



AMANDA VERÍSSIMO REZENDE

**ANÁLISE DISCRIMINANTE DO PERFIL DE
PROPRIEDADES LEITEIRAS DE ACORDO COM PADRÕES
DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E CONTAGEM
PADRÃO EM PLACA**

**LAVRAS – MG
2024**

AMANDA VERÍSSIMO REZENDE

**ANÁLISE DISCRIMINANTE DO PERFIL DE PROPRIEDADES LEITEIRAS DE
ACORDO COM PADRÕES DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E
CONTAGEM PADRÃO EM PLACA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Sanidade animal e saúde coletiva, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Christiane Maria Barcellos Magalhães
Orientadora

**LAVRAS-MG
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Rezende, Amanda Veríssimo.

Análise discriminante do perfil de propriedades leiteiras de acordo com padrões de contagem de células somáticas e contagem padrão em placa / Amanda Veríssimo Rezende. – 2024.

85 p. : il.

Orientadora: Christiane Maria Barcellos Magalhães.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Perfil produtores. 2. Qualidade do leite. 3. Boas práticas. I. Magalhães, Christiane Maria Barcellos. II. Título.

AMANDA VERÍSSIMO REZENDE

**ANÁLISE DISCRIMINANTE DO PERFIL DE PROPRIEDADES LEITEIRAS DE
ACORDO COM PADRÕES DE CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E
CONTAGEM PADRÃO EM PLACA**

**DAIRY FARMS' PROFILES DISCRIMINANT ANALYSIS ACCORDING TO
SOMATIC CELL COUNT AND STANDARD PLATE COUNT PARAMETERS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Sanidade animal e saúde coletiva, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de agosto de 2024.

Prof. Dr. Danton Diego Ferreira

Dr. Denis Lucio Cardoso

UFLA

IMA

Profa. Dra. Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha
Orientadora

**LAVRAS-MG
2024**

Dedico este trabalho ao meu pai José Silvio de Rezende (in memoriam), que sempre me deu todo o suporte e inspiração necessários para estudar e encarar a vida. Você foi o melhor pai do mundo. E a minha mãe que nunca mediu esforços para me ajudar e sempre esteve por mim incondicionalmente. Obrigada por me ensinarem a persistir nos meus sonhos, mesmo com todas as adversidades. Eu amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meus espíritos protetores e anjos guardiões que permitiram que essa caminhada fosse possível e me sustentaram nos momentos mais difíceis.

Em especial, agradeço o povo brasileiro e a universidade pública, por possibilitarem que eu tenha acesso a uma educação gratuita e de qualidade. Que o ensino público no país possa ser cada vez mais valorizado, pois um povo com acesso à educação de qualidade é um povo livre.

Agradeço aos meus pais José Silvio (*in memoriam*) e Arlete por sempre terem feito de tudo para me oferecer a melhor educação e por todo amor incondicional que sempre recebi de vocês. Vocês sempre serão o meu exemplo e a minha força.

Ao meu namorado, Paulo, por ter me apoiado durante toda essa trajetória. Obrigada por toda ajuda e todos conselhos. Eu amo você.

A todos os professores que me ajudaram e foram capazes de compreender meus problemas, em especial, ao professor Geraldo Márcio da Costa e a minha orientadora Christiane Maria Barcellos Magalhães, que me ajudou a trilhar esse caminho e não desistir. Obrigada por todas as conversas e todos os ensinamentos, sempre levarei você comigo em um lugar especial do coração.

Ao professor Danton Diego Ferreira e seu orientado Alfredo Diani por todo auxílio na análise dos dados. Obrigada pela paciência e ensinamentos compartilhados.

A todos os produtores de leite, principalmente os pequenos produtores, que tive o prazer de conhecer e que me receberam em suas propriedades. E a empresa Cia do Leite, por ter nos auxiliado e fornecido os dados necessários para desenvolvimento desse estudo. Sem vocês esse estudo não seria possível.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras, em especial ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, por proporcionar a realização deste trabalho.

RESUMO

A implementação de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) é de extrema importância e refere-se à adoção de procedimentos adequados em toda cadeia produtiva, assegurando que o leite seja produzido por animais saudáveis e de forma sustentável, sendo essas algumas exigências da normativa 77/2018. O objetivo do estudo foi traçar o perfil das propriedades leiteiras e reduzir as variáveis para discriminar produtores com padrões de qualidade adequados ou não a IN 76 e 77/2018 por meio da análise FDR (*Fisher Discriminant Ratio*). Para tanto, foram utilizados dados secundários coletados de forma transversal pela empresa Cia do Leite em dois bancos de dados: 1. Parâmetros de qualidade do leite – a. Contagem de Células Somáticas (CCS) e b. Contagem Padrão em Placa (CPP) e 2. Resultados das entrevistas - formulário aplicado aos produtores filiados ao laticínio contratante, em uma única visita, no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020. Os bancos foram conectados pelo nome do produtor. Foram feitas análises descritivas de todas as variáveis levantadas para traçar o perfil dos entrevistados e suas propriedades. Os parâmetros CCS e CPP foram categorizados como “Conforme” ou “Não conforme” frente a Instrução Normativa 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. Sendo “Conforme”, aqueles com CCS abaixo de 500 mil CS/mL e CPP abaixo de 300 mil UFC/mL e “Não conforme” se estiverem acima desses padrões. Foi feita análise FDR para distinguir dois grupos em duas situações: 1. De todo o conjunto de dados para discriminar as categorias “conforme” e “não conforme”; 2. De um subconjunto de dados, selecionando os 10% das propriedades de valores maiores e menores para de CCS e CPP para determinar quais variáveis discriminam as melhores e piores propriedades na amostra estudada. Ainda, a acurácia entre os modelos foi testada por meio de árvores de decisão. Concluiu-se que as cinco variáveis que mais discriminaram produtores segundo a conformidade da CPP e CCS estão relacionadas a questões causais de higiene, de controle zootécnico, presença de assistência técnica periódica ou implementação de tecnologias. A acurácia pela discriminação não modifica significativamente, se for utilizadas 5 ou 50 variáveis e fica em torno de 50% em todos os cenários avaliados. Esse estudo demonstra um caminho para redução de variáveis para discriminação de propriedades, segundo qualidade sanitária do leite, que precisa ser melhor apurado.

Palavras-chave: perfil produtores; qualidade do leite; boas práticas; inteligência artificial.

ABSTRACT

The implementation of Good Agricultural Practices (GAP) holds extreme importance and refers to the adoption of adequate procedures throughout the whole production cycle, ensuring the milk is sustainably produced by healthy animals, being these some of the requirements of normative 77/2018. The study's goal was to draw the dairy farms' profile and to reduce the variables used to discriminate producers whose quality standards are in adequacy with IN 76 from those who are not, through the Fisher Discriminant Ratio (FDR) analysis. In order to do so, secondary data collected transversally by the company Cia do Leite has been used, divided into two data banks: 1. Milk quality standards - a. Somatic Cell Count (SCC) and b. Standard Plate Count (SPC) and 2. Interview results - a form applied to producers affiliated to the contracting dairy, in a single visit, between June of 2019 and February of 2020. The banks have been connected by producer's name. Descriptive analysis has been done of all raised variables to draw the interviewer's and their properties' profile. SCC and SPC parameters have been categorized as "Acceptable" and "Unacceptable" under Normative Instruction 76/2018 by the Brazilian Agriculture, Livestock and Supply Ministry (MAPA). SCC numbers below 500k SC/mL, as well as SPC numbers below 300k UFC/mL, are "Acceptable", whereas numbers above these standards are "Unacceptable". FDR analysis has been done to distinguish two groups in two situations: 1. Of the entire data bank to discriminate "Acceptable" and "Unacceptable" categories; 2. Of a data subset, selecting properties with the 10% highest and lowest SCC and SPC parameters in order to determine which variables best discriminate the best and worst farms in the sample. Furthermore, the accuracy between the models has been tested through Decision Trees. It has been concluded the 5 variables which discriminated producers the most regarding accordance with SCC and SPC values are related to causal hygiene matters, presence of periodic technical assistance and technology implementation. The accuracy through discrimination does not change substantially when 5 or 50 variables are used and is slightly higher than 50% in all evaluated scenarios. This study shows a path to variable reduction for the discrimination of farms, regarding sanitary milk quality, which requires further study.

Key words: producer profiles; milk quality; good practices; artificial intelligence.

INDICADORES DE IMPACTO

O leite é um alimento de importância nutricional e social, fonte de proteína barata para a população e essencial na primeira infância. É consumido na maior parte das famílias brasileiras, sua qualidade é fundamental para assegurar as características nutricionais e mitigar riscos de transmissão de doenças originadas pelas vacas ou contaminação posterior. Assegurar as Boas Práticas Agropecuárias (BPA) é fundamental. Refere-se à adoção de procedimentos adequados em toda cadeia produtiva, assegurando um leite produzido por animais saudáveis e de forma sustentável, como exigências da normativa 77/2018. O objetivo foi traçar o perfil das propriedades leiteiras e reduzir variáveis para discriminar produtores com padrões de qualidade adequados ou não a IN 76 e 77/2018 utilizando como marcadores a conformidade da Contagem Padrão em Placa (CPP) e da Contagem de Células Somáticas (CCS). Assim, os impactos tecnológicos se relacionam a aplicação de procedimentos de análise de Fisher Discriminant Ratio e árvores de decisão para discriminar propriedades com CPP e CCS em conformidade com as normativas. Esses, são parâmetros indicadores de mastite, que pode alterar a qualidade do leite. Além disso, concluiu-se, que as cinco variáveis que mais discriminam os valores de CPP e CCS são: nível de higiene, presença de controle zootécnico, presença de assistência técnica periódica e implementação de tecnologias. Esse estudo demonstra um caminho para redução de variáveis para discriminação de propriedades, segundo qualidade sanitária do leite, que ainda precisa ser melhorado. Porém, ficam claros os impactos sociais, econômicos do trabalho já que discriminam formas mais simples de detecção e diagnóstico de propriedades a serem fiscalizadas por órgãos de defesa animal, ou priorizadas por empresas públicas e privadas com interesse em melhoria da qualidade e produtividade do leite. Isso racionaliza o trabalho por diminuir os recursos necessários para a realização. Ainda, os aspectos culturais são claros, já que as BPA são fruto do conhecimento formal e percepção empírica dos produtores. Assim, o estudo observa os pontos críticos considerados prioritários na educação sanitária de proprietários e trabalhadores a fim de melhorar o produto no âmbito das fazendas, laticínios e no país. O caráter extensionista do estudo se confirma desde o início por utilizar um banco de dados sobre propriedades leiteiras coletados por uma empresa, que presta um serviço a laticínios e ao MAPA, ou seja, os resultados do estudo impactarão indiretamente em toda essa cadeia do leite. De forma direta o público-alvo foi uma empresa privada, produtores, um laticínio e os órgãos de fiscalização sanitária do estado. Impactando na Política Nacional de extensão nas áreas de “meio ambiente”, “saúde” e “tecnologia e produção”, por meio da formação de pessoas, dois docentes de áreas diversas-veterinária e ciência de dados, dois doutorandos e uma mestranda, e das parcerias externas. Os impactos estão alinhados aos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, Agenda 2030: 1.de forma direta- 3. Saúde e Bem-estar e 12. Consumo e produção responsáveis; e 2. Indireta -1. Erradicação da pobreza, 10. Redução das desigualdades.

IMPACT INDICATORS

Milk is an important food source both socially and nutricionally, being a cheap protein source for the population and essential during the first infancy. Being consumed by most brazilian families, its quality is fundamental to guarantee nutritional characteristics and mitigate illness spreading risk, both for illnesses spread by cows or posterior contamination. Ensuring Good Agricultural Practices is fundamental and it refers to the adoption of adequate procedures in the entirety of the production chain, ensuring a milk produced sustainably by healthy animals, as demanded by the 77/2018 normative. The objective has been to draw dairy farms' profiles and reduce variables to discriminant producers who are or aren't in accordance with quality standards adequate to IN 76 and 77/2018, using as markers the conformity with the Standard Plate Count (SPC) and Somatic Cell Count (SCC). Therefore, technological impacts are related to the enforcement of Fisher Discrimination Ratio analysis procedures and decision trees in order to discriminate properties with SPC and SCC in accordance with the normatives. These parameters indicate mastitis, which may alter milk quality. Furthermore, it has been concluded the five variables which discriminate the most SPC and SCC values are: hygiene level, presence of zootechnician control, presence of periodic technical assistance, and technology implementation. This study demonstrates a path to variable reduction to discriminate farms on sanitary milk quality that still needs to be enhanced. However, social and economic impacts are clear because they discriminate simpler farm detection and diagnosis to be supervised by animal defense institutions, or prioritized by public and private companies interested in milk quality and productivity improvement. This rationalizes the work by diminishing required resources to its accomplishment. Yet, cultural aspects are clear, since GAPs are the result of formal knowledge and empiric perception of producers. Therefore, the study observes critical points considered priorities on farmers' and workers' sanitary education in order to improve products in farms, dairy industries and the country as a whole. The extensionist character of the study is confirmed from the beginning by utilizing a data bank about dairy farms collected by a company which provides service to MAPA and dairy industries, so the study's results will indirectly impact the entirety of the dairy chain. Directly, the target has been a private company, farmers, a dairy industry and state sanitary supervision institutions. With impact on National Extension Policy in areas like environment, health and technology and production, through personal formation, two professors from diverse areas - veterinary and data science, two doctorate students and one master student, and external partnerships. Impacts are aligned to the following Sustainable Development Objectives from United Nations, 2030 agenda: 1. directly 3. health and welfare and 12. responsible consumption and production; and 2. Indirectly - 1. poverty eradication 10. inequality reduction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - De acordo com a IN 76/2018, o leite cru refrigerado deve atender aos seguintes parâmetros físico-químicos.....	17
Tabela 2 - Evolução dos parâmetros de qualidade, CCS e CPP, exigidos pelas Instruções Normativas ao longo dos anos.....	21
Tabela 3 - Interpretação dos resultados do teste de CMT conforme viscosidade da solução.	26
Tabela 4 - Parâmetros de CCS e CPP classificados como “conforme” ou “não conforme” de acordo com a IN 76/2018.....	40
Tabela 5 - Caracterização do perfil de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	42
Tabela 6 - Caracterização da faixa etária dos produtores vinculados a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	42
Tabela 7 - Caracterização da faixa de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	43
Tabela 8 - Caracterização dos registros das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	43
Tabela 9 - Caracterização do tipo de mão de obra das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	44
Tabela 10 - Caracterização da utilização ou não de assistência técnica periódica nas propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	44
Tabela 11 - Caracterização do sistema de ordenha e instalações das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	45
Tabela 12 - Caracterização do manejo de ordenha das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	45

Tabela 13 - Caracterização do processo de limpeza dos equipamentos de ordenha das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	46
Tabela 14 - Caracterização do tipo de refrigeração e armazenamento do leite das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	47
Tabela 15 - Caracterização do tipo de sistema de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	47
Tabela 16 - Caracterização do manejo de cria e recria das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	48
Tabela 17 - Caracterização do manejo sanitário das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020. (Continua).....	48
Tabela 18 - Caracterização do manejo sanitário e exames das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	49
Tabela 19 - Caracterização do uso de medicamentos das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	50
Tabela 20 - Caracterização do bem estar animal das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.	50
Tabela 21 - Caracterização do perfil de futuro e sucessão das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	51
Tabela 22 - Caracterização do perfil dos produtores vinculados a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.....	51
Tabela 23 - Valores de acurácia das análises de FDR para os diversos cenários.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Instruções Normativas 76 e 77/2018 do MAPA.....	15
2.2	Qualidade do leite	21
2.3	A contagem padrão em placa como indicador de qualidade do leite	23
2.4	A contagem de células somáticas como indicador de qualidade do leite	25
2.5	Obtenção higiênica do leite	27
2.6	Higiene de equipamentos de ordenha e tanques de expansão	30
2.7	Qualidade da água	33
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Origem dos dados e apresentação da empresa parceira	36
3.2	Tabulação dos dados	38
3.3	Análises dos dados	39
4	RESULTADOS.....	42
4.1	Perfil das propriedades	42
4.2	Resultados das Análises com FDR.....	51
4.2.1	Comparação entre as propriedades com CCS e CPP dentro e fora do padrão de qualidade exigido pela IN 76/2018 – “conjunto 1”	52
4.2.2	Comparação entre as propriedades com os 10% melhores e piores resultados de CCS e CPP – “conjunto 2”	55
4.3	Resultados da análise de acurácia das variáveis discriminantes pela análise de Árvore de Decisão.....	59
5	DISCUSSÃO	62
5.1	Perfil das propriedades leiteiras.....	62
5.2	Análise com FDR e Árvore de Decisão	65
5.2.1	Comparação entre as propriedades com CCS e CPP dentro e fora do padrão de qualidade exigido pela IN 76/2018 – “conjunto 1”	66
5.2.2	Comparação entre os 10% maiores e menores valores de CCS e CPP – “conjunto 2”	69
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
7	CONCLUSÃO.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICE A – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CCS NO “CONJUNTO 1”	77
	APÊNDICE B – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CPP NO “CONJUNTO 1”	78
	APÊNDICE C – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CCS NO “CONJUNTO 2”	79
	APÊNDICE D – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CPP NO “CONJUNTO 2”	80
	ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE.....	81

1 INTRODUÇÃO

Compreende-se por leite, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, segundo a Instrução Normativa (IN) 62 de 29/12/2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e deve apresentar composição química (sólidos totais, gordura, proteína, lactose e minerais), microbiológica (contagem bacteriana) e sensorial (sabor e odor) dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira (Brasil, 2011a).

A bovinocultura de leite tem grande importância socioeconômica no Brasil, sendo um dos setores de destaque no agronegócio, responsável pela geração de empregos e sendo base de sustento de muitas famílias, com grande importância para agricultura familiar (Willers; Ferraz; Carvalho, 2014). O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção de leite, com produção de aproximadamente 34 bilhões de litros, estando atrás da Índia, Estados Unidos e China (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO; International Dairy Federation - IDF, 2013). Consequentemente, aumentar a produtividade dos animais com uso mais eficiente dos insumos e dos recursos financeiros e naturais é um dos grandes desafios do setor.

A implementação de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) é de extrema importância e refere-se à adoção de procedimentos adequados, em toda cadeia produtiva para assegurar que o leite seja produzido por animais saudáveis e de forma sustentável, garantindo bem estar aos animais e respeitando o meio ambiente (FAO; IDF, 2013).

A globalização de mercado tornou o consumidor brasileiro mais exigente com a qualidade dos produtos consumidos e, devido a isso, espera-se que as propriedades leiteiras e a indústria produzam, de forma ambientalmente correta, e com uso racional dos recursos naturais. Desse modo, é necessário melhorar a forma de obtenção do leite com a finalidade de adequar-se às exigências do mercado e da legislação e tornar a atividade mais rentável (Picoli *et al.*, 2014).

Posto isso, é de grande importância que os laticínios compreendam essa demanda e sejam capazes de qualificar seus produtores, almejando um produto final de melhor qualidade, com garantia das devidas propriedades nutricionais, sem presença de microrganismos patogênicos ou produtos nocivos ao homem (Philpot; Nickerson, 2002).

A exigência do plano de qualificação dos fornecedores de leite pela IN 77/2018 (Brasil, 2018) trouxe a importância de buscar melhorar os processos de avaliação das boas práticas nas propriedades leiteiras. A Cia do Leite é uma empresa que presta serviços aos laticínios para o

cumprimento dessa exigência, e para tanto procedeu o levantamento nas diversas propriedades em vários estados do Brasil.

Desta forma, este estudo utilizou esse diagnóstico de situação para traçar o perfil das propriedades leiteiras e auxiliar a reduzir as variáveis para discriminar produtores com padrões de qualidade sanitária diferenciadas por meio dos valores de Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Padrão por Placa (CPP). A simplificação dos instrumentos de coleta determina menor tempo, racionalidade e possibilidade de uso de procedimentos tecnológicos, como aplicativos, para automatizar o processo de fiscalização por meio de triagem, o que pode resultar em economia de recursos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Instruções Normativas 76 e 77/2018 do MAPA

As normas regidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estão em constante atualização e antes das Instruções Normativas 76 e 77/2018 (Brasil, 2018), as instruções 51/2002 (Brasil, 2002) e 62/2011 (Brasil, 2011a) ditavam os padrões de produção de leite de qualidade no país. A Instrução Normativa 51/2002 foi dividida em duas etapas, sendo que sua segunda etapa entrou em vigor primeiro de julho de 2005.

Pensando nas dificuldades de implementação imediata da legislação, foi criado um calendário para adaptação dos produtores e laticínios, o qual se estendeu de 2002 a 2011 para as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste e de 2002 a 2012 para as regiões Norte e Nordeste. A normativa teve como foco, assim como a IN 76/2018 e 77/2018, o controle dos valores de CCS e CPP, visando a sanidade do rebanho no que se refere, principalmente, à mastite, e à higiene no processo de obtenção do leite, respectivamente (Brasil, 2002).

Nesse mesmo momento também foi criado a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que são laboratórios de instituições de ensino e pesquisa nas principais regiões produtoras do país credenciados para executar as análises laboratoriais previstas na legislação. Na IN 51/2002, os limites de temperaturas máximas de conservação do leite na primeira etapa foram: 7° C no tanque e 10°C no estabelecimento processador; na segunda etapa: 4° C tanque e 7°C no estabelecimento processador. Em relação aos valores de CPP ficou estabelecido, ao final da segunda etapa, 100.000 UFC/ mL para tanque individuais, 300.000 UFC para tanques comunitários e em relação à CCS 400.000 CS/ mL para ambos os casos (Brasil, 2002).

Com o objetivo de mitigar as dificuldades de aplicabilidade da IN 51/2002, foi publicada a IN 62/2011 que entrou em vigor em trinta de dezembro de 2011 e teve como principais mudanças as alterações nos limites de CCS e CPP, sem a diferenciação com relação aos tanques individuais e coletivos e a supressão de regulamentos técnicos B e C, tendo somente, agora, leite tipo A provido de granjas leiteiras e o leite cru refrigerado. Com a IN 62/2011 a proposta de mudança nos valores de tais parâmetros ocorreria de forma gradual, sendo, no caso da CCS, 600.000, 500.000 e 400.000 CS/ mL nas datas limites de 30/06/2014, 30/06/2016 e a partir de 01/07/2016, respectivamente. No caso da CPP, 600.000, 300.000 e 100.000 UFC/ mL nas datas limites de 30/06/2014, 30/06/2016 e a partir de 01/07/2016, respectivamente (Brasil, 2011a).

