



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
AGRONOMIA**

**QUALIDADE NUTRICIONAL DO LEITE BOVINO EM FUNÇÃO DO
SISTEMA DE PRODUÇÃO**

MOISÉS EDUARDO SANTOS BOTELHO

BRASÍLIA – DF

2023

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**QUALIDADE NUTRICIONAL DO LEITE BOVINO EM FUNÇÃO DO
SISTEMA DE PRODUÇÃO**

MOISÉS EDUARDO SANTOS BOTELHO

Orientador: Prof. Dr. CÁSSIO JOSÉ DA SILVA

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia, apresentado à Faculdade de agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO, 2023**

MOISÉS EDUARDO SANTOS BOTELHO

**QUALIDADE NUTRICIONAL DO LEITE BOVINO EM FUNÇÃO DO
SISTEMA DE PRODUÇÃO**

Monografia de graduação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 19/12/2023

Prof. Dr. Cássio José da Silva – Orientador

Prof. Dr. Jarbas Miguel da Silva Júnior

Frederico Lopes da Silva

**BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO, 2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

Botelho, Moisés Eduardo Santos.

“QUALIDADE NUTRICIONAL DO LEITE BOVINO EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.” / Moisés Eduardo Santos Botelho; Cássio José da Silva. Brasília, 2023 - 33 p.

Monografia de graduação - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOTELHO, M. E. S. QUALIDADE NUTRICIONAL DO LEITE BOVINO EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV, Universidade de Brasília - UnB, 2023, 33 p. Trabalho de conclusão de curso.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor: Moisés Eduardo Santos Botelho.

Ano: 2023.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

MOISÉS EDUARDO SANTOS BOTELHO

E-mail: moisespalmeirens@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao nosso senhor Jesus Cristo, por ter, primeiramente, me abençoado com a função de pai, e me guiar e me proteger nesta caminhada alegre e cansativa da graduação. Agradeço ao Espírito Santo de Deus por ter me orientar a aceitar Jesus Cristo como meu único salvador, por ter me feito voltar aos braços da Santa Igreja Católica e, por fim, por ter me conduzir durante a confecção deste documento. Agradeço a intercessão de Nossa Senhora de Fátima, Nossa Senhora de Guadalupe, Nossa Senhora Aparecida e Nossa Senhora das Graças, por terem intercedido por mim todos os dias e, por fim, agradeço todo o apoio e ajuda que minha mãe, Maísa Joaquim, me concedeu durante a confecção deste documento.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo abordar a qualidade nutricional do leite bovino, com foco na influência do sistema de produção. A pesquisa analisou dois sistemas, produção em confinamento e a pasto, destacando, além das características de cada um, a importância de sistemas mais tecnificados para aprimorar a composição e a qualidade do leite bovino. O uso de ordenhas automatizadas, o monitoramento da saúde do rebanho, a higiene do ambiente e dos tetos das vacas, e a gestão eficiente da nutrição são discutidos como elementos cruciais para otimizar a produção. Além disso, o estudo abordou a necessidade de pesquisa e técnicas para que haja incremento dos PBA (peptídeos bioativos) no leite, visando a produção de laticínios com propriedades funcionais aprimoradas. O trabalho contribui para a compreensão das relações entre o sistema de produção e a qualidade nutricional do leite, oferecendo *insights* valiosos para os pecuaristas e destacando áreas-chave onde a produção deve ser assistida com maior atenção e cuidado, visando incrementar, não só qualidade ao produto, mas também, competitividade no mercado. Por intermédio desta revisão foi possível detectar que há poucos estudos que visam o desenvolvimento de técnicas, sejam elas nutricionais ou genéticas, de incremento de peptídeos bioativos ao leite.

Palavras-chave: composição do leite; confinado; moléculas bioativas; pasto; produção de leite; qualidade do leite.

ABSTRACT

Aimed with this study to address the nutritional quality of dairy cattle, focusing on the influence of the production system. The research analyzed two systems, with production in stalled and pasture, highlighting, in addition to the characteristics of each one, the importance of more technological systems to improve the composition and quality of milk. The use of automated milking, monitoring herd health, hygiene of the environment and cows' teats, and efficient nutrition management are discussed as crucial elements for optimizing production. Furthermore, the study addressed the need for research and techniques to increase BAP (bioactive peptides) in milk, aiming to produce dairy products with improved functional properties. The work contributes to the understanding of the relationships between the production system and the nutritional quality of milk, offering valuable insights for livestock farmers and highlighting key areas where production must be attended with greater attention and care, aiming to increase not only quality product, but also competitiveness in the market. Through this review it was possible to detect that there are few studies that aim to develop techniques, whether nutritional or genetic, to increase bioactive peptides in milk.

