guaraniaçu – PR. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 25-34, 2014.

PIÑEIRO DI BLASI, J. I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P. J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J. R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. Analysis and detection of outliers in water quality parameters from 'different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). **Ecological Engineering**, v. 60, p. 60–66, 2013.

POSTALI, A. **Manejar o solo, garantir o futuro**. 2015. Disponível em <https://www4.esalq.usp.br/banco-de-noticias/manejar-o-solo-garantir-o-futuro>. Acesso em: set. 2021.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

- QUOOS, J. H. (2020). **Gerador de Triângulo Textural**. Disponível em Quoos: <http://www.quoos.com.br/index.php/geografia/solos/4-triangulo-textural-solos-argila-areia-silte>. Acesso em: dez. 2020.
- 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, p.36-42, 2009.
- RAPOSO, A. A.; BARROS, L. F. P.; MAGALHÃES, A P. J. **O parâmetro de turbidez das águas como indicador de impactos humanos na dinâmica fluvial da bacia do rio Maracujá – Quadrilátero Ferrífero/MG**. 2009. Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/007.pdf. Acesso em 2021.
- REMPEL, C.; MAJOLO, M. A. Levantamento Ambiental do Município de Arroio do Meio - usando um plano de desenvolvimento sustentável. **Acta Scientiae**, ULBRA - Canoas - RS, v. 1, n.2, p. 29-38, 1999.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. C. et al. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado produzido na região de Ivaiporã, Paraná. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.68, n.392, p.5 - 11, 2013.
- RIBEIRO, T. M. et al. Fitossociologia de uma floresta secundária com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze na Estação Ecológica de Bananal, Bananal-SP. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 159-172, 2013.
- ROCHA, D. T., CARVALHO, G.R. RESENDE. G. C.; Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Circular técnica Embrapa**. Juiz de Fora-MG, Agosto, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuarria-de-leite-no-Brasil.pdf>. Acesso em: set. 2021.
- ROCHA, K. L., OLIVEIRA, A. P., CARVALHO, J. W. P. Avaliação da qualidade do leite *in natura*, pasteurizado e esterilizado (UHT), comercializado em barra do Bugres-MT. **Enciclopédia Biosfera**. 2016.
- RODRIGUES, R. A. R; DE MELLO, W. Z; DA CONCEIÇÃO, M. C. G; DE SOUZA, P. A; SILVA, J. J. N. Dinâmica do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas e Florestais Tropicais e seu Impacto na Mudança do Clima. **Rev. Virt. Quím.**, v. 9, n. 5. p. 1868-1886, 2017.
- ROVEDDER, A. P. M.; ALMEIDA, C.M.; ARAÚJO, M. M.; TONETTO, T.; SCOTTI, M. S. V. Relação solo-vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2178-2185, dez, 2014.
- SANTOS, D. B.; VANIN, J.; SILVA, C.G.; BONDAN, C.; BORTOLUZZI, E.C. Qualidade do leite de propriedades familiares praticantes de integração lavoura-pecuária em função do uso do solo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.4, p.1217-1222, 2013.

SANTOS, D. R. dos; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, p. 576-586, 2008.

SANTOS, M. V., FONSECA L. F. L. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial; 2007. 288 p.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. 1.ed. Barueri: Manole, 2007.

SANTOS, M. V.; TOMAZI, T. Mastite contagiosa ou ambiental: Um diagnóstico em nível de rebanho. **Revista Leite Integral**, 2012. Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/mastite-contagiosa-ou-ambiental-um-diagnostico-em-nivel-de-rebanho>. Acesso em: out. 2021.

SANTOS, P. P. et al. Aplicação do ciclo pdca integrado ao plano de qualificação de fornecedores de leite. **Revista Ifes Ciência**, v. 7, n. 1, p. 01-14, 2021.

SATAKE, F. M. et al. Qualidade da água em propriedades rurais situadas na bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal. SP. São Paulo, **Ars Vet.**, v. 28, n. 1, p. 48-55, 2012.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – NÚCLEO REGIONAL SUL/COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11 ed. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul. 2016. 400 p.

SCHMIDT. C.P.; LAWISCH. G. K. S.; MACIEL, M.J. Avaliação da qualidade do leite *in natura* de produtores rurais do vale do taquari em diferentes estações do ano. **Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 12, n. 3, p. 40-47, 2020.

SHOEMAKER, H. E.; Mc LEAN E.O.; PRATT, P.F. Buffer methods for determining lime requirement of soil with appreciable amounts of extractable aluminium. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.25, p.274-277, 1961.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. **Revista Biociências**, v. 14, n. 1, 2008.