Em novembro de 2018, o MAPA determinou novas regras para a produção de leite e seus derivados no país. As mudanças foram publicadas no Diário Oficial da União (DOU), nas IN 76 e 77/2018, que revogam as instruções 51/2002, 22/2009, 62/2011, 07/2016 e 31/2018; segundo o artigo 64 da IN 77/2018, entraram em vigência 180 dias após publicação no DOU, em maio de 2019 (Brasil, 2018). Os principais pontos das instruções normativas 76 e 77 pertinentes a este trabalho serão descritos a seguir.

A IN 76/2018 trata das características e da qualidade do produto, desde a entrada no laticínio até a expedição, enquanto a IN 77/2018 diz respeito à produção da matéria-prima até sua recepção no laticínio, abrangendo critérios que visam à obtenção de leite de qualidade e seguro ao consumidor.

Sendo assim, a IN 76/2018 define leite cru refrigerado como aquele produzido, em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção federal. São estipulados limites máximos de temperatura, para a refrigeração do leite e seu transporte até o estabelecimento, sendo eles: recebimento do leite cru refrigerado no estabelecimento a 7°C (graus Celsius), excepcionalmente a 9°C. Entretanto, a legislação não especifica quais são os casos de excepcionalidade em questão. E temperatura de conservação e expedição do leite, no posto de refrigeração e conservação do leite, na usina de beneficiamento ou fábrica de laticínios antes da pasteurização a 5°C, conforme a IN 55/2020 que trouxe atualizações na IN 76/2018, como a temperatura de conservação do leite que antes era até 4°C e agora é permitido até 5°C.

Parágrafo único. O programa de autocontrole do estabelecimento deve buscar garantir, com base no volume de produção, na frequência de coleta, na capacidade do equipamento de refrigeração da propriedade rural e no tempo de transporte até o estabelecimento, que a temperatura de recepção do leite atenda a temperatura de 7°C estabelecida no inciso I, bem como prever medidas de mitigação da frequência da ocorrência da excepcionalidade citada neste que deve ser aleatória (Brasil, 2018, p. 9).

Para o parâmetro de contagem bacteriana, a IN 76/2018 determina que o leite cru refrigerado de tanque individual ou de uso comunitário deve apresentar médias geométricas trimestrais de Contagem Padrão em Placas (CPP) de, no máximo, 300.000 UFC/ mL (trezentas mil unidades formadoras de colônia por mililitro) e de Contagem de Células Somáticas (CCS) de, no máximo, 500.000 CS/ mL (quinhentas mil células somáticas por mililitro). Para isso, as médias geométricas devem considerar as análises realizadas no período de três meses consecutivos e ininterruptos com, no mínimo, uma amostra mensal de cada tanque. Nos casos em que houver mais de uma análise mensal de um mesmo tanque, deve ser realizada a média geométrica entre os resultados do mês, para representa-lo no cálculo da média geométrica

trimestral. Por fim, o leite cru refrigerado também deve apresentar limite máximo para CPP de até 900.000 UFC/ mL antes do processamento no estabelecimento beneficiador.

Tabela 1 - De acordo com a IN 76/2018, o leite cru refrigerado deve atender aos seguintes parâmetros físico-químicos.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>VALORES DE REFERÊNCIA</i>
<i>Gordura</i>	3,0g/100g (três gramas por cem gramas)
<i>Proteína</i>	2,9g/100g (dois inteiros e nove décimos de gramas por cem gramas)
<i>Lactose</i>	4,3g/100g (quatro inteiros e três décimos de gramas por cem gramas)
<i>Sólidos não gordurosos</i>	8,4g/100g (oito inteiros e quatro décimos de gramas por cem gramas)
<i>Sólidos totais</i>	11,4g/100g (onze inteiros e quatro décimos de gramas por cem gramas)
<i>Acidez titulável</i>	Entre 0,14 (quatorze centésimos) a 0,18 (dezoito centésimos) expressa em gramas de ácido láctico/100mL
<i>Alizarol</i>	Estabilidade na concentração mínima de 72%
<i>Índice crioscópico</i>	Entre -0,512°C (quinhentos e doze milésimos de grau Celsius negativos) e -0,536°C (quinhentos e trinta e seis milésimos de grau Celsius negativos)

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Ainda sobre a IN 76/2018, em seu artigo 11, ficou especificado que o leite cru provido de latões deve atender aos mesmos critérios pré-estabelecidos para o leite cru refrigerado, com exceção da temperatura. Além disso, o leite cru refrigerado não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição natural, como agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez, reconstituintes de densidade ou índice crioscópico; resíduos de produtos de uso veterinário e contaminantes não devem estar presentes acima dos limites máximos permitidos.

No que diz respeito à Instrução Normativa 77/2018, foram estabelecidos critérios e procedimentos, para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção federal.

De acordo com a IN 77/2018:

Art. 6º O estabelecimento deve manter, como parte do seu programa de autocontrole, o plano de qualificação dos produtores de leite, o qual deve contemplar a assistência técnica e gerencial, bem como a capacitação de todos os seus fornecedores, com foco em gestão da propriedade e implementação das boas práticas agropecuárias (Brasil, 2018, p. 9).

O plano de qualificação de fornecedores de leite, de acordo com o artigo 8, deve abranger o diagnóstico da situação atual de cada produtor, os objetivos do plano de forma clara

e direta, metas claras e mensuráveis, indicadores de gerenciamento e, por fim, o cronograma de execução com os fornecedores a serem atendidos, sendo estipulados, por cada estabelecimento, os objetivos, metas e indicadores do cronograma.

A Instrução Normativa 77/2018 exige a aplicação de boas práticas agropecuárias, que podem ser compreendidas como procedimentos que tem como objetivo a produção de um alimento seguro, com respeito ao meio ambiente, associado à melhoria da qualidade de vida e saúde do trabalhador rural. Dessa forma, as boas práticas exigidas na atual legislação são: manejo sanitário, manejo alimentar, qualidade da água, refrigeração e estocagem do leite, higiene pessoal e saúde dos trabalhadores, higiene de equipamentos e instalações, controle integrado de pragas, capacitação dos trabalhadores, manejo de ordenha, adequação das instalações, manejo de resíduos e dejetos, uso racional de medicamentos, manutenção preventiva de equipamentos e bem estar animal. E para tal objetivo, o MAPA disponibilizará guia orientativo para a qualificação dos fornecedores.

Como disposto nos artigos 10 e 11 da referida instrução normativa, a divisão responsável pela política e desenvolvimento agropecuário da Superintendência Federal de Agricultura (SFA) do MAPA fica responsável pelo acompanhamento da execução dos planos de qualificação de fornecedores de leite por meio de auditorias *in loco*. Por esse motivo, os laticínios devem manter registros auditáveis que evidenciem a execução e o cumprimento das metas estabelecidas no plano pelo período mínimo de 12 meses. Em casos de não cumprimento ao disposto na legislação, a SFA do MAPA comunicará o serviço de inspeção responsável para que as devidas providências sejam tomadas.

De acordo com o artigo 13 da IN 77/2018, a sala de ordenha deve ser mantida limpa antes, durante e após a obtenção da matéria-prima, e a higienização e a manutenção dos equipamentos de ordenha devem ser feitas diariamente, de acordo com recomendação do fabricante.

A respeito do tanque de armazenamento e refrigeração do leite:

Art. 15. O tanque de refrigeração e armazenagem do leite, de uso individual ou comunitário, deve:

I – Ser instalado na propriedade rural em local adequado, provido de paredes, cobertura, pavimentação, iluminação, ventilação e ponto de água corrente.

II – Apresentar condição de acesso apropriado ao veículo coletor.

III – Ser mantido sob condições de limpeza e higiene; e

IV – Ter capacidade mínima de armazenar a produção de acordo com a estratégia de coleta (Brasil, 2018, p. 9).

É importante ressaltar que, quando se trata de tanques comunitários, devem atender ao disposto no artigo 15, nos incisos I ao IV e, após cada ordenha, o leite deve ser imediatamente transportado de seu local de produção, para o tanque de uso comunitário, com identificação prévia de cada produtor e sendo expressamente proibido receber leite previamente refrigerado, como no caso de leite armazenado em *freezer* ou geladeira.

O leite, ao ser colocado no tanque de expansão, deve ser coado e refrigerado, no máximo, a 5°C (quatro graus Celsius) em até três horas, assim como os latões, tanque e demais utensílios os quais devem ser higienizados e lavados, imediatamente após a entrega do leite. A exigência pela temperatura a 5°C é justificada pelo fato de que inibe a proliferação bacteriana, mantendo, pois, o número de microrganismos estável por até 48 horas. Após esse tempo, há maior proliferação das bactérias que alteram as características do leite, prejudicando a qualidade do produto final (Britto; Portugal, 2003).

De acordo com o artigo 21, o processo de coleta do leite cru refrigerado consiste em recolher a matéria-prima em veículo com tanque isotérmico, por meio de mangueira e bomba sanitária, diretamente do tanque e em sistema de circuito fechado.

Por fim, no que compete ao veículo transportador e suas exigências, está disposto no artigo 22:

Art. 22. O veículo transportador de leite cru refrigerado deve atender as seguintes especificações:

I – A mangueira coletora deve ser constituída de material atóxico e especificada para entrar em contato com alimentos e resistir ao sistema de higienização *Cleaning In Place* – CIP, apresentar-se íntegra, internamente lisa e fazer parte dos equipamentos do veículo.

II – Ser provido de refrigerador ou caixa isotérmica de material não poroso de fácil limpeza, para o transporte de amostras que devem ser mantidas sem congelamento em temperatura de até 7,0°C (sete graus Celsius) até a chegada ao estabelecimento; e

III – Ser dotado de dispositivo para proteção das conexões, bem como de local para guarda dos utensílios e aparelhos utilizados na coleta (Brasil, 2018, p. 9).

Os transportadores devem receber treinamento básico sobre métodos de higiene e procedimentos adequados de coleta, estando devidamente uniformizados, realizar teste do Álcool/Alizarol e aferição da temperatura do leite; deixar de coletar o leite que não atenda às exigências quanto ao teste do Álcool/Alizarol, coletar e armazenar amostras para análises laboratoriais, higienizar conexões, antes e após o procedimento de coleta e esgotar o leite residual da mangueira, após a última coleta da rota.

Conforme os artigos 25, 27 e 29, para fins de rastreabilidade, na coleta de leite realizada por caminhão isotérmico, deve ser colhida amostra de leite de cada tanque de refrigeração

individual ou de uso comunitário, previamente à captação, identificada e conservada até a recepção no laticínio e o tempo transcorrido entre as coletas nas propriedades rurais não deve ser superior a quarenta e oito horas. Sendo permitido o transporte do leite em latões ou tarros, em temperatura ambiente, desde que seja entregue ao estabelecimento processador em até duas horas após o final de cada ordenha.

O estabelecimento processador deve realizar o controle diário do leite cru refrigerado de cada compartimento do caminhão, avaliando as seguintes questões: temperatura, teste do Álcool/Alizarol, acidez titulável, índice crioscópico, densidade relativa, teor de gordura, teor de sólidos totais e sólidos não gordurosos, pesquisa de neutralizantes de acidez, de reconstituintes de densidade e índice crioscópico e substâncias conservadoras. Para o leite recebido em latões ou tarros, deve adotar os seguintes procedimentos: seleção diária, vasilhame por vasilhame, através do teste do Álcool/Alizarol e retirada de amostra de leite de todos os latões para realização das análises necessárias descritas nesse parágrafo, com exceção da temperatura.

Após realização das análises, o estabelecimento que constatar não conformidade no leite do caminhão, compartimento do tanque ou latão na recepção do leite deve realizar a avaliação individualizada das amostras dos produtores de tanque individual ou comunitário para fins de rastreabilidade e identificação das causas de não conformidade. O leite que não passar nas análises realizadas deve sofrer destinação adequada pelo estabelecimento, de acordo com o disposto em normas complementares.

Art.38. O estabelecimento deve realizar análise individual do leite de todos os produtores para determinação do índice crioscópico, pesquisa de neutralizantes de acidez, reconstituintes de densidade ou do índice crioscópico e substâncias conservadoras, conforme cronograma definido no seu programa de autocontrole.

Parágrafo único. Para o tanque de uso comunitário, a análise individual refere-se à amostra do tanque, sendo que em caso de desvio deve ser realizada análise de todos os produtores que utilizam o tanque na captação subsequente (Brasil, 2018, p. 9).

Em resumo, as amostras de leite enviadas aos laboratórios da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL) devem ser devidamente coletadas para que possam representar fielmente a composição do leite do tanque ou de um conjunto de latões. Além disso, o laticínio deve verificar, na propriedade rural, as condições de obtenção e armazenamento do leite sempre que os resultados fugirem da conformidade, de forma a implementar as ações corretivas necessárias.

Como disposto no artigo 45 da IN 77/2018, o laticínio deverá interromper a coleta do leite na propriedade rural que apresentar, por três meses consecutivos, resultado de média geométrica fora do padrão, acima de 300.000 UFC/ mL. Para o restabelecimento da coleta do leite, deverá ser identificada a causa do desvio, adotadas as ações corretivas e apresentar um resultado de Contagem Padrão em Placas dentro do padrão, emitido por laboratório associado à RBQL.

Para que todas as ações dispostas nessas instruções normativas sejam cumpridas é necessário que o estabelecimento processador realize a educação continuada dos produtores rurais, como mencionado no artigo 48, abrangendo: padrões mínimos para instalações de equipamentos de ordenha e refrigeração, manejo de ordenha, qualidade da água, controle sanitário e adoção de medidas corretivas quando necessário.

Os transportadores de leite devem ser treinados também, focando na coleta do leite e armazenamento de amostras de forma adequada. Por fim, as normas e procedimentos para a produção, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru refrigerado em estabelecimentos que façam o comércio municipal e intermunicipal serão regidos pela Instrução Normativa 77/2018 do MAPA quando os estados e municípios não dispuserem de legislação própria equivalente.

Tabela 2 - Evolução dos parâmetros de qualidade, CCS e CPP, exigidos pelas Instruções Normativas ao longo dos anos.

PARÂMETRO	2002 IN 51	2011 IN 62	2018 IN 76
Contagem Padrão em Placas – CPP em UFC/ mL	100.000 (individual)		
	300.000 (comunitário)	100.000	300.000
Contagem de Células Somáticas	400.000	400.000	500.000

Fonte: Adaptado Brasil (2018).

2.2 Qualidade do leite

A qualidade do leite é um dos temas mais discutidos, atualmente, dentro do contexto da pecuária leiteira e, para o laticínio, é importante não só pela exigência do mercado, o que traz maior confiabilidade, mas também para o maior rendimento e durabilidade dos produtos na prateleira. A qualidade do produto final depende diretamente da carga microbiológica do leite que chega à indústria beneficiadora (Guerreiro *et al.*, 2005). Com isso, faz-se necessário o

entendimento das variáveis que afetam a qualidade do leite, para que, caso necessário, a correção do problema seja imediata.

Ao contrário da opinião popular, as indústrias de laticínios não conseguem melhorar a qualidade do leite cru, mesmo quando o mesmo é pasteurizado adequadamente. Isso acontece porque as enzimas geradas pelo crescimento microbiano ainda estarão presentes nos produtos processados e continuarão a degradar a proteína, o açúcar e a gordura do leite. Desta forma, é muito importante que todo o esforço seja feito para assegurar que o leite que sai da fazenda seja da mais alta qualidade (Philpot; Nickerson, 2002, p. 154).

A qualidade do leite é definida por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. A presença e os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição, que, por sua vez, é influenciada pela alimentação, manejo, genética e raça do animal. Fatores individuais, como o período de lactação, raça, o escore corporal ou situações de estresse também são importantes quanto à qualidade composicional do leite (Britto; Britto, 2000).

Na análise do leite, são avaliadas características físico-químicas, sensoriais e, principalmente, os parâmetros de baixa contagem de bactérias, ausência de microrganismos patogênicos e baixa contagem de células somáticas. E para ser considerado seguro e de qualidade, o leite deve apresentar baixa contagem bacteriana, ser ausente de microrganismos patogênicos ao homem e não apresentar resíduos de medicamentos, contaminantes ou toxinas (Santos; Fonseca, 2019).

A criação do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) em 1952 foi basilar para o processo de aprimoramento e modernização da cadeia produtiva do leite no Brasil. Vale ressaltar que o atual RIISPOA é o decreto 10.468/2020, com algumas modificações no decreto 9.013/2017. Desde então tornou-se obrigatório a inspeção do leite e seus derivados e o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Este regulamento também passou a classificar o leite de acordo com as condições sanitárias de obtenção, processamento e em tipos A, B e C. Esta classificação já se tornou obsoleta devido à legislação vigente, sendo classificado em leite tipo A e leite cru refrigerado (Vilela *et al.*, 2017).

Da mesma forma, a criação do Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL) surgiu com o objetivo de aperfeiçoar o ciclo produtivo do leite. O programa possui como missão promover a melhoria da qualidade do leite e garantir a segurança alimentar da população, assim como agregar valor aos derivados lácteos, evitar perdas e aumentar a competitividade em novos mercados. Sua relevância está no fato de que o leite é um alimento essencial na dieta da população, sendo fonte de nutrientes, como proteínas, vitaminas e minerais. Ademais, o setor

leiteiro representa uma parte significativa da economia do país, envolvendo produtores, indústrias e consumidores.

O PNQL atua no estabelecimento de diretrizes, normas e regulamentos técnicos que visam assegurar a qualidade e segurança do leite, desde a produção até o consumo. Isso inclui a adoção de boas práticas na criação e manejo dos animais, a implementação de sistemas de controle e monitoramento da qualidade do leite, a capacitação dos produtores e profissionais envolvidos na cadeia produtiva. Dessa forma, o programa desempenha um papel fundamental na promoção da saúde pública, na proteção do meio ambiente e na valorização da atividade, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da cadeia leiteira no país (Vilela *et al.*, 2017).

A modernização da indústria laticinista passou a exigir do produtor um leite mais seguro e com mais qualidade e, para isso, foram implementadas normas nacionais de padrão de qualidade do leite pelo MAPA, como as Instruções Normativas 76 e 77/2018, que estabelecem critérios para a produção, identidade e qualidade do leite, e estão em constante aprimoramento (Citadin *et al.*, 2009). Com o aprimoramento dos meios de produção e a consequente melhora da qualidade, será possível a redução de barreiras comerciais para a exportação e a oferta de melhores condições de pagamento ao produtor, que poderá receber bonificações, segundo a qualidade da matéria-prima (Borges *et al.*, 2009; Winck; Thaler Neto, 2012).

Isto posto, é indiscutível que o consumo de leite fora do padrão de qualidade pode trazer riscos para a saúde humana. Pode ser fonte de transmissão de zoonoses (listeriose, brucelose, tuberculose, por exemplo), conter resíduos de antibióticos que podem induzir gradativamente um processo de resistência bacteriana ou induzir crises alérgicas em pessoas sensíveis à alguns antimicrobianos.

A ingestão de um leite de má qualidade pode causar desde problemas gastrointestinais, como diarreias e vômitos, até infecções mais sérias, colocando em risco a vida, principalmente de crianças, idosos e pessoas imunossuprimidas. Devido a isso é indispensável a garantia da qualidade do leite, como questão de saúde pública e bem estar da população (Mesquita *et al.*, 2018).

2.3 A contagem padrão em placa como indicador de qualidade do leite

Conforme a Instrução Normativa 76/2018, a Contagem Padrão em Placas (CPP) fica definida como:

II – Contagem padrão em placas: contagem de microrganismos – bactérias, leveduras e fungos filamentosos – capazes de formar colônias contáveis em

meio de cultura sólido e sob incubação aeróbica por setenta e duas horas a uma temperatura de trinta graus Celsius, em conformidade plena com o método de referência estabelecido pela Norma Internacional ISSO 4833, expressa em unidades formadoras de colônia por mililitro de leite (Brasil, 2018, p. 9).

Dessa maneira, a CPP mensura a microbiota do leite, que apresenta relação de dependência com a carga bacteriana inicial e a taxa de multiplicação dos microrganismos, associadas à higiene de ordenha e às condições de armazenamento e transporte do leite cru, apresentando-se como importante ferramenta de controle de qualidade (Mesquita *et al.*, 2018). Diante disso, torna-se compreensível que o leite pode ser contaminado de diversas formas, tais como: microrganismos provenientes da microbiota presente no ambiente, falhas no manejo de ordenha, água contaminada, úbere dos animais ou das mãos dos ordenhadores (Sampaio *et al.*, 2015).

O leite proveniente de vacas com mastite clínica ou subclínica, além de causar um aumento na Contagem de Células Somáticas (CCS) também pode conter bactérias suficientes para causar um aumento da Contagem Padrão em Placas na análise. Os principais microrganismos causadores de mastite associados com aumento da CPP são *Streptococcus agalactiae* e *Streptococcus uberis*. Entretanto, um aumento significativo desse parâmetro dependerá do tipo de microrganismo causador da infecção, do estágio e gravidade da infecção e da prevalência e incidência da doença no rebanho. Sendo assim, rebanhos com alta CCS e CPP, uma das prováveis causas de contaminação do leite pode ser a alta prevalência de vacas com mastite (Santos; Fonseca, 2019).

O conhecimento dos fatores que desencadeiam a alta contagem bacteriana é imprescindível para o estabelecimento de estratégias de controle à melhoria da qualidade microbiológica, além dos estudos epidemiológicos, que permitem a identificação de diferenças regionais, verificando se há relação de dependência geográfica na determinação do alto padrão e os fatores associados à alta CPP (Dias, 2017).

Observa-se que o leite é um meio extremamente propício ao crescimento dos microrganismos, principalmente às bactérias, e o crescimento destas diminui a qualidade do leite e o rendimento na produção de derivados lácteos.