Key words: bioactive molecules; milk composition; milk production; milk quality; pasture; stalled.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Principais proteínas da membrana dos glóbulos de gordura (MGG) do leite bovino e suas funções bioativas.....	23
Tabela 2. Peptídeos derivados da caseína e suas funções bioativas.....	24
Tabela 3. Principais proteínas do soro do leite e algumas de suas funções bioativas.....	25

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Tipos de Sistemas de Produção de Bovinos Leiteiros.....	11
2.2. Influências dos sistemas de produção na composição do leite.....	13
2.3. Influência dos sistemas de produção na qualidade do leite.....	17
2.4. Moléculas Bioativas do Leite Bovino.....	21
2.5. Estratégias para o aumento da concentração de moléculas bioativas no leite.....	27
3.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. Introdução

A qualidade do leite é uma preocupação crescente, não só devido às exigências dos consumidores por produtos lácteos seguros e nutritivos, mas também em resposta às regulamentações cada vez mais rigorosas que estabelecem padrões de alta qualidade para o setor. A qualidade do leite não é determinada somente pela raça e pela genética do rebanho, mas também é profundamente influenciada pelos sistemas de produção adotados nas fazendas. A maneira como as vacas são alimentadas, manejadas e o ambiente onde são criadas, juntamente com as práticas de ordenha e de processamento do leite, exercem um impacto significativo na composição, segurança de consumo e pureza do produto.

Os sistemas de produção de leite bovino, que variam de sistemas extensivos, onde os animais permanecem soltos no pasto durante toda a idade produtiva e onde não há quase nenhuma preocupação com manejo sanitário e acréscimo na produção, a sistemas intensivos de confinamento, onde o gado permanece quase que a totalidade de seu período produtivo confinado em estábulos ou baias e os produtores buscam a todo tempo inovações técnicas que possam agregar e aumentar sua produção. Tais sistemas desempenham um papel crucial na determinação da qualidade do leite e, por conseguinte, na aceitação e competitividade dos produtos lácteos no mercado.

Outro fator amplamente discutido no que diz respeito na qualidade e produção do leite é o bem-estar animal (DAWKINS, 2017). Vacas leiteiras em todo o tipo de estresse tem sua performance produtiva e reprodutiva afetadas. Conforme o grau e período de intensidade do estresse, o desconforto gera níveis brandos, intermediários ou severos (PEREIRA et al., 2010).

À medida que a demanda por lácteos de alta qualidade e a consciência dos consumidores sobre a procedência dos produtos continua a crescer, compreender a relação entre sistemas de produção e a qualidade do leite é de suma importância para produtores, indústria e consumidores.

Objetivou-se com este trabalho discutir sobre os sistemas de produção de leite bovino e seus impactos diretos na qualidade nos principais compostos bioativos presentes no leite e seus potenciais benefícios para a saúde humana.

2. Revisão de literatura

2.1 Tipos de Sistemas de Produção de Bovinos Leiteiros

Paris e Cecato, (2009), propõem que a definição de Sistema de Produção é muito complexa, mas podemos simplificar dizendo que existem basicamente dois sistemas de produção de vacas leiteiras: confinado e a pasto. Entende-se por produção a pasto, quando este contribui com mais de 50% da alimentação do rebanho. Ainda, de acordo com os mesmos autores, a eficiência da produção no sistema confinado é focada na maximização da produção individual, enquanto, no sistema a pasto, a ênfase é maior para a produção por área e ou com menor uso de suplementos alimentares.

Segundo Assis, (1997), além de apresentar os custos de produção mais competitivos, os fatores que influenciam a adoção de Sistemas de Produção a Pasto são: os altos preços dos grãos, baixo preço do leite, capital não prontamente disponível, baixa qualidade da terra, clima relativamente úmido, longa estação de pastejo, assim como, pequenos rebanhos e baixo potencial genético dos animais. Estas características tornam o Brasil um país favorável a adoção de tal sistema, produzindo um leite mais ecológico a custos reduzidos (PARIS e CECATO, 2009).

A maior dificuldade da produção de leite a pasto é a estacionalidade de produção do pasto, um fenômeno de ocorrência mundial, que impede a regularidade da produção de leite ao longo do ano, mas que pode ser ajustada com a utilização de diferentes tecnologias atualmente disponíveis no mercado (produção estacional, suplementação, forragem conservada, utilização de novas espécies forrageiras).