SILVA, C. F. O.; STROHER, A. L.; ARAÚJO, J.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Projeto piloto de análises de solos de uma propriedade rural do Vale do Taquari. **Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 12, n. 3, p. 8-23, 2020.

SILVA, C. G.; ALESSIO, D. R. M.; KNOB, D. A.; D'OVIDIO, L.; THALER N. A. Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Santa Catarina. v.70, n.2, p.615-622, 2018.

SILVA, E. B, COSTA, H. A. O, FARNEZI, M. M. Acidez potencial estimada pelo método do pH em solos da região do Vale do Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, n. 30, p.51-72, 2006

SILVA, K. L.; AZEVEDO, V. C. F.; LEITE, E. P. F. **Mapeamento e Análise do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Cuiá a Partir de Imagem do Satélite Quickbird**. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, Anais, Maceió, 2010.

SILVA, P. B. **Caracterização da qualidade do leite em propriedades na microrregião de São João Del-Rei – MG**. 2014. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João Del Rei-Campus Tancredo de Almeida Neves, São João Del Rei, Minas Gerais, 2014.

SILVA, P. H. F. **Leite UHT: Fatores determinantes para sedimentação e gelificação**. 2003. 147 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, P. H. F. **Impactos da qualidade da água na produção dos animais domésticos**. 2021. 48f. Trabalho de conclusão (Curso de Zootecnia da Escola de Ciências Agrárias e Biológicas), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.

SILVEIRA, M. L. R.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Avaliação da qualidade do leite cru comercializado informalmente em feiras livres no município de Santa Maria-RS. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 75-80, 2014.

SIMÕES, A. R. P.; OLIVEIRA, M. V. M.; LIMA-FILHO, D. O. Tecnologias sociais para o desenvolvimento da pecuária leiteira no Assentamento Rural Rio Feio em Guia Lopes da Laguna, MS, Brasil. **Interações**, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 163-173, 2015.

SIMÕES, M. C. et al. Avaliação físico-química da qualidade da água de propriedades rurais do município de Santa Bárbara, Pará. **Biota Amazônia**, v. 12, n. 1, p. 42-45, 2022.

SMITH, M.; IRVINE, R. Geophysical exploration for epithermal gold deposits. **Journal of Geochemical Exploration**, Elsevier, v. 36, n. 1, p. 375–412, 1990.

SOARES, L. L. **Gestão da qualidade em cooperativas leiteiras e laticínios: um estudo de caso do programa Qualileite da Danone**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré. **Ciências Agrárias**, v. 59, n. 1, p. 9–15, 2016.

SOARES, N. L.; XAVIER, J. R. M.; AMARANTE, C. B. **Influência das variáveis massa e temperatura na determinação da matéria orgânica do solo**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica; Belém - PA, 2009.

SOBRAL, L. F. et al. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042994/1/Doc206.pdf>
Acesso: nov. 2021.

SORHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 8, p. 35-41, Feb. 1997.

SOUZA, G. N.; SILVA, M. R.; SOBRINHO, F. S.; COELHO, R. O.; BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a contagem de células somáticas no leite. **Arq Bras Med Vet Zootec**, v.57, n. 5, p. 830-34, 2005.

SOUZA, J. E.; Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas das águas utilizadas para dessedentação animal na área rural de Aquidauana e Anastácio/MS. **ANAIS DO ENIC**, n. 3, 2011.

SOUZA, J. R. De.; MORAES, M. E. B. De.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R.G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014.

SOUZA, M. P. Agronegócio do leite: características da cadeia produtiva do estado de Rondônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.1, n.1, mai-ago, 2009.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 222p.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 5ª ed., Santa Maria. Editora da UFSM, 2013.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, T. **Recursos hídricos no século XXI**. Oficina de Textos, 2011.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.33, n.4, 2011.

VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LEITE, J.B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista da Política Agrícola**, Ano XXVI – Nº 1 – Jan./Fev./Mar. 2017.

VOGES, J. G. **Qualidade microbiológica da água e do leite e ocorrência de Leite Instável Não Ácido (LINA) em propriedades de agricultura familiar do Planalto Norte de Santa Catarina**. 2015. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

ZENI, M.P. et al. Influência dos microrganismos psicrotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado para produção de UHT. **Unoesc & Ciência**, ACET, Joaçaba, v. 4, n. 1, p. 61-70, jan./jun. 2013.

ZUFFO, C. E.; NASCIMENTO, G. F.; ABREU, F. A. M.; CAVALCANTE, I. N. Caracterização da Qualidade de Águas Superficiais em Rondônia. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rondônia, v.36, n.2, p.25-39, 2013.