Podemos classificar os tipos de bactérias presentes no leite de acordo com a temperatura na qual estes microrganismos se desenvolvem mais facilmente. As bactérias que crescem em baixas temperaturas são conhecidas como psicofílicas. As bactérias que crescem em temperaturas moderadas ou atmosférica são as mesofílicas, e as que crescem em alta temperatura são as termofílicas. Os microrganismos termodúricos podem sobreviver à pasteurização, desenvolvendo-se posteriormente no produto durante uma estocagem prolongada (Philpot; Nickerson, 2002, p. 154-155).

Os principais gêneros de bactérias psicrófilas encontradas no leite são: *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Achromobacter* (gram negativos) e *Bacillus* e *Clostridium* (gram positivos). Essas bactérias são eliminadas durante o processo de pasteurização, porém algumas enzimas produzidas pelas bactérias gram negativas e os esporos produzidos pelas gram positivas são resistentes ao calor e causam depreciação do produto final. Dentre os grupos de enzimas produzidas pelas bactérias psicrófilas destacam-se as proteases e lipases. As proteases agem sobre a caseína e promovem o sabor amargo no leite e seus derivados, enquanto a lipase atua sobre as moléculas de gordura gerando o sabor rançoso no leite e produtos lácteos (Britto; Britto, 1998).

Como menciona Ribeiro Júnior (2017, p. 14), “a refrigeração é considerada o principal processo que permite o armazenamento do leite cru nas propriedades rurais”. Portanto, o controle da temperatura e o tempo de armazenamento do leite cru é fundamental para evitar a proliferação de microrganismos. Devido a este fato, a atual legislação determina que a refrigeração do leite, na propriedade rural, deve ser feita em no máximo três horas após a ordenha em uma temperatura máxima de 5°C. Isso se explica pois, mesmo refrigerado, o leite pode se deteriorar rapidamente, se tornando meio de crescimento para grande número de bactérias. Algumas apresentam crescimento exponencial, com capacidade de dobrar sua população a cada 20 ou 30 minutos e por essa razão deve-se preconizar pelo correto manuseio do leite desde o momento da ordenha até a sua chegada ao estabelecimento processador (Guerreiro *et al.*, 2005).

Atualmente existem vários exames laboratoriais utilizados para determinar a qualidade microbiológica do leite cru. A CPP é a técnica mais utilizada, baseando-se na capacidade das bactérias formarem colônias em meio de cultura sólido ou se proliferarem em meio líquido, o que reflete a condição geral de higiene da fazenda (Sampaio *et al.*, 2015). Técnicas baseadas no princípio da citometria de fluxo são aplicadas na indústria de laticínios com o objetivo de mensurar a contagem bacteriana total em poucos minutos. O limite máximo pré estabelecido pelo MAPA para CPP é de 300.000 UFC/ mL no tanque e de 900.000 UFC/ mL no estabelecimento processador antes do beneficiamento (Brasil, 2018).

2.4 A contagem de células somáticas como indicador de qualidade do leite

A Contagem de Células Somáticas (CCS) constitui uma importante ferramenta para o controle da qualidade do leite nas propriedades e para o acompanhamento da saúde da glândula mamária. Estas são compostas por células de descamação do epitélio glandular e por células de

defesa, principalmente leucócitos, que passam da circulação sanguínea para o leite. Vacas com CCS acima de 200.000 CS/ mL apresentam quadros de mastite, subclínica ou clínica e, quanto maior a lesão no tecido mamário, maiores as contagens de células somáticas no leite (Langoni *et al.*, 2017; Santos; Fonseca, 2019).

A redução da produção de leite, em casos de mastite, deve-se à lesão causada nas células epiteliais secretoras do quarto mamário infectado. As mastites podem ser classificadas em contagiosa ou ambiental, sendo causada por patógenos encontrados na pele e mucosas dos animais e patógenos encontrados no meio ambiente, respectivamente. Portanto, levando em consideração que a qualidade do leite está diretamente ligada à prevalência dos casos de mastite no rebanho, o exame de CCS, tanto individual quanto do tanque, é imprescindível para o monitoramento do status sanitário do rebanho e para manutenção dos altos níveis de qualidade desejados para atividade leiteira (Langoni *et al.*, 2013).

Além da estimação da CCS individual ou do tanque, é possível realizar o *California Mastitis Test* (CMT) nas fazendas. Esse teste é um dos mais simples e práticos para o diagnóstico de mastite subclínica ao pé da vaca, pois estima a CCS do leite com base na viscosidade da mistura de dois mililitros de leite com dois mililitros de reagente. Este tem como princípio o rompimento das membranas das células presentes no leite, ocasionando a liberação do DNA, causando alta viscosidade da amostra.

Sendo assim, o resultado do CMT é expresso em escores conforme o grau de viscosidade da mistura. As principais indicações para sua utilização são: identificar os quartos mamários com presença de mastite subclínica, diagnóstico de mastite subclínica em vacas recém paridas e monitoramento quinzenal em vacas, principalmente quando não for possível realizar o exame de CCS individual. A tabela 3 demonstra a interpretação dos resultados do teste de CMT (Constable *et al.*, 2017).

Tabela 3 - Interpretação dos resultados do teste de CMT conforme viscosidade da solução.

ESCORE	VISCOSIDADE
0	Ausente
Traços	Leve
+	Leve/moderada
++	Moderada
+++	Intensa

Fonte: Adaptado de Constable *et al.* (2017).

O limite máximo para Contagem de Células Somáticas, pré-estabelecido na IN 76, é de 500.000 CS/ mL. De maneira oposta à CPP, caso o valor de CCS do produtor ultrapasse o limite estabelecido pela legislação não haverá a interrupção da coleta de leite; entretanto, alguns laticínios, podem descontar o valor pelo litro de leite pago ao produtor, dependendo do valor.

2.5 Obtenção higiênica do leite

A ordenha é uma etapa que exige cuidados e atenção do produtor, pois apresenta influência direta na produção e qualidade da matéria-prima obtida. Os cuidados referem-se à higiene da vaca, utensílios, instalações, métodos adotados no preparo do úbere e a higiene e treinamento do ordenhador (Britto; Britto, 1998). Posto isto, medidas simples de manejo, que são eficientes e apresentam baixo custo, são essenciais à obtenção higiênica do leite.

Para a produção de um leite de qualidade, a ordenha deve ser realizada em condições higiênicas e ambiente apropriado, pois altas contagens de CPP indicam falhas na limpeza e higiene dos equipamentos, do úbere das vacas e/ou falhas na refrigeração e armazenamento do leite (Eckstein *et al.*, 2014).

O manejo de ordenha tem como objetivo minimizar o grau de contaminação microbiana do leite, envolvendo todos os aspectos da ordenha com eficácia e rapidez e, principalmente, garantindo a saúde dos animais e a qualidade do leite (FAO; IDF, 2013). Essa etapa da cadeia produtiva do leite abrange, basicamente, a higiene das mãos do ordenhador, o processo de lavagem dos tetos quando necessário, teste da caneca de fundo preto, *pré dipping*, secagem dos tetos com papel toalha, realização de linha de ordenha e *pós dipping*.

É importante salientar que a implantação de tanques resfriadores e sistema de ordenha mecânica não melhoram instantaneamente a qualidade do leite, sendo necessário que o produtor estabeleça uma rotina sólida de higiene e limpeza dos equipamentos, úbere dos animais, áreas de descanso e mãos do ordenhador (Ribeiro Júnior, 2017).

Os princípios básicos de uma rotina eficiente de ordenha incluem:

- a) Ordenhadores bem capacitados;
- b) Ordenha de tetos limpos e secos;
- c) Aplicação de desinfecção de tetos antes da ordenha;
- d) Adequada estimulação da ejeção do leite;
- e) Ordenha eficiente e rápida do leite;
- f) Desinfecção dos tetos após a ordenha (Santos; Fonseca, 2019, p. 171).

A ordenha deve ser realizada por pessoas treinadas e capacitadas para tal função. É essencial que o ordenhador mantenha sua higiene sempre em dia, especialmente das mãos.

Recomenda-se a utilização de luvas que possam ser descartadas, ao final de cada ordenha ou, no caso de não utilizar luvas, lavar e desinfetar frequentemente as mãos durante o processo de ordenha (Bohrz *et al.*, 2019).

A lavagem dos tetos é uma etapa que deve ser realizada apenas quando necessário, antes da realização do *pré dipping*, quando os tetos chegarem muito sujos à sala de ordenha, com barro ou fezes, por exemplo. O ideal é que se utilize água limpa e de boa qualidade e realizar a lavagem apenas dos tetos, evitando molhar o úbere como um todo (Tisher *et al.*, 2018).

Após essa etapa, deve ser realizado o teste da caneca telada ou de fundo preto, no qual devem ser retirados os três primeiros jatos de leite de cada quarto mamário, sendo ferramenta indispensável ao diagnóstico de mastite clínica, eliminação das bactérias alojadas no canal do teto e identificação de alterações visíveis no leite, como grumos ou sangue, por exemplo. Ademais, a ordenha deve ser iniciada cerca de um minuto após a realização do teste da caneca, pois é quando ocorre o pico de ocitocina, após a estimulação com o teste da caneca (Soares *et al.*, 2019).

O teste da caneca é utilizado para identificar imediatamente os casos de mastite clínica, quando o leite se apresenta alterado (presença de grumos, pus, sangue ou outra alteração). Permite, também, descartar os primeiros jatos de leite, que normalmente são mais contaminados, e estimular a descida do leite pelo contato das mãos do ordenhador com os tetos da vaca (Aquad *et al.*, 2010, p. 480).

Em seguida, deve-se realizar a antissepsia dos tetos antes da ordenha, conhecido como *pré dipping*. A palavra *dipping*, em inglês, significa imersão, sendo assim, os termos *pré dipping* e *pós dipping* dizem respeito à imersão dos tetos em solução antisséptica antes e após a ordenha, respectivamente (Santos; Fonseca, 2019).

O *pré dipping* tem como objetivo reduzir a contaminação dos tetos, antes da ordenha, o que, conseqüentemente, diminui o risco de mastite e a alta CPP no leite. Os principais produtos utilizados como solução antisséptica para tetos pré ordenha são à base de iodo, ácido láctico, clorexidina e cloro. Podem ser encontradas soluções baseadas em iodo de 0,1 a 0,5%, cloro a 1% ou clorexidina a 0,1% (Santos; Fonseca, 2019). A solução deve ficar nos tetos das vacas por pelo menos trinta segundos para que sua ação química de antissepsia se cumpra. Essa etapa do manejo é uma importante ferramenta na redução da contaminação da pele dos tetos, sendo indiscutível o eminente risco de contaminação quando não realizada. Os tetos devem ser secados completamente, com papel toalha descartável para reduzir a contaminação bacteriana, evitar a presença de resíduos de antisséptico no leite e evitar o deslizamento das teteiras durante a ordenha (Miguel *et al.*, 2012).

Outro ponto muito importante para a produção de leite de qualidade é o estabelecimento de uma linha de ordenha para os animais que estão em lactação. De acordo com Rosa *et al.* (2009), deve ser seguida uma linha de ordenha de acordo com a situação sanitária e histórico de cada animal, com o objetivo de manter a sanidade de todo o rebanho e evitar a transmissão de microrganismos causadores de mastite. Recomenda-se que seja seguido a seguinte ordem: vacas primíparas que nunca tiveram problemas de mastite, vacas pluríparas que nunca tiveram problema de mastite, vacas que já tiveram mastite e que foram tratadas e curadas, vacas com mastite subclínica, vacas com mastite clínica e vacas em tratamento com antimicrobianos (leite descartado).

Em sistemas de ordenha mecânica, a colocação das teteiras deve ser feita de sessenta a noventa segundos após a realização do teste da caneca de fundo preto, pois o processo de descida do leite é otimizado pelo pico de concentração de ocitocina, proporcionando máximo fluxo de leite e uma ordenha mais rápida e eficiente. Ao final da ordenha, não é recomendável que se faça massagem no úbere ou pressão manual no conjunto, pois essas ações aumentam o risco de lesão dos tetos, favorecendo o aparecimento de hiperqueratose nos tetos e propicia a entrada de ar nas teteiras (Santos; Fonseca, 2019).

Após a ordenha, deve-se realizar a antisepsia dos tetos, sendo uma das práticas mais importantes no controle de novas infecções intramamárias. Os principais produtos utilizados para o *pós dipping* são à base de iodo, clorexidina, ácido láctico, hipoclorito de sódio e dióxido de cloro. Essa etapa tem como função selar o canal do teto após a ordenha e hidrata-los, evitando rachaduras e fissuras. Vale ressaltar que a imersão do teto deve ser completa e não somente nas pontas ou na metade do teto, para que sua eficácia não seja prejudicada (Oliveira, 2012).

Sobre o método de aplicação do *pós dipping*, pode-se afirmar:

O melhor método de aplicação é o uso de canecas para a imersão de tetos, especialmente as do modelo sem retorno (*one way*), que impedem o retorno da solução após a aplicação. O uso de spray, geralmente, está associado a uma cobertura incompleta dos tetos com solução desinfetante, não sendo muito recomendado (Oliveira, 2012, p. 16).

É muito importante que, no início da ordenha, coloque-se uma quantidade suficiente do produto que será utilizado naquele momento para que não ocorra desperdício e descarte desnecessário de antisséptico. Do mesmo modo, durante a ordenha, os aplicadores de *pré dipping* e *pós dipping* devem ser mantidos limpos, sem presença de fezes e matéria orgânica, pois isso reduz a ação do antisséptico e aumenta o risco de contaminação do leite (Aquad *et al.*, 2010; Santos; Fonseca, 2019).

Seja em propriedades rurais que trabalham com diferentes equipes de ordenhadores ou até mesmo naquelas que possuem somente um ordenhador, é indicado que se mantenha uma rotina disciplinada de procedimentos de ordenha, a fim de melhorar a produção e obter matéria-prima de qualidade. O quadro 1 evidencia o passo a passo para um adequado manejo de ordenha.

Quadro 1 - Passo a passo manejo de ordenha.

ETAPA	PROCEDIMENTOS	TEMPO MÉDIO (s)
Entrada	Entrada das vacas na sala de ordenha	*
Pré ordenha	Retirar os primeiros jatos de leite – teste da caneca	10
	Desinfecção tetos em solução desinfetante – <i>pré dipping</i>	6-8
	Aguardar cerca de 30 segundos para ação química do desinfetante	20-30
	Secar os tetos com papel toalha descartável	6-8
	Colocar as teteiras para início da ordenha	10
Ordenha	Ajustar teteiras quando houver deslizamento ou queda	-
	Desligar o vácuo e retirar teteiras após término do fluxo de leite	6-8
Pós ordenha	Desinfecção tetos em solução desinfetante – <i>pós dipping</i>	6-8
	Saída das vacas da sala de ordenha	*

* Variável de acordo com a estrutura da sala de ordenha

Fonte: Adaptado de Santos e Fonseca (2019).

A implantação de uma rotina eficiente de manejo de ordenha visa diminuir prejuízos causados pela mastite e valores altos de CPP, contribui para a produção de leite de qualidade e, consequentemente, reduz as perdas financeiras do produtor.

2.6 Higiene de equipamentos de ordenha e tanques de expansão

A higienização das teteiras, equipamentos de ordenha e tanques de expansão é essencial não só pela redução da carga microbiana do leite, mas também, para o controle de mastite e maior durabilidade dos equipamentos (Calefe; Langoni, 2015).

Os equipamentos de ordenha são uma das principais fontes de contaminação do leite e, sendo assim, os procedimentos de limpeza e higiene afetam diretamente a contagem bacteriana do leite. Com o uso prolongado das mangueiras e outros componentes de borracha, podem

surgir rachaduras e fissuras em que se acumulam resíduos de leite que atuam como meio de crescimento para as bactérias.

Desta forma:

O objetivo básico da limpeza de equipamentos de ordenha é remover os componentes orgânicos e minerais do leite que se encontram nas superfícies interna do equipamento, imediatamente após o final da ordenha (Santos; Fonseca, 2019, p. 283).

Tendo isso em mente, o processo de limpeza pode ser dividido, basicamente, nas seguintes etapas: sanitização, limpeza externa, pré enxágue, lavagem alcalina, lavagem ácida, enxágue e limpeza da sala de ordenha; e para tanto, é imprescindível que a limpeza seja feita imediatamente após o fim de cada ordenha com o objetivo de evitar a deposição de gordura e minerais do leite nas tubulações, dificultando o processo de limpeza (Cia do Leite, 2019).

O objetivo da etapa de sanitização é eliminar as bactérias que por ventura sobreviveram à limpeza e possam ter se multiplicado no período entre as ordenhas. Geralmente, os compostos à base de cloro são os mais utilizados nessa etapa, como o hipoclorito de cálcio e o hipoclorito de sódio. Deve ser realizada poucos minutos antes do início da ordenha e circular no sistema por pelo menos 10 minutos (Auaud *et al.*, 2010).

Ao final de cada ordenha deve ser feito o pré enxágue, que tem como finalidade remover os resíduos mais pesados e, para isso, recomenda-se que a temperatura da água esteja em torno de 40°C, pois em temperaturas inferiores a 35°C ocorre solidificação da gordura do leite e, acima de 55°C, favorece o processo de desnaturação das proteínas (Auaud *et al.*, 2010).

A lavagem alcalina tem como objetivo remover os resíduos orgânicos, como a gordura e proteína do leite, que permanecem na tubulação após a ordenha e deve ser feita ao final de todas as ordenhas, todos os dias. A solução com detergente alcalino clorado deve circular no sistema por cerca de 10 minutos à temperatura inicial de 70°C e à temperatura de saída de 40°C. Caso a temperatura seja inferior a 40°C, a eficácia do detergente será prejudicada e, se for acima de 80°C, haverá maior chance de evaporação do produto (Zafalon *et al.*, 2008).

Por outro lado, a lavagem com detergente ácido tem como função remover os minerais provenientes do leite residual e da água utilizada na limpeza, que se depositaram na superfície interna do equipamento, formando resíduos inorgânicos. Esses filmes formados nas tubulações são conhecidos como “pedra do leite” e são um excelente meio de crescimento para as bactérias. Essa etapa deve ser feita com água fria ou levemente aquecida e circular no sistema durante cinco minutos, sendo recomendado o uso diário ou pelo menos duas vezes por semana, dependendo da frequência de ordenhas de cada propriedade rural (Langoni *et al.*, 2013).

Os principais problemas de limpeza de equipamentos de ordenha são:

- a) **Enxágue inicial com água fria:** facilita a solidificação da gordura e causa maior dificuldade para as etapas de limpeza com detergente alcalino.
- b) **Falta de suprimento de água quente para limpeza alcalina** ou uso de água com temperatura inferior à recomendada.
- c) **Volume insuficiente de água:** causa deficiência de contato das soluções de limpeza com as superfícies do equipamento.
- d) **Velocidade ou turbulência insuficiente:** impede o contato das soluções com as tubulações. Nesse caso, recomenda-se a instalação de um injetor de ar.
- e) **Dosagem inadequada de detergentes:** reduz a ação química e a eficácia da limpeza. No caso de sistemas automáticos, deve-se monitorar as características das soluções (pH, alcalinidade). Para os sistemas de dosagem manual, recomenda-se seguir as recomendações do fabricante, tomando-se o cuidado de usar dosador de fácil manipulação pelo responsável da limpeza.
- f) **Início tardio da limpeza após a ordenha:** aumenta a aderência do leite na superfície do equipamento de ordenha, o que dificulta o processo de limpeza (Santos; Fonseca, 2019, p. 300-301).

Para a obtenção de um leite de qualidade, a limpeza da ordenha e seus equipamentos devem ser realizadas imediatamente após o final de cada ordenha, utilizando detergente alcalino clorado com água quente, detergente ácido pelo menos duas vezes por semana e sempre verificar a velocidade e turbulência das soluções e, também, o tempo de contato das soluções de limpeza com a superfície interna do equipamento (Tisher *et al.*, 2018).

Assim como o equipamento de ordenha, o tanque de expansão e latões são locais de acúmulo de resíduos do leite que atuam como meio de crescimento microbiano e, portanto, devem ser higienizados logo após a coleta do leite. A demora para realizar a limpeza propicia a deposição de resíduos sobre a superfície (Pereira; Machado; Teodoro, 2012).

A limpeza do tanque de expansão pode ser feita manualmente ou por circulação (CIP), contemplando etapas como enxágue inicial, limpeza com detergente, enxágue da solução e sanitização. Deve ser utilizada água quente com detergente alcalino clorado e sempre se atentar para limpar manualmente a pá do agitador e o registro de saída do leite. E, também, fazer a higiene da parte externa do tanque. Antes do início da próxima ordenha, quando o tanque estiver vazio, pode-se realizar a sanitização com desinfetantes à base de cloro, com o intuito de reduzir a contaminação do leite (Santos; Fonseca, 2019).

Quando se trata de latões, é imprescindível a utilização de água quente e detergente e sempre os colocar para secar de boca pra baixo, deixando uma entrada de ar para a correta secagem e em local sombreado, sem contato direto com o chão. Assim, como no sistema de ordenha mecânica, pode-se realizar a sanitização dos baldes e latões, antes da ordenha, com

soluções à base de cloro para que se reduza a contaminação microbiana do leite (Auad *et al.*, 2010).

Outro detalhe de extrema importância na cadeia produtiva do leite é a utilização de água limpa e de qualidade, tanto para consumo dos animais quanto para a limpeza dos equipamentos. A qualidade da água desempenha um papel crucial na saúde e bem estar do rebanho, pois pode ser grande veículo de transmissão de doenças; e interfere, também, na qualidade do leite produzido. Entretanto, o tratamento da água em propriedades rurais ainda é deficiente e poucas propriedades se atentam para esse ponto tão importante (Orwa; Matofari; Murilo, 2017).

Para a produção de alimentos a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, determina que a água deve ser clorada e compreender requisitos mínimos de potabilidade (Brasil, 2011b). Ademais, a Instrução Normativa 77/2018 do MAPA descreve como ponto crucial para obtenção de leite a qualidade microbiológica da água utilizada na limpeza dos equipamentos e utensílios de ordenha, exigindo a sua cloração (Brasil, 2018).

Assim sendo, a obtenção higiênica do leite, objetivando um leite de alta qualidade e seguro, depende, também, da qualidade e disponibilidade de água. Isso se justifica, pois o contato do leite com superfícies sujas e a presença de água residual podem resultar em maior contaminação, uma vez que a água é capaz de transportar agentes ambientais e matéria orgânica, contribuindo para a contaminação do leite (Orwa *et al.*, 2017).