A produção de leite estacional a pasto é um modelo de produção que se ajusta à estacionalidade de produção do pasto. Ele segue o princípio básico de sincronizar o ciclo produtivo e reprodutivo dos animais com oferta de pastagem, adequando a curva de produção de leite com disponibilidade de pasto; coincidindo assim, períodos de maior exigência nutricional do rebanho com maior oferta de pastagem, minimizando a necessidade de suplementação alimentar (SILVA & PEDREIRA, 1996).

As causas da baixa produtividade são de origem técnica, econômica, social e política, mas a escassez de forragem no período seco é o principal responsável. Enquanto no período chuvoso pode-se facilmente produzir 8 a 12 litros por vaca por dia, no período seco há queda acentuada na produção de leite, perda de peso e grande redução na capacidade de suporte dos pastos. A imposição de produzir quando não há pasto disponível é, então, a grande responsável pelo flagelo da produção a pasto. Esta falta de forragem no período seco também afeta significativamente o desenvolvimento de bezerras para a produção, aumentando muito os custos de produção e diminuindo os lucros conforme o aumento na idade ao primeiro parto (PARIS & CECATO, 2009).

Segundo Paris & Cecato, (2009), fatores como área limitada e altos custos de terras próximas às áreas metropolitanas, progresso genético dos rebanhos, potencial limitado e estacionalidade das pastagens para sustentar altas produções, pressões econômicas e sociais para

aumento de produtividade do solo, culturas e animais, principalmente, em condições adversas de clima, foram e ainda são algumas das razões para o uso do confinamento. Segundo Galan, (2021), os produtores em sistemas de produção confinados representaram 5,3% do total de produtores e expressivos 35,2% do volume de leite é oriundo destas empresas.

Os sistemas de confinamento de bovinos leiteiros mais conhecidos são: *Compost-barn* e *Free-stall*. De acordo com Janni et al. (2007), o sistema CB é composto por uma pista de alimentação revestida com piso de concreto, que deve possuir ranhuras para melhor aderência dos animais. Ainda, em anexo possui uma grande área de cama de origem orgânica, de livre circulação para descanso dos animais. Nesse sentido, o sistema CB tem chamado atenção entre os sistemas confinados devido as características da área de cama, que além de permitir a livre movimentação dos animais, também diminui problemas de locomoção, por apresentar uma superfície de descanso macia e confortável, permitindo aderência e tração aos animais nos movimentos de deitar-se e levantar-se.

O sistema *Free-stall*, conhecido como estabulação livre, em que as vacas ficam soltas dentro de uma área cercada, onde têm parte desta área livre para alimentação e exercícios. A outra parte, dividida em baias individuais, forradas com cama, é destinada ao descanso dos animais. A alimentação das vacas também é recebida 100% no cocho, que pode ser ou não coberto, geralmente na forma de ração total, embora muitos criadores forneçam alguns itens da alimentação de forma separada. É um sistema utilizado para vacas de médio a alto índice de produção individual (PARIS & CECATO, 2009).

2.2 Influências dos sistemas de produção na composição do leite

A composição do leite de vacas leiteiras varia de acordo com vários fatores, dos quais os principais podemos citar: raça, genética, região, ano, mês, estágio de lactação, nutrição animal, sanidade, higiene e saúde da glândula mamária (SANTOS & FONSECA, 2007). A fase de lactação representa importante fator de variação nas características de composição do leite. A porcentagem de gordura do leite aumenta gradualmente ao longo da lactação; além do extrato seco desengordurado e a lactose (OLIVEIRA et al., 2010).

A composição clássica do leite *in natura* é de 87,5% de água e 12,5% de matéria seca total. A matéria seca do leite é composta por 3,6% de gordura, 3,0% de caseína, 0,6% de albumina, 4,6% de lactose e 0,7% de minerais, sendo que a concentração destes constituintes varia entre animais e raças (GONZÁLEZ e NORO, 2011).

A gordura é o componente de maior variabilidade no leite, de um modo geral, a gordura pode variar de 2,2% a 4,0%. Esta porcentagem é fortemente influenciada pela genética e fatores ambientais. Dentro dos fatores ambientais, o manejo nutricional pode exercer uma influência muito importante na composição da gordura do leite. (GONZÁLEZ, 2010). A gordura, a proteína e o extrato seco desengordurado são as variáveis de maior importância econômica, servindo de critério para o pagamento do leite pelos laticínios (SANTOS & FONSECA, 2007).