2.7 Qualidade da água

A água é um recurso essencial em todas as fases do processo de produção do leite, influenciando diretamente a saúde dos animais, a segurança alimentar e a rentabilidade da cadeia produtiva. Água limpa e de boa qualidade é essencial para garantir a saúde dos bovinos leiteiros, além de ser um componente indispensável na higiene dos equipamentos e instalações utilizados na produção leiteira (Giri *et al.*, 2020).

Para ser considerada de qualidade, a água deve ser livre de contaminantes biológicos e químicos que podem prejudicar a saúde dos animais e contribuir para a redução da qualidade do leite, influenciando principalmente na contagem bacteriana total do leite. Esses contaminantes podem ser microrganismos patogênicos, metais pesados e resíduos de agrotóxicos, que além de afetar a saúde dos animais podem tornar o leite impróprio para o consumo humano (FAO, 2023).

A saúde dos animais está intimamente ligada com a qualidade da água que estes consomem. Doenças transmitidas pela água, como salmonelose e criptosporidiose podem ser

evitadas realizando fornecimento de água limpa e segura para os animais. A água contaminada pode, também, transmitir doenças que afetam diretamente a reprodução, como a leptospirose. Nesses casos, haverá casos de repetição de cio e abortos na propriedade afetando negativamente todo o sistema de produção, tendo em vista que para o bom funcionamento e rentabilidade da cadeia produtiva, as vacas precisam emprenhar e parir uma vez ao ano (Barros *et al.*, 2024).

A técnica de cloração da água em propriedades leiteiras tem se apresentado como uma medida eficaz para garantir qualidade e segurança aos animais. Esta técnica tem como objetivo reduzir a carga bacteriana na água, tornando-a segura para o consumo. Bactérias que causam doenças como leptospirose e salmonelose podem ser eliminadas pela ação do cloro. Como exemplo, para volumes de água de até 1000 litros/dia, recomenda-se a realização da cloração por difusão com cloro granulado em pó a 65%, misturando duas colheres de café de cloro granulado em pó em copo d'água de 300mL até completa dissolução. Por fim, jogar a solução na caixa d'água e abrir o registro para entrada de água na caixa para que se possa homogeneizar a solução (Otenio *et al.*, 2010).

Atualmente, os laticínios estão implementando programas de bonificação ao produtor que adota o sistema de cloração em sua propriedade, como uma forma de estimular que cada vez mais produtores se atentem a importância da água de qualidade para a produção e sanidade do rebanho.

Além da saúde animal, a qualidade da água é importante para a produção de leite seguro para consumo humano. Qualquer contaminação na água utilizada para a limpeza de utensílios, ordenha e resfriamento do leite pode comprometer sua qualidade e segurança alimentar. Bactérias presentes na água contaminada tem o leite como um excelente meio de cultura, sendo capazes de se proliferar, resultando em produtos finais impróprios para o consumo e consequentemente com baixa qualidade (FAO, 2023).

Além de água de qualidade os animais também precisam de água em quantidade suficiente para se manterem hidratados. A hidratação dos animais está relacionada tanto a qualidade quanto a quantidade do leite produzido. Vacas produtoras de leite consomem em média de 70 a 150 litros de água por dia. Esse consumo pode variar devido a alguns fatores como tamanho da vaca, clima, dieta e estágio de produção. Posto isto, fica evidente que ofertar água em quantidade e qualidade adequadas é segurança de que o animal estará livre para expressar seu potencial produtivo, mantendo condições de sanidade e bem estar animal (Palhares, 2014).

Em síntese, a qualidade da água é essencial para garantir a produção de leite de qualidade. Ela impacta diretamente a saúde dos animais, a reprodução, a segurança alimentar,

a composição e a produtividade do leite, sendo fundamental para a sustentabilidade da cadeia produtiva do leite. Portanto, é crucial investir em sistemas de manejo adequados e monitorar constantemente a qualidade da água para assegurar um produto final nutritivo e seguro para o consumidor final.

3 METODOLOGIA

3.1 Origem dos dados e apresentação da empresa parceira

Este é um estudo analisou dados secundários coletados pela empresa Cia do Leite, de forma transversal. A coleta foi feita por meio de entrevista com um formulário aplicado a campo com os produtores filiados ao laticínio contratante, em uma única visita, no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020 (ANEXO A).

A coleta foi feita por técnicos e estagiários das áreas de medicina veterinária e zootecnia. É importante ressaltar que, antes de atender os produtores no campo, foi realizado um treinamento teórico e prático na empresa, a fim de explicar os contextos da IN 76 e 77. Também foram sanadas dúvidas a respeito do questionário de diagnóstico.

Os dados de CCS e CPP foram obtidos por meio da Clínica do Leite, em parceria com a Cia do Leite. Foram fornecidos dados de um laticínio com 2673 produtores, com unidades nos estados de MG, SP, MS, GO e PR. Desta forma, como critérios para a inclusão dos produtores foram utilizados: 1. Apenas que entregam leite para esse laticínio e, 2. Que possuíssem análises de CCS e CPP (variáveis dependentes). Os bancos de dados das entrevistas e o de qualidade de leite foram mesclados pelo nome do produtor.

Foram coletadas pelo carreteiro amostras de 40mL de leite em cada propriedade em frascos estéreis de 50mL com pastilha conservante. Em seguida, foram colocadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável, mantidas na temperatura de 7°C e enviadas para o Laboratório da Clínica do Leite, onde foram submetidos à análise de Contagem Bacteriana Total e Contagem de Células Somáticas.

Para realização dos exames foi utilizada a técnica de citometria de fluxo, que consiste em uma técnica de análise celular que permite contar e classificar as células com base em suas características físicas e químicas. A amostra de leite passa pelo citômetro de fluxo que mede a fluorescência das células à medida que elas passam por um feixe de laser. Sendo assim, as células somáticas são identificadas e contadas com base na sua fluorescência (Mesquita *et al.*, 2018).

A Cia do Leite é uma empresa que foi criada em julho de 2014, iniciando seus trabalhos com a comercialização de insumos para a produção de leite. Motivada pela demanda crescente por assistência técnica nas fazendas leiteiras, a empresa transitou do comércio varejista para assistência técnica para produtores, com foco em boas práticas nas áreas de gestão, reprodução, melhoramento genético, nutrição e sanidade.

Hoje a empresa tem como missão levar soluções técnicas e gerenciais, para os produtores de leite, indústrias e cooperativas, participando do desenvolvimento de uma cadeia produtiva sustentável. Tem como especialidade a habilitação dos laticínios, mediante projetos sólidos previstos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), focados na melhoria efetiva dos produtores e, em consequência, na melhoria do produto final.

Atualmente, a maior demanda de serviço da empresa é o Programa Mais Leite Saudável, que pode ser compreendido como um projeto de restituição fiscal voltado aos produtores de leite. Quando o laticínio compra leite do produtor, gera um imposto ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e o laticínio restitui esse imposto. Entretanto, uma porcentagem deve ser investida no produtor baseando-se em quatro pilares: 1. Serviços de assistência técnica e gerencial, 2. Qualidade do leite, 3. Boas práticas agropecuárias e 4. Melhoramento genético.

Alguns laticínios executam esse projeto por conta própria e outros contratam empresas executoras para terceirizar o serviço. A comprovação desses investimentos deve ser feita para o MAPA, por meio de relatórios e auditorias. A Cia do Leite atua como uma empresa executora para o Programa Mais Leite Saudável, e, portanto, monta o projeto para o laticínio, executa e apresenta os relatórios parciais e finais para o MAPA. Cada projeto tem duração mínima de 12 meses e máxima de 36 meses.

O trabalho com o laticínio, que serviu de base para esse estudo, foi feito com recursos do Programa Mais Leite Saudável, possibilitando que todos os produtores fossem visitados para a aplicação do diagnóstico, com o objetivo de cumprir as exigências do Plano de Qualificação dos Fornecedores de Leite, de acordo com a Instrução Normativa 77/2018. Tal plano é um documento que todo laticínio deve apresentar, explicitando como pretende qualificar os seus fornecedores.

Para montar esse plano de qualificação, o laticínio precisa fazer um diagnóstico detalhado da situação de cada produtor, com o objetivo de encontrar os problemas e traçar as ações de melhoria. Sendo assim, a Cia do Leite tem como objetivo identificar o perfil dos produtores de leite para montar, da melhor forma possível, o plano de qualificação dos fornecedores de leite. Assim foi construído o banco de dados das entrevistas, que foi utilizado como as variáveis independentes do estudo.

3.2 Tabulação dos dados

O formulário de entrevista de avaliação técnica, gerencial e sociológica dos produtores foi registrado em tabela (ANEXO A) e posteriormente *scaneado* pelos entrevistadores, compartilhado via Dropbox® com a Cia do Leite e tabulados em planilha do Excel para armazenamento e avaliação das informações pela empresa. Este banco de dados e o banco de dados de resultados dos parâmetros das análises de qualidade do leite, que foram cedidos pela Cia do Leite para esse estudo.

De posse destes bancos de dados, foi realizado o tratamento das informações para melhoria da eficiência e validade da pesquisa. Isso compreende um conjunto de ações para garantir que o banco de dados esteja organizado de forma suficiente para realizar as análises estatísticas com maior acurácia. Nesse sentido, foram considerados critérios de exclusão: 1. Produtores- a. com dados ausentes e b. que apresentaram dados incoerentes; 2. Variáveis – a.com alta taxa de valores ausentes e b. consideradas irrelevantes para o estudo. Foi necessário, portanto, promover a junção dos dois bancos de dados, considerando os parâmetros de CPP e CCS para cada produtor com as informações relativas às entrevistas. Nesse caso, alguns produtores tinham mais de um resultado de análise de leite. Desta forma, foi filtrado aleatoriamente um resultado por produtor pela função de aleatorização do Excel, da seguinte forma: 1. Selecionar a planilha inteira, 2. Formatação condicional, 3. Regras de Realce das Células, 4. Valores Duplicados, 5. Dados, 6. Remover Duplicatas. Foi necessário rever toda a estrutura do banco de dados para retirar caracteres especiais, como acentuações e outros, nos nomes das variáveis e nos dados, assim como, diversas transformações de variáveis para possibilitar as análises estatísticas, que foram feitas no SPSS v.20 e no ambiente Google Colab utilizando a linguagem de programação Python.

Dentre todas as variáveis disponíveis nos resultados da qualidade do leite foram utilizadas apenas CCS e CPP (variáveis desfecho) e no formulário de entrevista, foi feita uma seleção das variáveis de interesse para o presente estudo, levando em consideração os pontos necessários para obtenção de leite de qualidade, conforme as instruções normativas. São elas, considerando variáveis quantitativas e qualitativas: a) Variáveis quantitativas: 1. Produção; 2. Média de produção por animal, 3. Número de vacas em lactação, 3. CCS, 4. CPP, 5. Idade dos produtores categorizada. b) Variáveis qualitativas: 1. Cidade, 2. Tipo de mão de obra, 3. Assistência técnica periódica, 4. Registros, 5. Sistema de ordenha e instalações, 6. Manejo de ordenha, 7. Limpeza de ordenha, 8. Refrigeração, 9. Sistema de Produção, 10. Manejo de cria

e recria, 11. Manejo sanitário e exames, 12. Uso de medicamentos, 13. Bem-estar animal, 14. Futuro e sucessão, 15. Classificação final do produtor.

3.3 Análises dos dados

Foram feitas análises descritivas de todas as variáveis citadas na seção anterior com o objetivo de traçar uma caracterização do banco de dados, tornando claro ao leitor qual o perfil dos produtores avaliados neste trabalho. Para as variáveis qualitativas serão apresentadas as tabelas com frequência e porcentagem de cada uma. Para as variáveis quantitativas foi avaliada a normalidade pelo Teste Kolmogorov-Smirnov no SPSS. Foi testada a normalidade das variáveis e todas foram determinadas como não paramétricas, sendo assim, para as análises descritivas foi calculado mediana, quartis, mínimo e máximo.

Também foram feitas análises para selecionar as variáveis que mais discriminam as propriedades com alta e baixa CCS e CPP. Dessa forma, foi feita a análise via *Fisher's Discriminant Ratio* (FDR) considerando uma abordagem para cada variável desfecho (CCS e CPP). Esta pode ser compreendida como uma medida usada em estatística e em projeto de sistemas de reconhecimento de padrões para avaliar a capacidade de um conjunto de características (variáveis) em distinguir entre duas ou mais classes. Pode ser utilizada como ferramenta de seleção de variáveis ou como um separador de classes (Duda; Hart; Stork, 2000).

O objetivo do FDR é selecionar as variáveis mais discriminantes, e assim reduzir a dimensionalidade dos dados, melhorando o desempenho de classificadores. Pode ser definido matematicamente como:

$$J_FDR = \frac{(\mu_1 - \mu_2)^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

Onde μ_1 e μ_2 são os vetores das médias das características (variáveis) para as duas classes consideradas no problema analisado e σ_1^2 e σ_2^2 são os vetores de variâncias das características de cada classe. J_FDR é o vetor com os valores de FDR obtidos para cada variável do banco de dados. Quanto maior o valor de J_FDR para uma dada variável, maior é o seu poder de discriminação em comparação as demais.

Nesse estudo, o FDR foi utilizado como seleção de variáveis, onde as variáveis desfecho (CCS e CPP) foram divididas em duas classes com base nos padrões da legislação brasileira, classificando cada variável desfecho em “conforme” ou “não conforme”, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de CCS e CPP classificados como “conforme” ou “não conforme” de acordo com a IN 76/2018.

PARÂMETROS	NÃO CONFORME	CONFORME
CCS	Acima 500 mil CS/mL	Abaixo 500 mil CS/mL
CPP	Acima 300 mil UFC/mL	Abaixo 300 mil UFC/mL

Fonte: Da autora (2024).

Por fim, foi feita também a análise de Matriz de Correlação de Pearson, que é um teste que mede a relação estatística entre duas variáveis quantitativas e tem como objetivo demonstrar a dependência linear entre as variáveis por meio de coeficiente de correlação (Raquel; Campos, 2023). Nesse estudo foi realizado entre variáveis qualitativas dicotômicas para auxiliar a compreensão das variáveis destacadas no FDR. De acordo com Larson e Farber (2007), as correlações observadas entre as variáveis resultam em um coeficiente R. Os valores de R podem ter um intervalo de valores de +1 a -1. Nesse sentido, um valor 0 indica que não há associação entre as variáveis. Um valor maior que 0 indica uma associação positiva, denotando variáveis diretamente proporcionais. Enquanto isso, valores menores do que 0 indicam uma associação negativa, sendo inversamente proporcionais. Dessa forma, os valores de R podem se apresentar da seguinte forma:

- a) - 1 representa uma correlação negativa perfeita;
- b) $-1 < R < -0,7$ correlação negativa forte;
- c) $-0,7 < R < -0,5$ correlação negativa moderada;
- d) $-0,5 < R < 0$ correlação negativa fraca;
- e) 0 correlação nula;
- f) $0 < R < 0,5$ correlação positiva fraca;
- g) $0,5 < R < 0,7$ correlação positiva moderada;
- h) $0,7 < R < 1$ correlação positiva forte;
- i) 1 correlação positiva perfeita.

Foram feitas análises de dois conjuntos de dados, tanto para o teste de *Fisher's Discriminant Ratio* (FDR), quanto para o teste de correlação de Pearson.

Primeiro, “Conjunto 1” foi feita uma análise com todo o conjunto de dados, categorizando os produtores como: 1. Em conformidade com o padrão normativo e 2. Desconforme o padrão. Utilizou-se como padrão, o estabelecido na IN 77/2018, ou seja, 500 como limiar para valores de CCS e 300 para valores de CPP.

Segundo, “Conjunto 2” foi feita uma análise de um subconjunto dos dados, utilizando, para análise, duas categorias de produtores: 1. Considerados com alto padrão na qualidade do leite e 2. Baixo padrão, considerando os valores de CCS e CPP. Foram selecionados os 10% com melhores resultados de qualidade e os 10% com piores resultados para as categorias 1 e 2, respectivamente.

Com isso, para cada variável desfecho tem-se dois problemas de classificação de qualidade do leite binário (leite considerado “conforme” e leite considerado “não conforme”).

A primeira análise com todo o conjunto de dados teve como objetivo obter as variáveis que mais discriminam os valores de CCS e CPP em um aspecto geral, segundo os padrões da norma vigente. A segunda análise procurou utilizar dados de produtores com os valores de CCS e CPP situados nos considerados valores extremos, o que permitirá julgar com mais acurácia o que define os produtores que podem ser classificados em “conforme” e “não conforme”, segundo CCS e CPP e, assim, encontrar quais variáveis são mais relevantes na discriminação desses extremos: melhores e piores. Em outras palavras, serão identificadas as variáveis que mais caracterizam os produtores fortemente em conformidade e as que mais caracterizam aqueles fortemente sem conformidade.

Para determinar a acurácia da discriminação dos dois “conjuntos de dados” foi projetado um Classificador via Árvore de Decisão (*Decision Tree Classifier*), implementado em Python, com parâmetros “default” para as 5, 15, 30 e 50 variáveis mais discriminantes. Foi realizada a validação cruzada do tipo holdout, em que foram realizados 30 vezes (treino, teste e cálculo de métricas) para cada um dos conjuntos de dados (1. Banco completo e 2. 10% maiores e menores valores), tanto para CCS quanto para CPP. O conjunto de treino e teste foi dividido em 70% para treino e 30% para teste. Foram calculadas as médias de precisão (*Accuracy Score*) das 30 vezes de cada caso. A árvore de decisão foi escolhida por sua característica de fácil interpretação.

Tanto a análise de *Fisher Discriminant Ratio* (FDR) quanto a Matriz de Correlação de Pearson foram feitas na linguagem de programação Python, utilizando o ambiente Google Colab.

4 RESULTADOS

Após aplicação dos critérios de exclusão, a amostra deste estudo ficou composta por 1334 produtores. Os resultados serão apresentados em duas etapas. Na primeira, será feita a descrição das propriedades estudadas e, na segunda, serão apresentadas as análises de FDR para selecionar as variáveis que discriminam as propriedades com alta e baixa CCS e CPP.

4.1 Perfil das propriedades

A maioria dos produtores (79%) tem idade entre 40 a 79 anos e foi observado que pelo menos 50% da amostra apresenta CCS e CPP dentro dos padrões exigidos pela normativa. Mas, que mais de 25% apresentam valores desses parâmetros de qualidade acima do permitido (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Caracterização do perfil de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Mediana	Quartis Q1-Q3	Mínimo	Máximo
Produção total diária	160	85 – 320	10	18000
Média de produção por animal	9	6 – 13	1	39
Número de vacas em lactação	19	12 – 30	2	520
CCS	490	269 – 832	7	9999
CPP	114	30 – 478	1	9999

Fonte: Da autora (2024).

Tabela 6 - Caracterização da faixa etária dos produtores vinculados a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Categoria	Frequência	Porcentagem
Até 39 anos	121	9,1
40 a 59 anos	550	41,2
60 a 79 anos	503	37,7
80 a 99 anos	62	4,6
Ausente	98	7,3

Fonte: Da autora (2024).

De acordo com o observado nas últimas tabelas, foi predominante, nesse estudo, propriedades pequenas, que produzem até 320 litros por dia. Isso pode ser melhor observado na Tabela 7 onde foi caracterizado a faixa de produção das propriedades visitadas, onde 40,6% das fazendas produzem de 150 a 500 litros de leite por dia.

Tabela 7 - Caracterização da faixa de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Faixa de produção	Frequência	Porcentagem	Produção acumulada (L) por faixa
Até 50 litros	160	12,0	5.815,5
50 a 150 litros	485	36,4	50.023
150 a 500 litros	541	40,6	155.444,5
500 a 1000 litros	119	8,9	80.706
1000 a 5000 litros	28	2,1	41.998
Acima de 5000 litros	1	0,1	18.000

Fonte: Da autora (2024).

A anotação zootécnica e gerencial, ainda, é muito negligenciada em grande parte das propriedades, em especial quando se trata da realização do controle leiteiro e pesagem da recria, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Caracterização dos registros das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Anota data de parto	SIM	739	55,4
	NÃO	595	44,6
Anota data cobertura/inseminação	SIM	725	54,3
	NÃO	609	45,7
Anota receitas	SIM	271	20,3
	NÃO	1063	79,7
Anota despesas	SIM	280	21,0
	NÃO	1054	79,0
Controle leiteiro	SIM	160	12,0
	NÃO	1174	88,0
Pesa recria	SIM	57	4,3
	NÃO	1277	95,7

Fonte: Da autora (2024).

As propriedades têm em sua maioria (67,9%) mão de obra familiar (Tabela 3) e afirmam, em sua maioria, não utilizar assistência técnica periódica (86,2%), conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Caracterização do tipo de mão de obra das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Tipo de mão de obra	Frequência	Porcentagem
Familiar	906	67,9
Mista	195	14,6
Contratada	236	17,5

Fonte: Da autora (2024).

Foi observado que dentre as propriedades que utilizam assistência técnica periódica (13,8%), o tipo mais presente é na área de reprodução (11,8%), enquanto a assistência gerencial é a menos utilizada, com apenas 3,4%, conforme Tabela 10.

Tabela 10 - Caracterização da utilização ou não de assistência técnica periódica nas propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Não tem	SIM	1150	86,2
	NÃO	184	13,8
Reprodução	SIM	157	11,8
	NÃO	1177	88,2
Nutrição	SIM	74	5,5
	NÃO	1260	94,5
Qualidade do leite	SIM	31	2,3
	NÃO	1303	97,7
Agronômica	SIM	54	4,0
	NÃO	1280	96,0
Gerencial	SIM	45	3,4
	NÃO	1289	96,6

Fonte: Da autora (2024).

A maioria das propriedades visitadas apresentam sistema de ordenha mecânica (71,3%), em estrutura de canzil (60,9%), com sala de ordenha coberta (95%), pavimentada (81,9%) e mantida em condições de limpeza antes, durante e após a ordenha (77,7%), conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Caracterização do sistema de ordenha e instalações das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Ordenha manual	SIM	378	28,3
	NÃO	956	71,7
Ordenha mecânica	SIM	951	71,3
	NÃO	383	28,7
Fosso	SIM	195	14,6
	NÃO	1139	85,4
Canzil	SIM	813	60,9
	NÃO	521	39,1
Circuito fechado	SIM	277	20,8
	NÃO	1057	79,2
Cobertura	SIM	1267	95,0
	NÃO	67	5,0
Piso pavimentado	SIM	1092	81,9
	NÃO	242	18,1
Sala de ordenha mantida limpa antes, durante e depois	SIM	1037	77,7
	NÃO	297	22,3

Fonte: Da autora (2024).

Apenas 27,2% realizam o teste da caneca, 28,6% fazem pré dipping, 31,7% secam os tetos com papel toalha, 31,4% realizam linha de ordenha e apenas 23,9% fazem o pós dipping, conforme demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Caracterização do manejo de ordenha das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Teste da caneca	SIM	363	27,2
	NÃO	971	72,8
Pré dipping	SIM	382	28,6
	NÃO	952	71,4
Seca tetos com papel	SIM	423	31,7
	NÃO	911	68,3
Linha de ordenha	SIM	419	31,4
	NÃO	915	68,6
Pós dipping	SIM	319	23,9
	NÃO	1015	76,1

Fonte: Da autora (2024).

Em relação ao processo de limpeza dos equipamentos de ordenha, foi observado uma deficiência nas etapas de limpeza em algumas propriedades estudadas. Pode ser observado que

apenas 50,5% utilizam água quente, 57,5% fazem uso do detergente ácido e apenas 46,6% apresentaram mangueira e circuitos limpos no momento da avaliação, como demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13 - Caracterização do processo de limpeza dos equipamentos de ordenha das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Sanitização	SIM	138	10,3
	NÃO	1196	89,7
Água quente	SIM	674	50,5
	NÃO	660	49,5
Detergente alcalino	SIM	767	57,5
	NÃO	567	42,5
Detergente ácido	SIM	537	40,3
	NÃO	797	59,7
Não deixa teteira de molho no cloro	SIM	647	48,5
	NÃO	687	51,5
Limpeza externa	SIM	717	53,7
	NÃO	617	46,3
Mangueira e/ou circuito limpos	SIM	621	46,6
	NÃO	713	53,4

Fonte: Da autora (2024).

A maior parte possui tanque de expansão (94,3%) para fazer a refrigeração e armazenamento do leite. Entretanto, ainda pode ser observado a presença de 7,2% de propriedades que utilizam tanque comunitário e 0,1% com tanque de imersão (Tabela 14).

Tabela 14 - Caracterização do tipo de refrigeração e armazenamento do leite das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Tanque expansão	SIM	1258	94,3
	NÃO	76	5,7
Tanque comunitário	SIM	96	7,2
	NÃO	1238	92,8
Tanque imersão	SIM	2	0,1
	NÃO	1332	99,9
Geladeira/ <i>freezer</i>	SIM	14	1,0
	NÃO	1320	99,0
Gerador	SIM	172	12,9
	NÃO	1162	87,1
Entrega na lata	SIM	27	2,0
	NÃO	1307	98,0
Tanque mantido em condições de higiene e limpeza	SIM	1176	88,2
	NÃO	158	11,8

Fonte: Da autora (2024).

De acordo a Tabela 15, o sistema de produção predominante foi o semi confinado (64,2%), enquanto os sistemas de confinamento como Compost Barn e Free Stall foram 0,9% e 1,0% respectivamente.

Tabela 15 - Caracterização do tipo de sistema de produção das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Pasto intensivo	SIM	70	5,2
	NÃO	1264	94,8
Pasto extensivo	SIM	422	31,6
	NÃO	912	68,4
Pasto semi intensivo	SIM	173	13,0
	NÃO	1161	87,0
Compost barn	SIM	12	0,9
	NÃO	1322	99,1
Free stall	SIM	14	1,0
	NÃO	1320	99,0
Semi confinamento	SIM	856	64,2
	NÃO	478	35,8
Outro	SIM	24	1,8
	NÃO	1310	98,2

Fonte: Da Autora (2024).

No manejo de cria e recria, a colostragem controlada não é feita pela maioria das propriedades leiteiras (92,7%) (Tabela 16).

Tabela 16 - Caracterização do manejo de cria e recria das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Colostragem controlada	SIM	98	7,3
	NÃO	1236	92,7
Cura umbigo com iodo	SIM	826	61,9
	NÃO	508	38,1
Separa os animais por categoria	SIM	180	13,5
	NÃO	1154	86,5
Primeira inseminação com base no peso e idade	SIM	105	7,9
	NÃO	1229	92,1

Fonte: Da autora (2024).

Quanto ao manejo sanitário e exames, foi observado que a maioria das propriedades visitadas realizam as vacinações obrigatórias como raiva (61,6%), clostridioses (80,1%), aftosa (99,0%) e brucelose (97,2%). Entretanto, quanto a realização de exames, a maioria não utiliza. Os que fazem são exceções: CCS individual - 1%, CMT -8% e cultura microbiológica- 3% (Tabelas 17 e 18).

Tabela 17 - Caracterização do manejo sanitário das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020. (Continua)

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Vacina raiva	SIM	822	61,6
	NÃO	512	38,4
Vacina clostridioses	SIM	1068	80,1
	NÃO	266	19,9
Vacina reprodutiva	SIM	154	11,5
	NÃO	1180	88,5
Vacina aftosa	SIM	1321	99,0
	NÃO	13	1,0
Vacina brucelose	SIM	1297	97,2
	NÃO	37	2,8

Tabela 17 - Caracterização do manejo sanitário das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020. (Conclusão)

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Controle estratégico	SIM	184	13,8
verminose	NÃO	1150	86,2
Controle estratégico	SIM	128	9,6
carrapato	NÃO	1206	90,4

Fonte: Da autora (2024).

Tabela 18 - Caracterização do manejo sanitário e exames das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Exame brucelose e tuberculose negativo em todo rebanho	SIM	347	26,0
	NÃO	987	74,0
Rebanho fechado	SIM	497	37,3
	NÃO	837	62,7
Examina para comprar	SIM	235	17,6
	NÃO	1099	82,4
CCS individual	SIM	13	1,0
	NÃO	1321	99,0
CMT	SIM	112	8,4
	NÃO	1222	91,6
Cultura microbiológica	SIM	37	2,8
	NÃO	1297	97,2

Fonte: Da autora (2024).

No tocante ao uso de medicamentos e bem estar animal, 36,1% usam ocitocina, porém 80,7% não utilizam uma agulha por animal, ou realizam a desinfecção da agulha no momento de aplicação da ocitocina. Em relação ao bem estar animal, as propriedades leiteiras atendem, em geral, os requisitos básicos como animais livres de sede e fome (90,2%) e promovem a limpeza das áreas de descanso dos animais (53,1%) (Tabelas 19 e 20).

Tabela 19 - Caracterização do uso de medicamentos das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Usa ocitocina	SIM	481	36,1
	NÃO	853	63,9
Identifica animal em período de carência	SIM	505	37,9
	NÃO	829	62,1
Segue recomendações de dosagem e carência para envio do leite	SIM	1124	84,3
	NÃO	210	15,7
Utiliza medicamentos orientado por um veterinário	SIM	398	29,8
	NÃO	936	70,2
Uma agulha/animal ou desinfecção ocitocina	SIM	258	19,3
	NÃO	1076	80,7

Fonte: Da autora (2024).

Tabela 20 - Caracterização do bem estar animal das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Possui boas condições de sombra nas áreas de descanso	SIM	1187	89,0
	NÃO	147	11,0
Corredores de deslocamento não possuem material abrasivo	SIM	890	66,7
	NÃO	444	33,3
Promove limpeza dos locais de descanso	SIM	708	53,1
	NÃO	626	46,9
Animais livres de sede e fome	SIM	1203	90,2
	NÃO	131	9,8

Fonte: Da autora (2024).

Dos proprietários, 61,7% possuem interesse em aumentar a produção, enquanto 18,1% dizem que pensam em parar com a atividades nos próximos 5 anos (Tabela 21).

Tabela 21 - Caracterização do perfil de futuro e sucessão das propriedades leiteiras vinculadas a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Itens avaliados	Categorias	Frequência	Porcentagem
Possui interesse em aumentar a produção de leite	SIM	823	61,7
	NÃO	511	38,3
Manutenção do volume de leite	SIM	412	30,9
	NÃO	922	69,1
Pensa em parar com o leite nos próximos 5 anos	SIM	241	18,1
	NÃO	1093	81,9

Fonte: Da autora (2024).

Por fim, foi feita, pelos técnicos que aplicaram o formulário de entrevista, uma classificação do perfil dos produtores. Dessa forma, 63,1% foram classificados como 30,8% resistentes, 63,1% potenciais e 6,1% profissionais (Tabela 22), de acordo com as respostas obtidas através do formulário de entrevista.

Tabela 22 - Caracterização do perfil dos produtores vinculados a um dos laticínios atendidos pela Cia do Leite no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020.

Categoria	Frequência	Porcentagem
Potencial	842	63,1
Profissional	81	6,1
Resistente	411	30,8

Fonte: Da autora (2024).

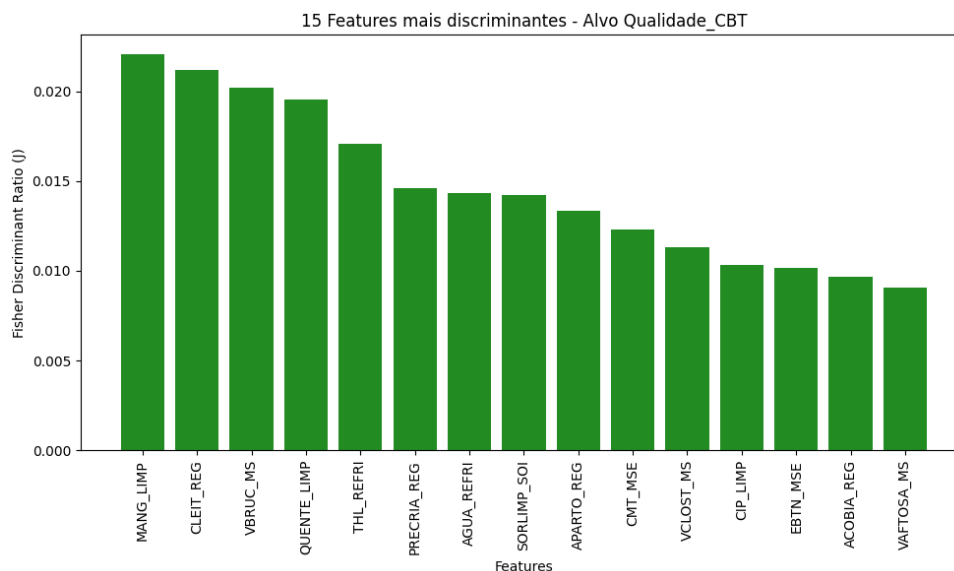
4.2 Resultados das Análises com FDR

Os resultados das análises serão descritos para os dois conjuntos de dados separadamente: 1. Banco completo – “conjunto 1” e 2. Os 10% de propriedades com maiores e menores valores de CCS ou CPP – “conjunto 2”. Ambos comparando os grupos dentro e fora da conformidade da normativa 76/2018.

4.2.1 Comparação entre as propriedades com CCS e CPP dentro e fora do padrão de qualidade exigido pela IN 76/2018 – “conjunto 1”

Em um primeiro momento foi feita análise de todo o conjunto de dados, tanto para análise de *Fisher's Discriminant Ratio* (FDR) quanto para a correlação de Pearson. Para análise FDR foram selecionadas as 15 variáveis que mais discriminam os valores de CCS e CPP, ou seja, que possuem maior capacidade de separar os produtores acima e abaixo do padrão de qualidade do leite permitido. As cinco primeiras características mais discriminantes para CPP no “conjunto 1” foram: 1. “Mangueira e/ou circuito limpos”, 2. “Realiza controle leiteiro”, 3. “Vacinação de Brucelose em fêmeas de 3 a 8 meses”, 4. “Utiliza água quente na limpeza dos equipamentos” e 5. “Tanque de expansão mantido em condições de higiene e limpeza” (Gráfico 1). Quanto maior é o valor de J_FDR, maior é o poder de discriminação da variável. No Gráfico 1 as variáveis foram ranqueadas da mais discriminante, ou seja, com maior índice J_FDR, para a menos discriminante.

Gráfico 1 - 15 principais variáveis mais discriminantes para o parâmetro de qualidade CPP, conforme análise de *Fisher's Discriminant Ratio* no “conjunto 1”.

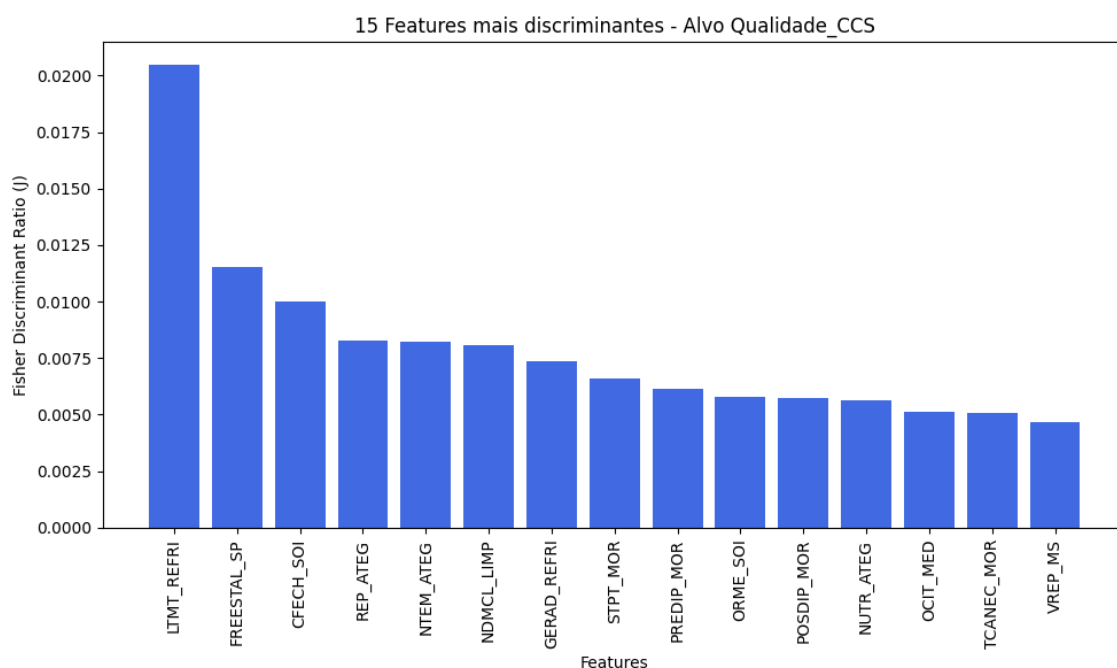


Fonte: Da autora (2024).

LEGENDA: MANG_LIMP: Mangueira e/ou circuito limpos; CLEIT_REG: Realiza controle leiteiro; VBRUC_MS: Vacina brucelose em fêmeas de 3 a 8 meses; QUENTE_LIMP: Utiliza água quente na limpeza dos equipamentos; THL_REFRI: Tanque de expansão mantido em condições de higiene e limpeza; PRECRIA_REG: Pesa recria; AGUA_REFRI: Possui ponto de água para limpeza próximo ao tanque de expansão; SORLIMP_SOI: Sala de ordenha mantida limpa antes, durante e após a ordenha; APARTO_REG: Anota data de parto; CMT_MSE: Realiza teste CMT regularmente; VCLOST_MS: Vacina clostridioses; CIP_LIMP: Limpeza CIP (batedor); EBTN_MSE: Exame de brucelose e tuberculose negativo de todo o rebanho; ACOBIA_REG: Anota data de cobertura e/ou inseminação; VAFTOSA_MS: Vacina aftosa.

O Gráfico 2 mostra as 15 variáveis que mais discriminaram para determinar valores de CCS. As cinco primeiras características que mais discriminaram foram: 1. “Leva o leite para o tanque de expansão de manhã e à tarde”, 2. “Sistema de produção em *Free Stall*”, 3. “Sistema de ordenha em circuito fechado”, 4. “Assistência técnica periódica em reprodução” e 5. “Não possui assistência técnica periódica”.

Gráfico 2 - 15 principais variáveis mais discriminantes para o parâmetro de qualidade CCS, conforme análise de *Fisher's Discriminant Ratio* no “conjunto 1”.



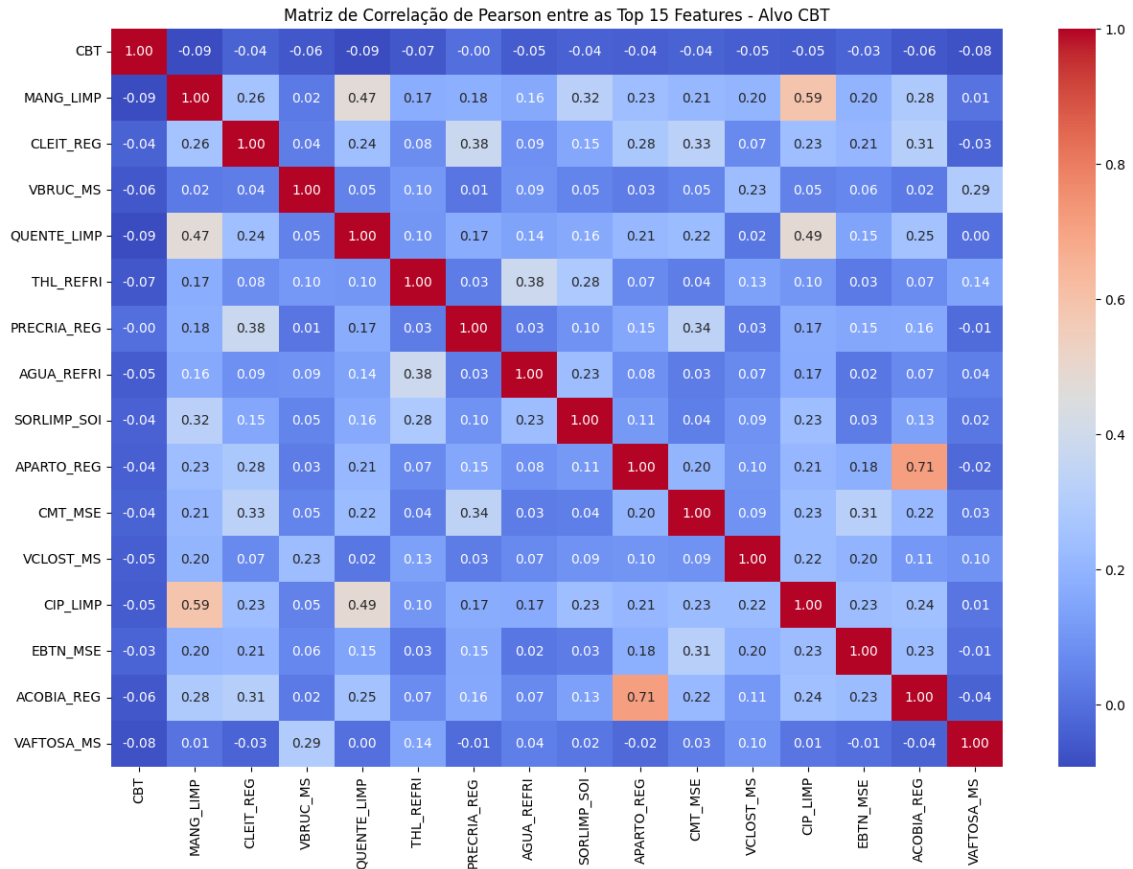
Fonte: Da autora (2024).

LEGENDA: LTMT_REFRI: Leva o leite para o tanque de manhã e à tarde; FREESTAL_SP: Sistema de produção *Free Stall*; CFECH_SOI: Ordenha em sistema de circuito fechado; REP_ATEG: Assistência técnica periódica em reprodução; NTEM_ATEG: Não possui assistência técnica periódica; NDMCL_LIMP: Não deixa as teteiras de molho no cloro; GERAD_REFRI: Possui gerador; STPT_MOR: Seca os tetos com papel toalha; PREDIP_MOR: Utiliza pré dipping; ORME_SOI: Ordenha mecânica; POSDIP_MOR: Utiliza pós dipping; NUTR_ATEG: Assistência técnica periódica em nutrição; OCIT_MED: Usa ocitocina; TCANEC_MOR: Realiza o teste da caneca; VREP_MS: Vacina reprodutiva.

Em seguida, foi feita análise de correlação de Pearson (Gráficos 3 e 4) com o objetivo de avaliar a relação entre as 15 variáveis que mais discriminaram os parâmetros de CCS e CPP.

No Gráfico 3 observa-se que a maioria das variáveis apresentaram correlação positiva e fraca, com valores variando de 0,01 a 0,71.