Segundo Brito et al. (2021), o percentual de proteína varia, dentre outros fatores, com a raça e é proporcional à quantidade de gordura presente no leite. Isso significa que, quanto maior a porcentagem de gordura no leite, maior será a de proteína.

Existem vários tipos de proteína no leite. A principal delas é a caseína, que apresenta alta qualidade nutricional. A caseína é produzida pelas células secretórias da glândula mamária e encontra-se organizada na forma de micelas, que são agrupamentos de várias moléculas de

caseína junto com cálcio, fósforo e outros sais. Cerca de 95% da caseína total do leite está nessa forma (BRITO et al. 2021).

A alimentação é dos principais elementos que influenciam na composição do leite, necessitando de dietas com valores nutricionais balanceados. Dessa forma, qualquer modificação na dieta dos animais que leve a alterações no ambiente ruminal, principalmente no pH (acidose ruminal), tem reflexo sobre a gordura do leite. Sendo assim, a relação volumoso-concentrado, a qualidade da fibra fornecida, o tamanho de partícula dos ingredientes da dieta e a taxa de degradação desses ingredientes têm papel fundamental (BARROS, 2001).

A acidose é um distúrbio metabólico causado pela alta e rápida produção de ácidos no rúmen, principalmente o ácido propiônico (PERES, 2001). Quando isso ocorre, o metabolismo dos ácidos graxos voláteis no rúmen é modificado e, então, a formação de gordura do leite é afetada negativamente.

Segundo Moraes, (1991), a pastagem é o principal recurso alimentar utilizado para os animais ruminantes nos diferentes sistemas de produção animal no Brasil. Este fato está aliado a fatores econômicos, à diversidade climática e de espécies e, também, pela produtividade e qualidade dos pastos encontradas nas diferentes regiões do país. As forrageiras constituem-se na fonte de alimento mais importante para a produção de leite, podendo determinar a sobrevivência de muitos produtores nessa atividade. Dessa forma, as gramíneas e leguminosas se constituem na principal e mais econômica fonte de nutrientes necessários à saúde, ao crescimento e à produção para maioria dos ruminantes. (CECATO, 2009).

Uma vez que, no Brasil, as pastagens constituem a principal fonte de nutrição aos bovinos, vacas cuja dieta é composta majoritariamente por pasto tendem a produzir leite com

maior teor de lipídeos, como o ácido linoléico conjugado (CLA), e, conseqüentemente, de proteínas devido à maior produção de ácido acético durante os processos fermentativos no rúmen. O processo de digestão das fibras presentes nas pastagens eleva a produção de ácido acético no organismo do animal. Este AGV é, posteriormente, absorvido pela vaca e transformado em gordura em seu sistema mamário, refletindo em uma maior quantidade de gordura presente no leite.

O CLA é um componente presente na gordura do leite e está relacionado à redução de uma série de doenças degenerativas, como aterosclerose, à prevenção e tratamento do diabetes mellitus, além de apresentar efeito anticarcinogênico, ser estimulante do sistema imunológico, reduzir a pressão arterial e atuar no metabolismo lipídico corporal, especialmente na redução da gordura corporal e no aumento da massa magra (KRATZ et al., 2013; LAHLOU et al., 2014). Segundo Bauman, (1999), *Cornell University*, existe grande variação nos teores de CLA na gordura do leite, que são influenciados pelo tipo de dieta e manejo do rebanho. Uma das ferramentas capazes de aumentar a concentração do ácido linoleico conjugado no leite é aumentar a proporção do volumoso na dieta dos ruminantes.

Os CNE, carboidratos não-estruturais (principalmente amido, açúcares e pectina), presentes em grande quantidade nos alimentos concentrados, de modo geral, possuem alta taxa de fermentação e produzem maior proporção de ácido propiônico e ácido láctico (exceção da pectina), que reduzem o pH ruminal e a concentração gordura do leite (PERES, 2001).

Concentrados com elevado teor de amido tendem a deprimir mais a gordura do leite que os concentrados com elevado teor de fibra, e fibra digestível (REIS et al., 2009). Com uma maior produção de ácido propiônico, além de decréscimo na concentração de gordura no leite, há

acréscimo em seu volume, fazendo com que, animais em sistemas confinados, onde a alimentação resume-se quase que em sua totalidade a alimentos concentrados, possuam produção mais volumosa do produto.