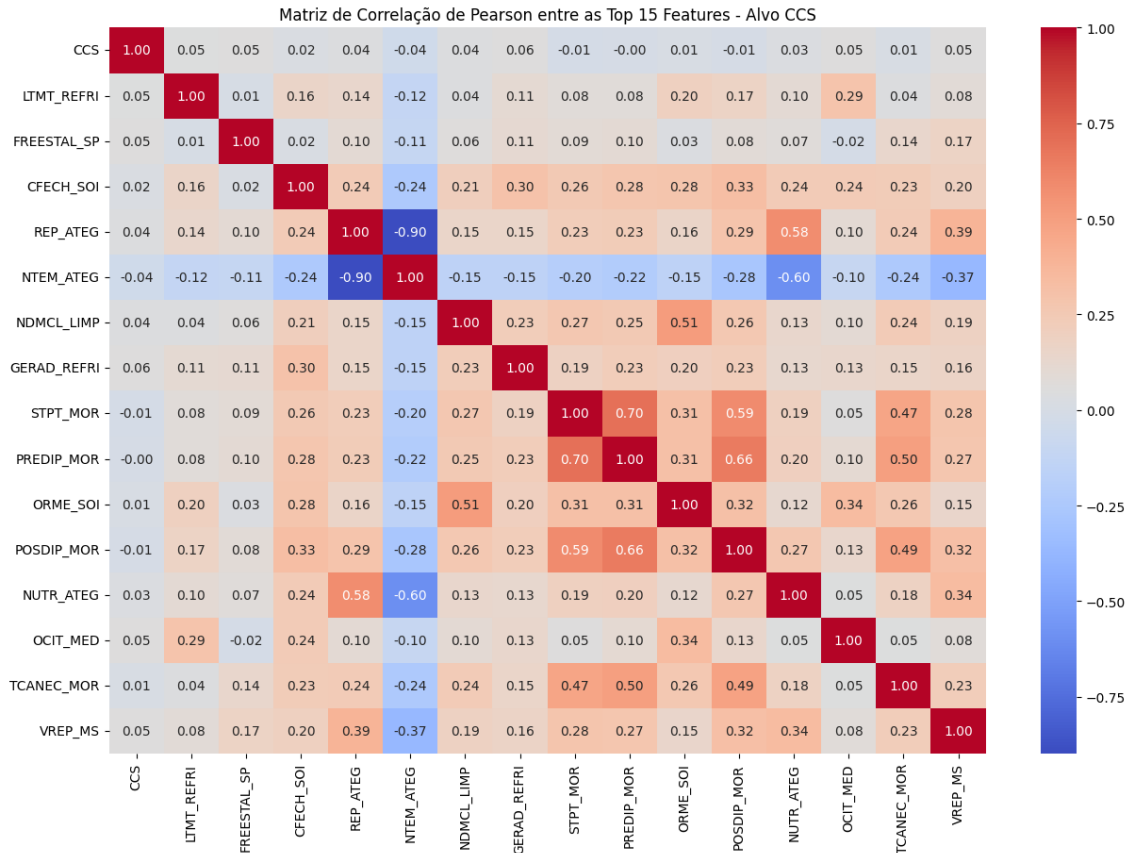
Gráfico 3 - Matriz de Correlação de Pearson entre as 15 principais variáveis discriminadas para variável desfecho CPP no “conjunto 1”.



Fonte: Da autora (2024).

O Gráfico 4 demonstra que houveram algumas correlações forte positiva, como por exemplo a utilização do pré dipping e secagem dos tetos com papel toalha, com valor 0,70.

Gráfico 4 - Matriz de Correlação de Pearson entre as 15 principais variáveis discriminadas para variável desfecho CCS no “conjunto 1”.



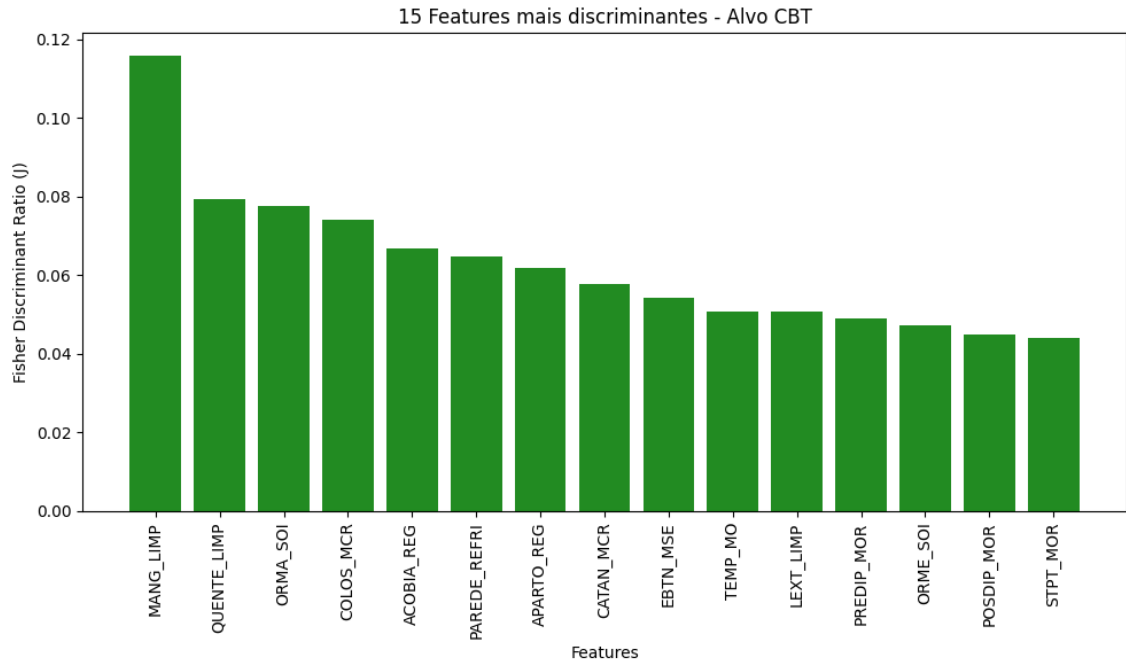
Fonte: Da autora (2024).

4.2.2 Comparação entre as propriedades com os 10% melhores e piores resultados de CCS e CPP – “conjunto 2”

Por fim, foi feita análise de um sub conjunto de dados, selecionando os 10% melhores e os 10% piores, tanto para análise de *Fisher’s Discriminant Ratio* (FDR), quanto para a correlação de Pearson. Assim como nas últimas análises, foram selecionadas as 15 variáveis que mais discriminam os valores de CCS e CPP, ou seja, que possuem maior capacidade de influenciar os valores destes parâmetros de qualidade.

O Gráfico 5 mostra as 15 variáveis que mais discriminaram para determinar valores de CPP no “conjunto 2”. As cinco primeiras foram: 1. “Mangueira e/ou circuito limpos”, 2. “Utiliza água quente na limpeza dos equipamentos”, 3. “Ordenha manual”, 4. “Realiza Colostragem controlada” e 5. “Anota data de cobertura e/ou inseminação”.

Gráfico 5 - 15 principais variáveis mais discriminantes para o parâmetro de qualidade CPP, conforme análise de *Fisher's Discriminant Ratio* no “conjunto 2”.

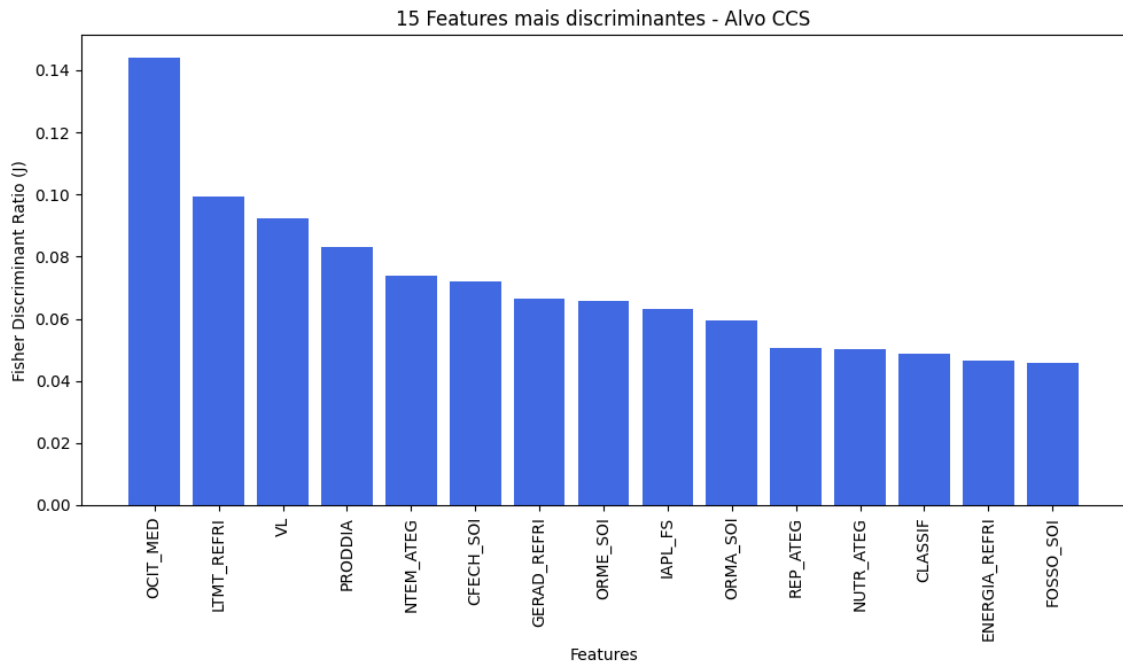


Fonte: Da autora (2024).

LEGENDA: MANG_LIMP: Mangueira e/ou circuito limpos; QUENTE_LIMP: Utiliza água quente na limpeza; ORMA_SOI: Ordenha manual; COLOS_MCR: Colostragem controlada; ACOBIA_REG: Anota data de cobertura e/ou inseminação; PAREDE_REFRI: Presença de parede na sala do tanque de expansão; APARTO_REG: Anota data de parto; CATAN_MCR: Separa os animais por categoria; EBTN_MSE: Exame de brucelose e tuberculose negativo em todo rebanho; TEMP_MO: Mao de obra temporária; LEXT_LIMP: Limpeza externa dos equipamentos de ordenha; PREDIP_MOR: Utiliza pré dipping; ORME_SOI: Ordenha mecânica; POSDIP_MOR: Utiliza pós dipping; STPT_MOR: Seca os tetos com papel toalha.

O Gráfico 6 mostra as 15 variáveis que mais discriminaram para determinar valores de CCS, quando avaliado o sub conjunto de dados. As cinco que mais discriminaram foram: 1. “Utiliza ocitocina”, 2. “Leva o leite para o tanque de expansão de manhã e à tarde”, 3. “Número de vacas em lactação”, 4. “Produção diária em litros” e 5. “Não possui assistência técnica periódica”.

Gráfico 6 - 15 principais variáveis mais discriminantes para o parâmetro de qualidade CCS, conforme análise de *Fisher's Discriminant Ratio* no “conjunto 2”.



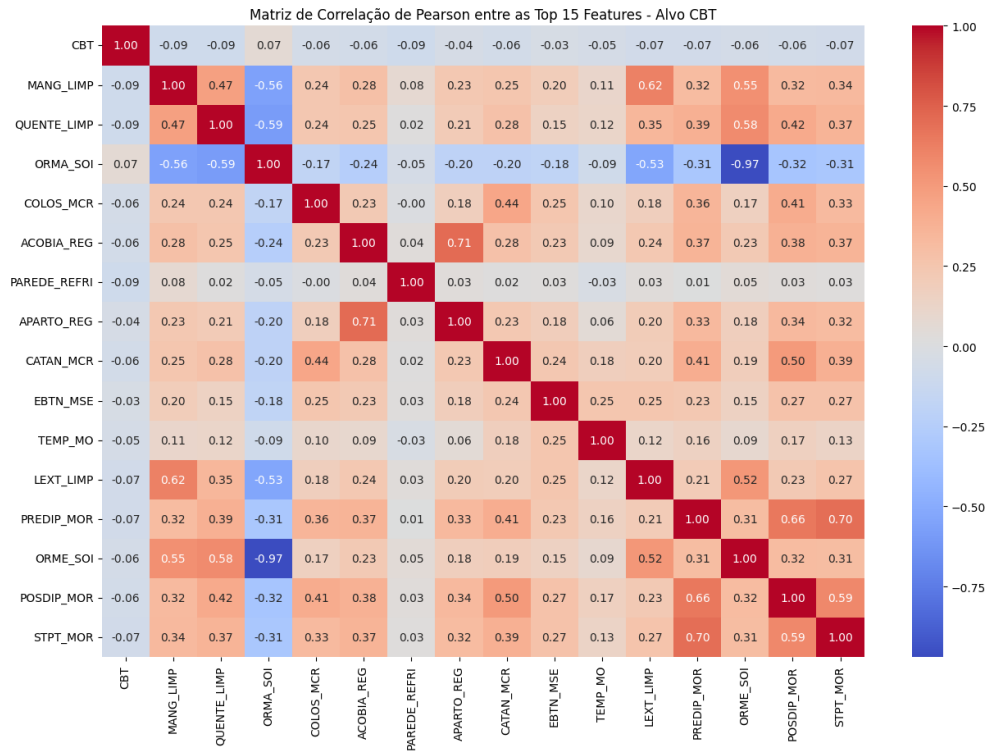
Fonte: Da autora (2024).

LEGENDA: OCIT_MED: Utiliza ocitocina; LTMT_REFRI: Leva o leite para o tanque de manhã e à tarde; VL: Número de vacas em lactação; PRODDIA: Produção de leite diária; NTEM_ATEG: Não possui assistência técnica periódica; CFECH_SOI: Ordenha em sistema de circuito fechado; GERAD_REFRI: Possui gerador; ORME_SOI: Ordenha mecânica; IAPL_FS: Produtor possui interesse em aumentar a produção de leite; ORMA_SOI: Ordenha manual; REP_ATEG: Assistência técnica periódica em reprodução; NUTR_ATEG: Assistência técnica periódica em nutrição; CLASSIF: Classificação final do produtor feita pelo técnico; ENERGIA_REFRI: Não sofre com falta de energia na propriedade; FOSSO_SOI: Estrutura de ordenha em sistema de fosso.

Os Gráficos 7 e 8 mostram a análise de correlação de Pearson que foi feita com o objetivo de avaliar a relação entre as 15 principais variáveis que mais discriminaram os parâmetros de CCS e CPP, quando avaliado o sub conjunto de dados.

No Gráfico 7 observa-se que, houve algumas correlações positivas forte como por exemplo a utilização de pré dipping e pós dipping com correlação de 0,66.

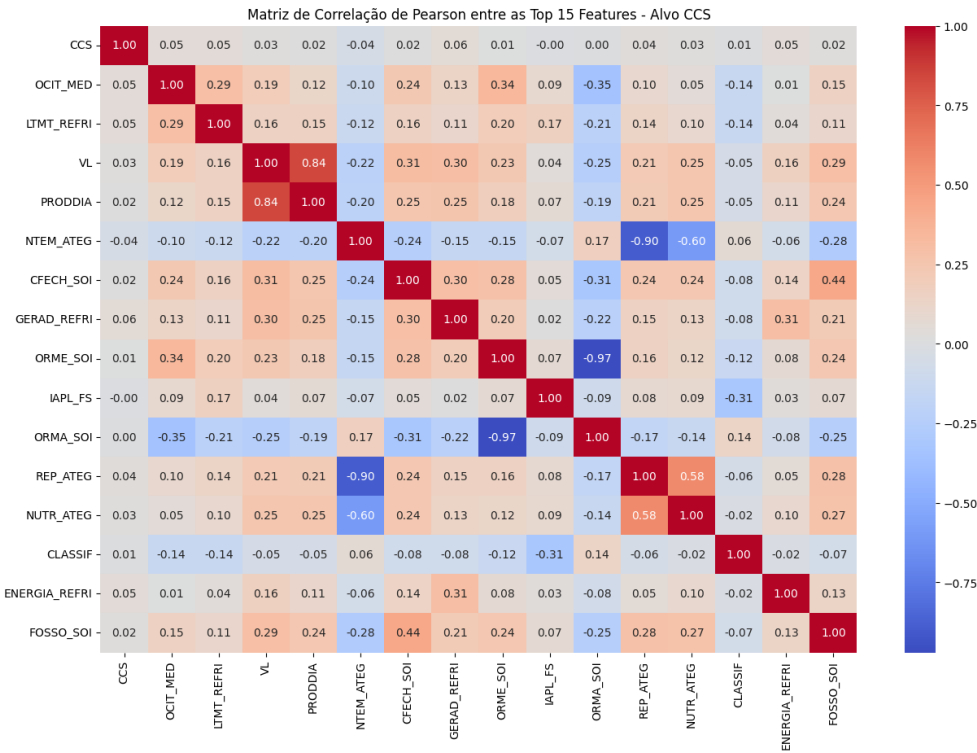
Gráfico 7 - Matriz de Correlação de Pearson entre as 15 principais variáveis discriminadas para variável desfecho CPP no “conjunto 2”.



Fonte: Da autora (2024).

No Gráfico 8, observou-se a alta correlação, já esperada, entre a produção diária e o número de vacas em lactação (0,84).

Gráfico 8 - Matriz de Correlação de Pearson entre as 15 principais variáveis discriminadas para variável desfecho CCS no “conjunto 2”.



Fonte: Da autora (2024).

4.3 Resultados da análise de acurácia das variáveis discriminantes pela análise de Árvore de Decisão

Observa-se na Tabela 23 que os valores de acurácia maiores estão nas cinco primeiras variáveis discriminantes, independente do indicador (CCS ou CPP) ou do conjunto de dados.

Tabela 23 - Valores de acurácia das análises de FDR para os diversos cenários.

Conjunto de dados	Número de variáveis discriminantes	CCS	CPP
1	5	54,36%*	55,34%*
	15	50,94%	53,11%
	30	52,33%	54,12%
	50	51,22%	51,56%
2	5	54,25%*	55,75%*
	15	54,00%	52,92%
	30	52,33%	54,12%
	50	52,83%	54,71%

Fonte: Da autora (2024).

As imagens com a árvore classificatória completa, tanto para CCS e CPP, nos dois conjuntos de dados estão em anexo (APÊNDICE A, B, C e D).

5 DISCUSSÃO

5.1 Perfil das propriedades leiteiras

Os dados obtidos a partir dos formulários de entrevista permitiram traçar um perfil social e técnico dos produtores de leite. Na maioria das fazendas leiteiras, os responsáveis pela produção eram os proprietários (67,9%) (Tabela 9), caracterizando tipo de mão de obra familiar, e com idade entre 40 a 59 anos (41,2%) (Tabela 6). As propriedades estudadas são predominantemente pequenas, sendo que 86,2% (Tabela 10) não possuem nenhum tipo de assistência técnica periódica e 75% apresentam produção de leite diária até 320 L com média por vaca até 13 L e rebanho de até 30 vacas em lactação (Tabela 5). Esses dados entram em consonância com os resultados obtidos por Winck e Thaler Neto (2012), o que demonstra que pouco mudou o perfil de produtores em 12 anos.

Entretanto, a maioria dos produtores supracitados não atinge a média de 10 litros por animal (mediana 9L/vaca – Tabela 5). Isso indica necessidade de melhora na produtividade nos rebanhos de pequenos produtores e demonstra grande potencial de melhora na produção, desde que os esforços sejam concentrados nesse perfil de pequenas e médias propriedades.

A Tabela 7 mostra a produção total de cada faixa de produção do estudo. Somando os valores, constata-se que a produção total dos pequenos e médios produtores (0 a 500 litros/dia) supera a produção total dos grandes produtores (acima de 500 litros/dia) em mais de 70 mil litros/dia, devido ao elevado número de produtores que se concentram nas primeiras faixas.

Esses resultados demonstram que a produção leiteira nacional é altamente dependente do pequeno e médio produtor, fazendo com que seja imperativo um maior auxílio estatal tanto em capacitação quanto em crédito e que os conhecimentos gerados sejam capazes de chegar aos agricultores familiares, com o objetivo de melhorar a eficiência produtiva e a qualidade do leite brasileiro (Borges; Guedes; Assis, 2011).

Já em relação aos parâmetros microbiológicos de qualidade do leite (Tabela 5), até 50% dos produtores avaliados apresentaram uma CCS de 490 mil CS/mL e CPP de 114 mil UFC/mL, ou seja, metade da amostra estudada apresenta parâmetros de qualidade dentro do padrão exigido pela legislação (Brasil, 2018).

Contudo, mais de 25% (Tabela 5) das propriedades leiteiras apresentaram valores desses parâmetros acima do permitido. Isso demonstra a necessidade de capacitação e treinamento dos produtores em boas práticas de produção, por meio da implantação de práticas de manejo

básicas, que contribuem para a redução desses parâmetros, como a realização de manejo de ordenha e adequada limpeza dos equipamentos (Guerreiro *et al.*, 2005).

Apresentando relação direta com os parâmetros microbiológicos de qualidade, foi observado na avaliação do sistema de ordenha e instalações (Tabela 11) uma predominância de propriedades com sistema de ordenha mecânica (71,3%), com estrutura de canzil (60,9%), cobertura (95%) e piso pavimentado (81,9%). Além disso, constatou-se que 77,7% das propriedades mantinham a limpeza antes, durante e após a ordenha.

Esses pontos básicos da estrutura da sala de ordenha contribuem para uma obtenção mais higiênica do leite e podem gerar valores mais baixos de CPP, quando as instalações são mantidas em condições de higiene e limpeza, como evidenciado por Marin, Bragança e Forest (2021).

Em relação ao manejo de ordenha, a maioria dos produtores não realizavam o teste da caneca (72,8%), pré dipping (71,4%), secagem dos tetos com papel toalha (68,3%), linha de ordenha (68,6%) e pós dipping (76,1%), (Tabela 12). De acordo com Santos e Fonseca (2019), o manejo de ordenha é uma das etapas mais importantes, pois afeta a lucratividade da fazenda, a demanda por mão de obra, o risco de novos casos de mastite, o aparecimento de lesões nos tetos e o risco de contaminação microbiológica do leite. Dessa forma, a obtenção de leite de qualidade é dependente de uma rotina de ordenha eficiente, da saúde do úbere e resfriamento adequado do leite.

Outro fator importante na obtenção de parâmetros de qualidade do leite satisfatórios é a limpeza dos equipamentos de ordenha. A Tabela 13 demonstra que as principais etapas de higiene e limpeza são negligenciadas por grande parte das propriedades leiteiras visitadas. Como exemplo, pontos simples que não são executados como a limpeza de mangueiras (53,4%), até ajustes mais finos como a sanitização (89,7%).

Desse modo, a limpeza satisfatória dos equipamentos de ordenha é alcançada pela combinação da ação mecânica das soluções de limpeza, ação química dos detergentes, temperatura da água e tempo de ação dos detergentes (Santos; Fonseca, 2019). Levando isto em consideração, outro ponto muito importante é a utilização correta dos detergentes de limpeza associados à temperatura correta da água.

Foi observado que 59,7% das propriedades não utilizam detergente ácido, 42,5% não usam detergente alcalino e 49,5% não utilizam água quente em associação com o detergente alcalino. A ausência dessas etapas no processo de limpeza afeta diretamente a carga microbiológica do leite, contribuindo para um aumento da CPP e possível aumento dos casos de mastite, elevando o valor da CCS, como apontado por Leira *et al.* (2018).

A forma como o leite é armazenado e como é feita a sua refrigeração é extremamente importante para manutenção de uma contagem bacteriana baixa. A atual legislação exige a utilização de tanques de expansão direto individual ou comunitário e proíbe o uso de tanques de imersão, que eram muito utilizados antigamente. Este consiste na colocação dos latões de leite em tanques com água em baixa temperatura visando a refrigeração do leite (Brasil, 2018).

Entretanto, mesmo com a proibição do uso de tanques de imersão pela IN 77/2018 foi observado em duas propriedades (Tabela 14) o uso dessa prática. Embora seja um valor pouco expressivo, chama atenção o seu uso tanto por conta da sua proibição quanto por sua ineficiência. Em um aspecto geral, a maioria dos produtores (94,3%) (Tabela 14) utilizam tanque de expansão para armazenamento e refrigeração do leite.

Outro ponto importante de debate no aspecto da refrigeração, é a utilização de tanques comunitários, devido à dificuldade de rastrear produtores, que estejam contribuindo para redução da qualidade do leite do tanque e, também, por alguns produtores não levarem o leite para o tanque no período da manhã e da tarde. Pois, estes tanques, geralmente, ficam distantes, em outras propriedades e dessa forma, em alguns casos os produtores armazenam durante um período o leite em geladeira ou *freezer*.

Apesar disso, a legislação ainda permite a utilização de tanques comunitários, conforme a IN 77/2018. Isto posto, foi observado que 96 propriedades (7,2%) utilizam tanque comunitário e 14 (1,0%) produtores armazenam o leite em geladeira ou *freezer* pelo menos durante um período do dia (Tabela 14).

Mesmo sendo poucos, é necessário voltar o olhar para estes produtores para que sejam orientados sobre a legislação atual, se adequem as boas práticas de fabricação e melhorem qualidade do leite para ofertar um produto mais seguro para o consumidor final.

No contexto atual, as Boas Práticas de Fabricação, que incluem processos como manejo de ordenha, limpeza de equipamentos, refrigeração do leite e bem estar animal, são cada vez mais indispensáveis devido à crescente demanda por alimentos seguros e de alta qualidade. A aplicação dessas práticas na rotina das propriedades leiteiras não apenas reduz os riscos de contaminação e melhoram a qualidade do produto, mas também reforçam a responsabilidade social e ambiental dos produtores (Britto; Portugal, 2003; Langoni *et al.*, 2013; Santos; Fonseca, 2019). Souza e Ribeiro (2022) demonstraram que a adoção de um manejo adequado resulta em um ambiente de produção mais limpo e organizado, aumentando a eficiência e a produtividade.

Além disso, as Boas Práticas de Fabricação são um requisito obrigatório para a certificação de produtos, o que abre portas para mercados mais exigentes e com maior valor agregado, como abordado por Gomes *et al.* (2018) e Pereira, Machado e Teodoro (2012).

Em suma, a implementação das BPF, a manutenção criteriosa da qualidade do leite e a adesão às IN 76 e 77/2018 do MAPA são essenciais para garantir a segurança alimentar, melhorar a competitividade do setor leiteiro e promover a sustentabilidade da produção (Soares *et al.*, 2019).

Para que isso ocorra, é necessário dar condições para que, principalmente, os pequenos e médios produtores consigam produzir de forma eficiente. E para isso, é necessário que o conhecimento chegue até o campo, por meio de práticas extensionistas, orientação e assistência técnica por parte dos laticínios e cooperativas e enfoque em políticas públicas governamentais, como demonstrado por Gomes *et al.* (2018) e Mesquita *et al.* (2020).

Essas práticas e normativas formam a base para um setor leiteiro sólido, capaz de atender às demandas de um mercado cada vez mais exigente, garantindo benefícios econômicos, sociais e ambientais para todos os envolvidos na cadeia produtiva do leite (Eckstein *et al.*, 2014; Vilela *et al.*, 2017).

5.2 Análise com FDR e Árvore de Decisão

Observando as análises de acurácia pela árvore de decisão, ficou demonstrado que as variáveis que mais discriminaram ambos conjuntos foram as cinco primeiras, não havendo muita variação ao se acrescentar até 50 variáveis. A acurácia foi baixa em todos os conjuntos de dados, variando de 51,22% a 54,36% para CCS e 51,56% a 55,75% para CPP. Isso demonstra que a separação entre produtores com qualidade sanitária do leite é uma decisão complexa, que precisa ser melhor estudada.

Há alguns fatores que podem interferir nessa baixa acurácia, entre eles alguns foram sanados. São eles: 1. Tamanho da amostra, que permita treinamento e testes suficientes; 2. Segmentação dos dados para que estejam bem divididos para treinamento e teste; 3. Balanceamento entre as classes feito no “conjunto 2”, porém não houve melhora na acurácia.

Algumas questões podem influenciar, também, na qualidade do banco de dados visto que foi coletado por diversas pessoas, não tendo como objetivo a pesquisa científica e, portanto, pode haver confusões na obtenção de respostas. Determinadas incongruências foram retiradas com objetivo de aumentar a validade do banco de dados, porém ainda pode haver formas de melhorar a coleta dos dados para pesquisas futuras. A análise dos dados permite que diversas formas de melhoria para maior validade do instrumento de coleta possa ser aplicada.

Observa-se, contudo, que a estrutura das árvores de decisão em todas as modalidades revela a dispersão dos dados. A configuração das árvores exhibe predominantemente uma

distribuição horizontal em vez de vertical, refletindo a complexidade e a dificuldade de distinção entre os grupos pelas diferentes variáveis. Ou seja, menor profundidade, com decisões em poucas etapas, porém com ramificações diversas (Suthaharan, 2016).

Os nós mais altos na árvore, que abrem os grandes troncos são as variáveis que mais discriminam para valores de CCS e CPP e são coincidentes com os resultados obtidos na análise de FDR, como observado nas Figura 1.

5.2.1 Comparação entre as propriedades com CCS e CPP dentro e fora do padrão de qualidade exigido pela IN 76/2018 – “conjunto 1”

Nos resultados obtidos da análise de *Fisher's Discriminant Ratio* feita utilizando todo o conjunto de dados, comparando os produtores adequados ou não aos parâmetros da IN 76/2018, foi observado que seis das 15 principais variáveis que mais discriminaram para o parâmetro de qualidade CPP apresentam influência direta para determinar o valor deste parâmetro, como corroborado por Santos e Fonseca (2019), ou seja têm relação causal com esse indicador. Estas variáveis são: 1. Mangueira e/ou circuito limpos, 2. Utiliza água quente na limpeza dos equipamentos de ordenha, 3. Tanque de expansão mantido em condições de higiene e limpeza, 4. Possui ponto de água na sala do tanque, 5. Sala de ordenha é mantida limpa antes, durante e após a ordenha, 6. Utiliza CIP (batedor) no processo de limpeza (Gráfico 1). Pois, Mesquita *et al.* (2018), demonstra que o parâmetro de qualidade CPP é resultado de uma adequada refrigeração do leite e limpeza de equipamentos de ordenha, teto dos animais, utensílios e mãos do ordenhador. Isto posto, as seis variáveis que mais discriminaram este parâmetro, como descrito acima, encontram fundamento na literatura e no que esperava-se encontrar com a análise.

Cinco das outras nove variáveis que discriminaram para determinar os valores de CPP estão relacionadas ao manejo sanitário e realização de exames das propriedades. São elas: 1. Realização de CMT regularmente; 2. Vacinação de brucelose em fêmeas de 3 a 8 meses, 3. Vacinação contra clostridioses, 4. Exame de brucelose e tuberculose negativo em todo o rebanho, 5. Vacinação contra aftosa. Ou seja, demonstram percepção e atitude para o manejo preventivo e promoção da saúde animal.

As demais variáveis foram ligadas a profissionalização da produção: 1. Realização de controle leiteiro, 2. Pesa a recria, 3. Anota data de parto, 4. Anota data de cobertura e/ou inseminação (Gráfico 1). Portanto, não estão ligados às causas do aumento da CPP, mas indicam um maior nível de controle zootécnico e sanitário do produtor que as emprega. Dessa

forma, é esperado que esses produtores apliquem técnicas de manejo que influenciem diretamente no parâmetro de qualidade.

Outro ponto relevante para discussão é em relação aos valores de FDR obtidos. Foi observado no Gráfico 1 valores muito baixos de FDR (0,010 a $\pm$ 0,022) e conforme abordado por Duda, Hart e Stork (2000), um FDR com uma razão baixa significa que a variável ou conjunto de variáveis em questão tem pouca capacidade discriminativa entre as classes. Isso pode ser interpretado como uma sobreposição entre as classes, sendo difícil distinguir uma classe da outra com base na característica avaliada.

Dessa forma, a baixa razão de FDR observada nas 15 principais variáveis que discriminaram para CPP (Gráfico 1) indica que nenhuma variável específica determina fortemente o valor desse parâmetro. Em vez disso, é a combinação de todas essas variáveis que exerce influência. Pois, embora o parâmetro de CPP seja mais fácil de controlar por meio de manejo adequado de limpeza e refrigeração, isso ocorre devido a uma série de ações combinadas que resultam em melhores valores de qualidade final (Mesquita *et al.*, 2018; Santos; Fonseca, 2019).

Entre as quinze principais características que mais influenciam os valores de CCS, três se destacam por sua forte ligação com esse parâmetro de qualidade, conforme Guerreiro *et al.* (2005), Langoni *et al.* (2013) e Philpot e Nickerson (2002). São elas: 1. Secagem dos tetos com papel toalha, 2. Uso de pós-dipping e 3. Realização do teste da caneca. Essas três práticas de manejo são essenciais para o controle da CCS. A secagem individual dos tetos com papel toalha impede a disseminação de patógenos causadores de mastite para tetos saudáveis, o uso do pós-dipping ajuda a selar o esfíncter dos tetos e prevenir a entrada de patógenos, e o teste da caneca é fundamental para o diagnóstico da mastite clínica (Jamas *et al.*, 2018). Ou seja, as duas primeiras são relacionadas as causas de mastites e a terceira ao seu monitoramento, que favorece o manejo preventivo.

Foi observado, também, a presença de variáveis relacionadas ao equipamento de ordenha (Gráfico 2), como: 1. Sistema de ordenha em circuito fechado, 2. Não deixa as teteiras de molho no cloro e 3. Ordenha mecânica. O uso e o funcionamento adequado dos equipamentos de ordenha são fatores importantes para a produção de leite de qualidade, afetando diretamente os valores de CCS (Santos; Fonseca, 2019).

Jamas *et al.* (2018), considera que não é recomendado que as teteiras fiquem de molho no cloro entre uma ordenha e outra, pois não irão secar completamente, tornando-se meio de cultura para crescimento de diversas bactérias causadoras de mastite.

Outro ponto relevante para discussão é a presença da variável "Sistema de Produção – Free Stall" entre as quinze principais que influenciaram os valores de CCS. Santos e Fonseca (2019) e Silveira *et al.* (2023) discutem que sistemas de produção baseados no confinamento dos animais têm por objetivo maximizar a produção e o conforto dos mesmos. No entanto, esses sistemas apresentam maiores custos de implantação e manutenção, como, por exemplo, o manejo adequado das camas. Animais confinados geram um maior acúmulo de dejetos por unidade de espaço, sendo, portanto, necessário atentar-se à taxa de lotação animal e ao manejo adequado das camas, proporcionando condições de higiene, que evitem o surgimento de patógenos causadores de mastite, os quais contribuem para o aumento dos valores de CCS.

Por fim, na análise da Matriz de Correlação de Pearson entre as quinze principais variáveis que discriminaram a variável desfecho CPP, foi observado, de modo geral, que essas variáveis apresentaram correlações positivas, variando de 0 a 0,7, sendo classificadas como positivas fracas e moderadas, conforme Larson e Farber (2007). Um exemplo disso é a correlação entre as variáveis "Mangueira e/ou circuito limpos" e "Utiliza água quente na limpeza de equipamentos", que apresentaram uma correlação de 0,47 (positiva fraca) (Gráfico 3). Isso significa que produtores que mantêm as mangueiras e/ou circuitos limpos geralmente utilizam água quente durante o processo de limpeza dos equipamentos, porém isso só se aplica a 47% dos produtores.

Assim, não possuindo correlação alta, entende-se que cada uma das variáveis compõe o modelo com sua contribuição individual. Quando apresentam alta correlação, é interessante observar que podemos utilizar uma ou outra no modelo FDR.

Para a Matriz de Correlação de Pearson entre as quinze principais para CCS (Gráfico 4), foram observadas algumas correlações negativas, ou seja, indicando variáveis inversamente proporcionais, variando de -0,04 a -0,90. Como exemplo as variáveis "Assistência técnica periódica em reprodução" e "Não possui assistência técnica periódica", que apresentam correlação -0,90 (negativa forte). Ou seja, dos produtores que afirmam ter assistência técnica, em 90% dos casos possuem assistência em reprodução.

Também pôde ser observado uma alta correlação entre as variáveis "Utiliza Pré Dipping" e "Seca os tetos com papel toalha", no valor de +0,70 (positiva forte), ou seja, produtores que utilizam o pré dipping tendem a secar o teto das vacas com papel toalha em 70% dos casos.

5.2.2 Comparação entre os 10% maiores e menores valores de CCS e CPP – “conjunto 2”

Tanto nos resultados de FDR obtidos para CPP, quanto nos resultados para CCS, foi observado o aparecimento de variáveis diretamente ligadas, inclusive do espectro causal, com estes parâmetros assim como na análise de todo o conjunto de dados discutida acima. Entretanto, foi possível observar algumas diferenças, como por exemplo, o aparecimento de novas variáveis e valores um pouco maiores da razão de FDR.

Para a análise, tendo a CPP como variável desfecho, surgiram variáveis imprescindíveis para produção de leite com baixa carga bacteriana, como mangueira e/ou circuito limpos, utilização de água quente na limpeza, utilização de pré e pós dipping e secagem dos tetos com papel toalha. Esse conjunto de variáveis é denominado “higiene de ordenha” de uma propriedade e a sua importância para a qualidade do leite está estabelecida há muitos anos (Britto; Britto, 1998; Eckstein *et al.*, 2014; FAO; IDF, 2013; Santos; Fonseca, 2019; Tisher *et al.*, 2018).

No entanto, para a variável desfecho CCS, na análise de FDR do “conjunto 2”, a variável que mais foi capaz de discriminar os produtores foi a utilização da ocitocina (Gráfico 6). Na árvore classificatória (Imagem 1), a ocitocina traz um ramo que separa, principalmente, os melhores valores de qualidade (CCS), estando muito relacionada a questões de estrutura (ordenha em sistema de fosso), produção diária e número de vacas em lactação. Dessa forma, está discriminando os produtores com melhores valores de CCS, com mais investimento em estrutura, tecnologia e rebanho maior.

Mesquita *et al.* (2017) já associou a utilização de ocitocina com uma maior produção de leite, sendo assim, pode-se compreender o fato da utilização da ocitocina estar relacionada a produção diária e número de vacas em lactação. Porém, ainda não existem estudos explicando a relação do uso de ocitocina exógena no momento da ordenha e a redução da CCS.

Uma hipótese que pode tentar justificar é a relação de ocitocina e leite residual no teto das vacas, em que vacas que ficam com leite represado podem desenvolver casos de mastite, contribuindo para um aumento da CCS, mas, para isso, é necessário o desenvolvimento de pesquisas na área a fim de elucidar essa questão. Outra questão extremamente importante em relação ao uso da ocitocina é a disseminação de doenças como a Tripanossomose bovina através de seringas e agulhas contaminadas, o que pode contribuir para rápida disseminação do agente e o surgimento de surtos da doença (Oliveira; Barbosa; Rosalinski-Moraes, 2019).

Ainda assim, outras variáveis surgiram na análise do sub conjunto de dados, para CPP e CCS, que chamaram atenção para a discussão, por estarem intimamente ligadas a tecnologia e a um melhor controle zootécnico e administrativo das fazendas. São elas: 1. “Colostragem controlada”, 2. “Anota data de cobertura e/ou inseminação”, 3. “Anota data de parto”, 4. “Separa os animais por categoria”, 5. “Exame de brucelose e tuberculose negativo em todo o rebanho”, 6. “Sistema de ordenha em circuito fechado”, 7. “Possui gerador”, 8. “Assistência técnica periódica em reprodução”, 9. “Assistência técnica periódica em nutrição”, “Assistência técnica periódica em reprodução”, 10 “Ordenha em sistema de fosso”.

Esse fenômeno pode ser justificado conforme discutido por Gomes *et al.* (2018), Jamas *et al.* (2018) e Zafalon *et al.* (2008), que observaram que propriedades com maior controle zootécnico e que implementam práticas básicas de manejo tendem a apresentar melhores resultados na qualidade do leite. O controle zootécnico rigoroso inclui monitoramento contínuo de indicadores de saúde animal, nutrição adequada e manejo sanitário eficaz, todos fundamentais para a produção de leite de alta qualidade.

Além disso, práticas básicas de manejo, como a higiene adequada durante a ordenha, a manutenção de um ambiente limpo e o uso de tecnologias apropriadas, contribuem significativamente para a redução da contaminação bacteriana e para a prevenção de doenças como a mastite. Propriedades que seguem essas práticas não apenas melhoram a qualidade do leite, mas também aumentam a eficiência produtiva e a sustentabilidade econômica a longo prazo (Philpot; Nickerson, 2002).

Estudos como os de Jamas *et al.* (2018), Mesquita *et al.* (2018) e Santos e Fonseca (2019), corroboram a importância da integração do conhecimento científico com as práticas de campo por meio de atividades extensionistas e assistência técnica fornecida por laticínios e cooperativas. A disseminação de conhecimento técnico e científico é crucial para a melhoria das práticas produtivas e pode ser utilizado por técnicos para auxiliar, principalmente pequenos e médios produtores, a produzirem um leite de melhor qualidade e com mais eficiência. Ao focar nas necessidades específicas dos produtores, essas intervenções permitem um aprimoramento contínuo das práticas de manejo, contribuindo para o desenvolvimento do setor e para a competitividade no mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo demonstrou a importância do avanço na IN 77/2018 (artigo 8) na exigência de um plano de qualificação de fornecedores de leite. A necessidade do diagnóstico da situação atual de cada produtor com metas claras e mensuráveis e indicadores de gerenciamento forçou a necessidade de inquéritos como esse feito pela Cia do Leite e faz com que os produtores possam ter uma visão mais acurada de sua situação de aplicação de boas práticas agropecuárias.

A utilização desses resultados em pesquisas é nova e, várias abordagens futuras podem ser aplicadas. Após a organização e validação desse banco de dados para análises científicas identificamos diversas alternativas e perguntas de pesquisa que poderão ser respondidas *à posteriori*.

A análise de dados secundários é um desafio, e demonstra que a forma como são definidos as hipóteses ou problemas de pesquisa pode levar à diversas abordagens. Várias técnicas estatísticas, matemáticas e diferentes amostragens podem conduzir a diversos resultados relevantes. A exemplo desse estudo, utilizando a FDR no banco de dados completo e em dois subconjuntos dos 10% com maiores e menores CCS e CPP.

Esse estudo contribui com a melhoria da análise dos inquéritos realizados e aponta para a melhoria dos instrumentos de avaliação e da possibilidade de racionalização em novos inquéritos, considerando as variáveis mais discriminantes da qualidade do leite.

7 CONCLUSÃO

O perfil dos produtores da amostra estudada é constituído, principalmente, por pequenos produtores com baixa produtividade, baixo controle zootécnico, sem assistência técnica e baixa tecnologia. E mais de 25% das propriedades apresentam CCS e CPP fora dos padrões de qualidade exigidos pela IN 76/2018.

Não há apenas uma variável que, individualmente, seja suficiente para discriminar os valores de CCS e CPP. É importante a combinação de diversas variáveis. Mesmo, o conjunto de variáveis consideradas mais discriminantes foi capaz de distinguir pouco mais que a metade das propriedades em conformidade com os padrões exigidos na IN76/2018.

As cinco primeiras variáveis discriminaram mais de 50% dos produtores para valores de CCS e CPP, independente do conjunto de dados analisado. As cinco características mais discriminantes para CPP, nesta ordem, são:

Para o “conjunto 1. “Mangueiras e/ou circuito limpos”; 2. “Controle leiteiro”; 3. “Vacinação de Brucelose em fêmeas de 3 a 8 meses”; 4. “Utiliza água quente na limpeza de equipamentos” e 5. “Tanque mantido em condições de higiene e limpeza”.

Para o “conjunto 2”, para CPP são: 1. “Mangueira e/ou circuito limpos”; 2. “Utiliza água quente na limpeza de equipamentos”; 3. “Ordenha manual”; 4. “Colostragem controlada” e 5. “Anota data de cobertura e/ou inseminação”.

As cinco características mais discriminantes para CCS, nesta ordem, são:

Para o “conjunto 1”: 1. “Leva o leite para o tanque de manhã e à tarde”; 2. “Sistema de produção *Free Stall*”; 3. “Ordenha em sistema de circuito fechado”; 4. “Possui assistência técnica periódica em reprodução”; 5. “Não possui assistência técnica periódica”.

Para o “conjunto 2” são: 1. “Utiliza ocitocina”; 2. “Leva o leite para o tanque de manhã e à tarde”; 3. “Número de vacas em lactação”; 4. “Produção diária” e 5. “Não possui assistência técnica periódica”.

Os modelos discriminantes apresentaram baixa acurácia, confirmando a complexidade do estudo da qualidade do leite e a necessidade de novas ferramentas de análise.

REFERÊNCIAS

- AUAD, A. M. *et al.* **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília, DF: LK Editora, 2010. 608 p.
- BARROS, J. *et al.* Impact of leptospirosis on animal reproduction and its legal and forensic aspects in “One Health”. **Pubvet**, Londrina, v. 18, n. 5, p. 1-5, May 2024.
- BOHRZ, D. A. S. *et al.* Staphylococcus aureus and Mesophilic aerobic bacteria quantification in hygienization process of milking equipment. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 47, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.97777>.
- BORGES, K. A. *et al.* Avaliação da qualidade do leite de propriedades da região do Vale do Taquari no estado do Rio Grande do Sul. **Acta Science Veterinary**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 39-44, 2009.
- BORGES, M. S.; GUEDES, C. A. M.; ASSIM, R. L. de. Um estudo do “projeto balde cheio” como vetor de desenvolvimento sustentável do pequeno produtor de leite. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 1, n. 1, p. 151-161, jul. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011a. Seção 1. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-62-2011_78285.html. Acesso em: 20 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76 e 77, de 30 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2018. Seção 1, p. 9.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011b.
- BRITTO, J. R. F.; BRITTO, M. A. V. P. **Qualidade higiênica do leite**. Juiz de Fora: Editora Embrapa - Gado de Leite, 1998. 17 p.
- BRITTO, M. A. V. P.; BRITTO, J. R. F. Qualidade do leite. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 56, p. 61-74, 2000.
- BRITTO, M. A. V. P.; PORTUGAL, J. A. B. (ed.). **Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e a questão dos resíduos de antibióticos**. Juiz de Fora: Editora Embrapa - Gado de Leite, 2003. 168 p.
- CALEFE, J.; LANGONI, H. Qualidade do leite: uma meta a ser atingida. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 151-162, jun. 2015.