Outro aspecto importante a se considerar em vacas submetidas à confinamento é o tamanho das partículas da dieta. De acordo com Reis, (2009), O tamanho de partícula é um importante determinante do valor nutricional de grãos de cereais utilizados para vacas leiteiras. Quanto menor o tamanho destes, maior sua taxa de degradação. Práticas de processamento como floculação, a laminação, a extrusão, a peletização, a moagem fina e o armazenamento na forma de silagem de grãos úmidos tendem a elevar a taxa de digestão ruminal do amido e com isto, tende a deprimir a gordura do leite.

2.3 Influência dos sistemas de produção na qualidade do leite

De acordo com Silva (2019), apesar do Brasil possuir posição de destaque na produção mundial (3º maior produtor), em comparação aos demais países grandes produtores, nosso leite tem qualidade inferior. Esta qualidade inferior pode ser atribuída à própria informalidade de produção e fornecimento. Segundo o IBGE (2017), 31% do leite produzido no país não passou por inspeção sanitária em 2016.

Segundo Langoni (2013), a obtenção do leite de qualidade inicia-se com a ordenha dos animais, independentemente do tipo de ordenha – manual ou mecânica. A higiene dos tetos, com limpeza, lavagem e secagem com toalhas de papel descartável e a utilização de produtos antissépticos visando diminuir a carga bacteriana é de extrema importância por diminuir a contagem bacteriana presente no leite oferecido para consumo. Da mesma forma, a higienização das teteiras e demais equipamentos de ordenha são essenciais, não somente na redução da carga

microbiana do leite, mas também para controle de mastites que contribuem para aumentar a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana do leite (CBT). Na alimentação, utiliza-se a mineralização, que podem reduzir a contagem de células somáticas e contribuem para a melhoria da qualidade do leite (BERCHIELLI et al., 2011).

A mastite é um processo inflamatório complexo da glândula mamária, principalmente acometida por bactérias, mas podendo ser também por outros tipos de microrganismos como os fungos, vírus e até mesmo por lesões físicas e estresse (CERQUEIRA et al., 2009; COSTA et al., 1995). É considerada a doença de maior relevância no gado leiteiro, ocasionando prejuízos econômicos (TOZZETTI et al., 2008). Esse prejuízo é devido a redução da produção de leite, despesas com remédios, auxílio veterinário, diminuição da qualidade, descarte do leite contaminado e descarte dos animais (COSTA et al., 1995).

Neste contexto é importante estabelecer um programa para o controle de mastites na propriedade, onde o veterinário envolvido tem um papel significativo com o controle e a profilaxia da doença, além de comprometimento do proprietário e a participação efetiva principalmente do pessoal da ordenha para que haja êxito no processo (LANGONI et al., 2015). A prevenção e controle da mastite engloba basicamente alguns pontos importantes como, o manejo adequado na ordenha, instalação apropriada, higienização dos equipamentos e do úbere do animal; manejo do animal seco; boa nutrição, descarte de vacas com infecção crônica, tratamento adequado, monitoração do estado de saúde do úbere, ambiente livre de estresse, educação sanitária para os ordenhadores, entre outros (TOZZETTI et al., 2008)

A contagem de células somáticas (CCS) tem sido considerada medida padrão de qualidade do leite, pois, além de estar relacionada a casos de mastite, também relaciona-se com a

composição, rendimento industrial, segurança alimentar do leite e saúde da glândula mamária (SANTOS & FONSECA, 2007). Para os produtores, possui alta relevância, porque indica o estado sanitário da glândula mamária das vacas, podendo sinalizar para perdas significativas de produção e alterações da qualidade do leite (SANTOS, 2001).

A CCS pode ser maior nas estações e regiões de temperatura e umidade ambiente mais elevadas, devido à maior probabilidade de ocorrer infecção intramamária. Allore et al. (1997) verificaram diferenças na CCS relacionadas com a estação do ano e a região geográfica. Segundo Bueno et al. (2005), vacas em estado de estresse calórico, ou seja, durante verão, tem aumento de CCS, o contrário acontece no inverno.

O Brasil na sua tentativa de evoluir quanto à melhoria na qualidade do leite lançou novos limites segundo a Instrução Normativa 76 (IN-76), no qual definem que o leite deve apresentar médias geométricas trimestrais de Contagem Padrão em Placas de no máximo 300.000 UFC/mL (trezentas mil unidades formadoras de colônia por mililitro) e de Contagem de Células Somáticas de no máximo 500.000 células/mL (quinhentas mil células por mililitro) (BRASIL, 2018).