CIA DO LEITE. **Manual de implantação de boas práticas de produção de leite para adequação à Instrução Normativa 77/2018**. [Lavras]: Cia do Leite, 2019. 39 p.

CITADIN, Â. S. *et al.* Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e fatores associados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 52-59, jan./mar. 2009.

CONSTABLE, P. D. *et al.* **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. Boca Raton: Elsevier, 2017.

DIAS, J. A. Análise espacial da contagem bacteriana total como ferramenta para identificação de áreas prioritárias de atuação de indústrias lácteas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 7., 2017, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2017. p. 270-271.

DUDA, R. O.; HART, P. E.; STORK, D. G. **Pattern classification**. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 2000. 680 p.

ECKSTEIN, I. I. *et al.* Qualidade do leite e sua correlação com técnicas de manejo e ordenha. **Scientia Agraria Paranaensis**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 143-151, abr./jun. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Water quality in agriculture: risks and risk mitigation**. Rome: FAO, 2023. 192 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Guia de boas práticas na pecuária de leite**. Rome: FAO/IDE, 2013. 50 p.

GIRI, A. *et al.* A review on water quality and dairy cattle health: a special emphasis on high-altitude region. **Applied Water Science**, Riad, v. 10, n. 3, Feb. 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-020-1160-0>. Acesso em: 10 mar. 2024.

GOMES, A. P. *et al.* Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 79, dez. 2018.

GUERREIRO, P. K. *et al.* Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 216-222, jan./fev. 2005.

JAMAS, L. T. *et al.* Parâmetros de qualidade do leite bovino em propriedades de agricultura familiar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 4, p. 573-578, abr. 2018.

LANGONI, H. *et al.* Considerações sobre o tratamento das mastites. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 11, p. 1261-1269, nov. 2017.

LANGONI, H. *et al.* Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 620-626, 2013.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

LEIRA, M. H. *et al.* Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: revisão. **Pubvet**, Londrina, v. 12, p. 172, 2018.

MARIN, G. R.; BRAGANÇA, J. F. M.; FOREST, M. Perfil dos produtores leiteiros cooperativados de Faxinal dos Guedes (SC) e sua adequação às normativas brasileiras de qualidade do leite. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 2, p. 18438-18456, 2021.

MESQUITA, A. A. *et al.* Contagem bacteriana total e contagem de células somáticas como indicadores de perdas de produção de leite. **Pubvet**, Londrina, v. 12, n. 6, p. 1-8, 2018.

MESQUITA, A. A. *et al.* O impacto da extensão rural no controle da mastite em propriedades de agricultura familiar na região amazônica: estudo de multicasos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 76-89, mar. 2020.

MESQUITA, A. A. *et al.* Produção e composição do leite residual sob influência da ocitocina. **Uniciências**, Cuiabá, v. 21, n. 2, p. 67, nov. 2017.

MIGUEL, P. R. R. *et al.* Incidência de contaminação no processo de obtenção do leite e suscetibilidade a agentes antimicrobianos. **SEMINA: ciências agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 403-416, abr. 2012.

OLIVEIRA, E. Mastite bovina: controle e prevenção. **Boletim Técnico**, Lavras, n. 93, p. 1-30, 2012.

OLIVEIRA, W. J.; BARBOSA, F. C.; ROSALINSKI-MORAES, F. Tripanossomose bovina no Brasil. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 17, p. 1-11, out. 2019.

ORWA, J. D.; MATOFARI, J. W.; MURILO, P. S. Handling practices and microbial contamination sources of raw milk in rural and peri urban small holder farms in Nakuru County, Kenya. **International Journal of Livestock and Production**, Lagos, v. 8, p. 5-11, 2017.

OTENIO, M. *et al.* **Cloração de água para propriedades rurais**. Juiz de Fora: Embrapa, 2010. 4 p. (Comunicado técnico, 60). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/875235/1/COT60cloracao.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2024.

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água na produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. 6 p.

PEREIRA, D. A.; MACHADO, G. M.; TEODORO, V. A. M. **Cartilha do produtor de leite: boas práticas de ordenha**. Belo Horizonte: Epamig, 2012. 28 p.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Vencendo a luta contra a mastite**. Campinas: Westifalia Landtechnik, 2002. 188 p.

PICOLI, T. *et al.* Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de microrganismos em leite cru. **SEMINA: ciências agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2471-2480, 2014.

RAQUEL, C.; CAMPOS, E. S. ICMS sobre combustíveis e inflação no Brasil: uma análise dos crescimentos observados através da correlação de Pearson. **Revista de Gestão e Secretariado**, São José dos Pinhais, v. 14, n. 4, p. 4685-4709, abr. 2023.

RIBEIRO JÚNIOR, J. C. **Microrganismos deteriorantes do leite**: atividade proteolítica e lipolítica de bactérias psicotróficas, termodúricas e mesófilas. 2017. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ROSA, S. M. *et al.* **Boas práticas de manejo de ordenha**. Jaboticabal: Unesp; Funep, 2009.

SAMPAIO, V. S. C. *et al.* Influência de diferentes tipos de microrganismos na contagem bacteriana total por citometria de fluxo do leite cru refrigerado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 2, p. 607-612, mar./abr. 2015.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Controle da mastite e qualidade do leite**: desafios e soluções. Pirassununga: Edição dos Autores, 2019. 301 p.

SILVEIRA, Â. V. B. de A. *et al.* Influência do período seco e chuvoso sobre a contagem de células somáticas e ocorrência de mastites em vacas alojadas em sistema free stall. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 17, n. 3, p. 1-10, set. 2023.

SOARES, É. S. M. *et al.* Application of good milking practices: economic impacts and bovine raw milk quality. **Multitemas**, Campo Grande, v. 24, n. 56, p. 41-57, 2019.

SOUZA, M. C. de; RIBEIRO, L. F. Boas práticas na produção de alimentos a importância de diretrizes e manuais de boas práticas na produção alimentícia e gestão da qualidade do produto final. **GeTeC - Gestão, Tecnologia e Ciências**, Monte Carmelo, v. 11, n. 36, p. 110-133, out. 2022.

SUTHAHARAN, S. **Machine learning models and algorithms for big data classification**. Boston: Springer, 2016.

TISHER, N. F. *et al.* Boas práticas de higiene durante a ordenha. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 179-187, jul./set. 2018.

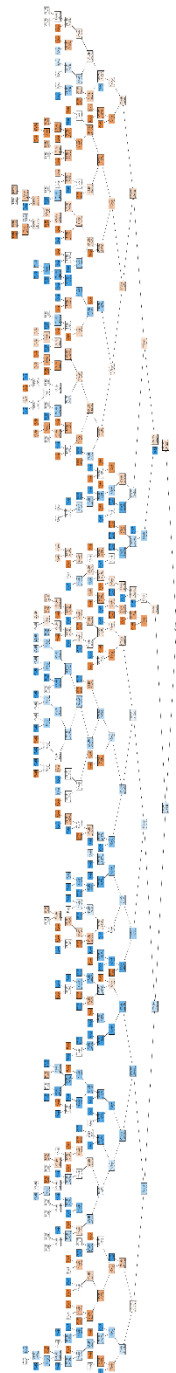
VILELA, D. *et al.* A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, n. 1, p. 20, 2017.

WILLERS, C. D. *et al.* Determination of indirect water consumption and suggestions for cleaner production initiatives for the milk-producing sector in a Brazilian middle-sized dairy farming. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 72, p. 146-152, 2014.

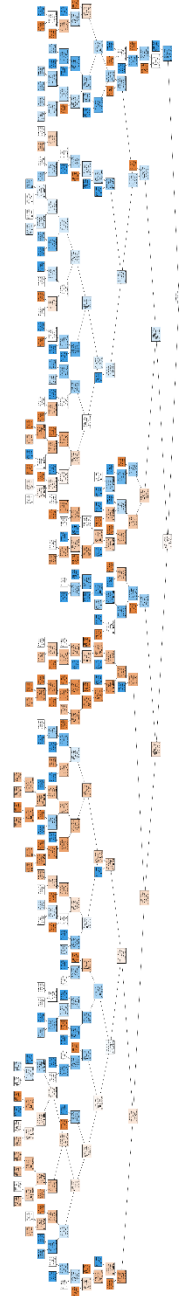
WINCK, C. A.; THALER NETO, A. Perfil de propriedades leiteiras de Santa Catarina em relação à Instrução Normativa 51. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 296-305, jun. 2012.

ZAFALON, L. F. *et al.* **Boas práticas de ordenha**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 50 p.

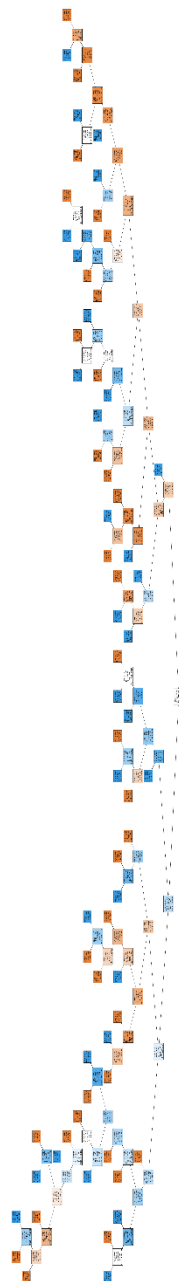
**APÊNDICE A – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CCS NO
“CONJUNTO 1”**



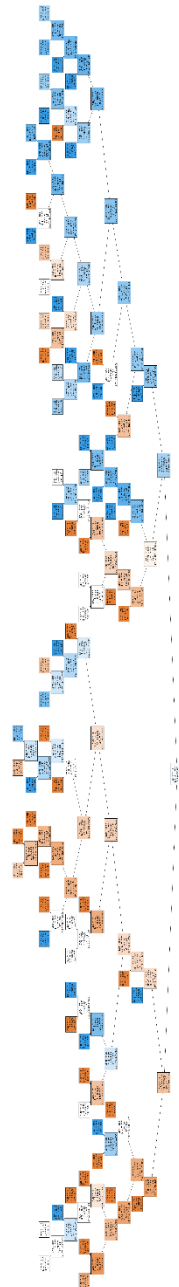
**APÊNDICE B – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CPP NO
“CONJUNTO 1”**



**APÊNDICE C – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CCS NO
“CONJUNTO 2”**



**APÊNDICE D – ÁRVORE DE DECISÃO PARA VARIÁVEL DESFECHO CPP NO
“CONJUNTO 2”**



ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE	Revisão 01 Página 1 de 5
---	---	---------------------------------

Produtor:		Data: / /
Telefone: ()	Whatsapp: ()	Data Nasc.: / /
Propriedade:	Cidade:	Linha:
CPF:	Horário coleta:	Frequência Coleta (dias):
Latitude:	Longitude:	Laticínio:
Área: _____ VL _____ VS _____ Recria _____		Produção média diária: _____
Horário chegada na propriedade:		Horário de saída da propriedade:

1. Conhece a IN 76 e 77?	
C	☐ Temperatura a 4 °C na fazenda ☐ Temperatura 7°C na indústria ☐ 3 médias fora padrão CPP ☐ Diagnóstico e plano de qualificação do fornecedor

2. Na sua opinião qual o principal ou principais problemas da atividade leiteira?	
P	☐ Falta de assessoria técnica e gerencial para os produtores ☐ Preço ☐ Mão de obra ☐ Melhorar a eficiência na compra de insumos ☐ Ajustes nas leis ☐ Falta crédito facilitado ☐ Falta de união entre os produtores ☐ Melhor relacionamento produtor x laticínio

3. Realiza algum registro na propriedade?	
NT	☐ Anota parto ☐ Anota cobertura/inseminação ☐ Anota receitas ☐ Anota despesas ☐ Controle leiteiro ☐ Pesa a Recria

4. Qual o tipo de mão de obra?	
C	☐ Familiar ☐ Mista ☐ Contratada ☐ Temporário

5. Possui assistência técnica periódica particular?	
C	☐ Não possui ☐ Reprodução ☐ Nutrição ☐ Qualidade do leite ☐ Agronômica ☐ Gerencial
P	Está satisfeito com a assistência técnica particular? ☐ Sim ☐ Não

6. A fazenda possui metas para indicadores?	
NT	☐ Não possui ☐ Despesas/L ☐ Margem Bruta ☐ Fluxo de Caixa ☐ Intervalo de partos ☐ Venda de leite + Venda de animal + VIA ☐ Período de serviço ☐ Ganho de peso da recria

7. Como é o sistema de ordenha e as instalações?	
C	☐ Manual ☐ Mecânica _____ conjuntos ☐ Fosso ☐ Canzil ☐ Circuito fechado
NT	☐ Possui cobertura ☐ Possui piso pavimentado ☐ Sala de ordenha é mantida limpa antes, durante e após a obtenção da matéria prima

ANEXO A - CONTINUAÇÃO

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE	Revisão 01 Página 2 de 5
---	---	---------------------------------

8. No momento de realizar a ordenha, como é feito o manejo dos animais?	
NT	☐ Lava os tetos somente quando necessário ☐ Teste de mastite clínica ☐ Pré-dipping ☐ Seca os tetos com papel toalha ☐ Pós-dipping ☐ Linha de ordenha ☐ Não pressiona o conjunto para sair o restante do leite ☐ Não bezerro ao pé

9. Como é realizada a limpeza de ordenha?	
NT	☐ Sanitização antes da ordenha ☐ Água Quente ☐ Det. Alcalino ☐ Det. Ácido ☐ Não deixa de molho no cloro ☐ Limpeza externa ☐ Limpeza CIP (lavador) ☐ Mangueira e/ou circuito limpos _____ Litros de água usados na limpeza

10. Como é feita refrigeração e armazenamento do leite?	
C	☐ Tanque expansão ☐ Tanque comunitário ☐ Tanque de imersão ☐ Geladeira ou freezer ☐ Leite vai para o tanque de manhã e à tarde ☐ Possui gerador ☐ Entrega o leite na lata Capacidade _____ litros
NT	☐ Local provido de paredes ☐ Local coberto ☐ Ponto de água para limpeza ☐ Não sofre com falta de energia ou tem gerador ☐ O tanque é mantido em condições de higiene e limpeza

11. Qualidade da água	
NT	☐ Utiliza uma água sem gosto, sem cheiro e sem cor na limpeza de equipamentos e utensílios ☐ Adota um sistema de cloração da água Fonte: _____

12. Qual volumoso é fornecido para os animais?	
C	☐ Pasto intensivo ☐ Pasto extensivo ☐ Pasto semi-intensivo ☐ Capineira ☐ Cana ☐ Silagem de Milho ou Sorgo ☐ Outro _____

13. Sistema de Produção	
C	☐ Pasto intensivo ☐ Pasto extensivo ☐ Pasto semi-intensivo ☐ Composto ☐ Free-stall ☐ Semi-confinamento ☐ Outro _____

14. Avaliação do sistema de produção de volumoso	
NT	☐ Calcula a necessidade de volumoso ☐ Análise de solo ☐ Produtividade do volumoso ☐ Calcário de acordo com recomendação técnica ☐ Adubação de acordo com recomendação técnica

15. Avaliação das estratégias de alimentação	
NT	☐ Formulação de dieta por profissional habilitado ☐ Técnica de divisão de lotes ☐ Usa milho reidratado (grão úmido) ☐ Mineralização no cocho à vontade ☐ Núcleo Mineral

ANEXO A - CONTINUAÇÃO

		QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE	Revisão 01 Página 3 de 5
Pré-parto: ☐ Sal aniônico ☐ Concentrado ☐ Restrição de sódio e potássio (sal branco, cana e pastagens novas) ☐ Local exclusivo para pré-parto Compra estratégica de insumos ☐ Adubo ☐ Fubá ☐ Soja			
16. Avaliação do Manejo Reprodutivo			
NT	☐ Indução hormonal do cio orientada ☐ Inseminação Artificial		
17. Como é feito o manejo de cria e recria?			
NT	☐ Colostragem controlada ☐ Cura umbigo com iodo ou produto próprio ☐ Dimensiona a recria ☐ Aplica técnica de alimentação para desmama precoce ☐ Separa os animais por categoria ☐ Primeira inseminação com base no peso e idade		
18. Avaliação do Manejo Sanitário Vacinas e Tratamentos			
NT	☐ Vacina Raiva ☐ Vacina Clostridioses ☐ Vacina Reprodutiva ☐ Vacina Aftosa ☐ Vacina Brucelose fêmeas 3-8 meses ☐ Controle estratégico de verminose ☐ Controle estratégico de carrapatos Bases para tratamento das vacas: Antibiótico _____ Antiinflamatório _____ Vermifugação _____		
19. Avaliação do Manejo Sanitário Exames			
NT	☐ Exame de brucelose e tuberculose negativo de todo o rebanho ☐ Possui rebanho fechado ☐ Examina para comprar ☐ CCS individual ☐ CMT regularmente ☐ Faz cultura microbiológica das vacas em lactação para o controle da CCS ou CCS sempre foi baixa		
20. Como é feito o armazenamento de alimentos?			
NT	☐ Não usa produtos de origem animal na alimentação do rebanho ☐ Sacos empilhados e afastados da parede ☐ Silo protegido com tela ☐ Sacos em cima de paletes ☐ Não alimenta vacas com alimentos mofados ou rações aquecidas por fermentação ☐ Alimentos utilizados na alimentação animal tem nota fiscal para comprovar a origem		
21. Faz uso de defensivos na propriedade? (Usa round up?)			
C	☐ Não utiliza		
NT	☐ Utiliza apenas defensivos agrícolas permitidos, que são adquiridos em lojas habilitadas e vem com receituário agrônomo ☐ Faz a triplice lavagem ☐ Usa EPI na aplicação ☐ Possui local adequado para guardar		

ANEXO A - CONTINUAÇÃO

		QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE	Revisão 01 Página 4 de 5
22. Uso de medicamentos			
C	☐ Usa ocitocina		
NT	☐ Registra os tratamentos realizados nos animais ☐ Identifica visualmente o animal em período de carência ☐ Segue as recomendações de dosagem e carência para envio do leite ☐ Utiliza medicamentos orientado por um veterinário (uso racional) ☐ Uma agulha por animal na ocitocina ou desinfecção ☐ Realiza terapia de vaca seca		
23. Bem-estar animal			
NT	☐ Possui boas condições de sombra nas áreas de descanso ☐ Possui pedilúvio ☐ Corredores de deslocamento não possuem material abrasivo ☐ Promove limpeza periódica nos locais de descanso das vacas (camas e áreas de sombra) ☐ Faz casqueamento preventivo ☐ Os animais são livres de sede e fome		
24. Controle de pragas e manejo de resíduos			
NT	☐ As dependências da área de produção de leite são mantidas limpas e sem acúmulo de entulho ☐ Possui iscas contra roedores ☐ A área de armazenamento de leite e o depósito de alimentos possuem proteção contra entrada de pragas e outros animais ☐ Animais domésticos não têm acesso as dependências das áreas de produção de leite		
25. Manejo de dejetos			
NT	☐ Não destina resíduos da produção de leite em curso de água ☐ Destina corretamente os resíduos gerados na produção de leite		
26. Saúde dos trabalhadores			
NT	☐ Trabalhadores possuem treinamento para exercer suas funções ☐ Possuem vestimentas limpas e adequadas para suas funções ☐ Possuem EPIs para exercerem as suas funções		
27. Futuro e sucessão			
C	☐ Interesse em aumentar a produção de leite ☐ Manutenção do volume ☐ Aumentar o rebanho ☐ Pensa em parar com o leite nos próximos 5 anos ☐ Recomenda a atividade para seus herdeiros e outras pessoas que possui afinidade ☐ Sucessor envolvido com a atividade ☐ Tem interesse em receber assistência técnica no futuro		
28. Tecnologia e estratégias de crescimento acelerado			
C	☐ Tem afinidade com smartphone ou tem alguém de casa que tenha ☐ Conta no banco _____ ☐ Interessa por acesso a crédito subsidiado (juro baixo), orientado (projeto demonstrando que o investimento se paga) e facilitado (não precisa ir ao banco)		

ANEXO A - CONTINUAÇÃO

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA GERENCIAL E SOCIOLÓGICA DE PRODUTORES DE LEITE	Revisão 01
		Página 5 de 5

29. Na sua opinião, quais os itens abaixo são importantes para trabalhar o leite com qualidade?	
C	Quanto você recebeu por qualidade (CPP E CCS) no último pagamento? E quanto deixou de ganhar? ☐ Interpretou a tabela

30. Propensão à mudanças	
P	☐ Anotação de parto/cobertura ☐ Anotação de receita/despesas ☐ Pesagem de leite individual ☐ Pesagem recria ☐ Aleitamento artificial ☐ Manejo de ordenha ☐ IATF ☐ Fornecimento de concentrado para recria de reposição ☐ Pré-parto ☐ Divisão de lotes ☐ Recomendação de adubação ☐ Realização de CMT/cultura microbiológica/ CCS individual ☐ Linha de ordenha ☐ Participação de palestras/dias de campo ☐ Compra estratégica de insumos ☐ Piquetes ☐ Concentrado formulado na fazenda ☐ Confeção de milho reidratado

Legenda:

C – Características da propriedade NT – Nível técnico P – Perfil do produtor

Recebi o técnico _____ e respondi as perguntas realizadas e não assumo nenhuma responsabilidade pela utilização desses dados.	
Entrevistado	Técnico
Prezado produtor, favor conferir o horário de entrada e saída do técnico na propriedade.	

Observações técnico ou entrevistado:

Classificação (pelo técnico):

☐ Profissional ☐ Potencial ☐ Resistente