As indústrias processadoras em consonância com o MAPA, vêm desenvolvendo programas de pagamento por qualidade com a finalidade de incentivar a melhoria da qualidade do leite de seus fornecedores, atendendo às necessidades do mercado consumidor. Tais programas definem classes de qualidade para cada variável, com remuneração diferenciada para cada classe (MACHADO, 2008). Portanto, monitorar a qualidade do leite, agrega valor à toda cadeia produtiva e aumenta a segurança alimentar para os consumidores, podendo também ser utilizada como indicador da eficiência zootécnica do rebanho (HENRICHS et al., 2014).

Para melhorar a qualidade do leite, garantir um alimento seguro e de alto valor nutricional, é fundamental o controle da mastite nos rebanhos leiteiros. Muitos esforços têm sido empregados para o seu controle. Tem-se adotado o estabelecimento de pagamento por qualidade, baseado na redução da CCS do leite, que reflete o nível de ocorrência de mastite no rebanho (LANGONI et al., 2011). Problemas relacionados à mastite impactam negativamente a produção leiteira, quer seja pela diminuição de produção dos rebanhos, ou por diminuir o rendimento dos subprodutos lácteos na indústria de laticínios, e por diminuir o período de validade do produto para o mercado consumidor. Além destes aspectos negativos referentes à cadeia produtiva, enfatiza-se os aspectos de saúde pública pela possível veiculação de agentes causadores de zoonoses como *Mycobacterium bovis* e *Brucella abortus*, entre outros patógenos como *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase negativos*, produtores de enterotoxinas.

Sistemas de produção de leite mais rudimentares, como é o caso do sistema a pasto, podem enfrentar desafios quanto à qualidade do leite. Isso porque, a maioria dos produtores que optam por este sistema não adotam todas as ferramentas necessárias visando a diminuição da contagem de células somáticas (CCS) e, muito menos, aquelas responsáveis pela diminuição da contagem de células bacterianas totais (CBT), impactando significativamente na qualidade do produto.

Um dos principais fatores que contribuem para essa questão, encontra-se na menor preocupação dos produtores com a adoção de tecnologias e práticas de manejo que garantam um ambiente mais limpo e saudável, não só para o rebanho, mas também para extração e armazenamento do leite. A ausência de instalações adequadas para o processo da ordenha, a falta ou ausência de higiene dos tetos, a inexistência do teste da caneca do fundo escuro, bem como a

menor atenção ao conforto das vacas, resulta em condições que podem favorecer o aumento da CCS e da CBT no leite.

Portanto, embora o sistema de produção de leite a pasto seja o predominante em nosso país e desempenhe um papel fundamental na geração de empregos e no bem-estar animal, é fundamental reconhecer os desafios que tal sistema enfrenta em relação à produção de um leite que se enquadre nos parâmetros de qualidade nacionais e internacionais. A adoção de práticas de manejo mais higiênicas – higienizar os tetos antes da ordenha (*pré-dipping*) e depois da ordenha (*pós-dipping*), secá-los com papel toalha descartável, fornecer ração após a ordenha para evitar que o animal deite e ordenhar primeiro as vacas sem sinal de mastite (linha de ordenha) – e a implementação de tecnologias que aumentem o conforto do rebanho são passos cruciais para garantir a produção de um leite que se encaixe dentro dos padrões de qualidade, atendendo às demandas dos consumidores e às normas de segurança alimentar.

2.4 Moléculas Bioativas do Leite Bovino

Segundo Tadeu, (2020), as proteínas presentes no leite bovino, em função da alta sua composição de aminoácidos, possuem alto valor biológico, sendo inferiores apenas às proteínas do ovo em quantidade de aminoácidos. O leite contém grande variedade de proteínas bioativas que vão desde proteínas com ação antimicrobiana, a proteínas que facilitam a absorção de nutrientes, bem como fatores de crescimento, hormônios, enzimas, anticorpos e estimulantes imunes (CLARE & SWAISGOOD, 2000).

As proteínas podem ser divididas em proteínas solúveis do soro (representando 20% das proteínas totais, caseínas (representando 78% das proteínas totais) e as ligadas à membrana dos glóbulos de gordura do leite (MGG ou MGGL, que representam cerca de 2%). As concentrações

das diferentes proteínas que compõem o leite variam principalmente com a raça, nutrição e estágio de lactação da vaca.

As principais proteínas do leite bovino são a caseína α -S1, caseína α -S2, β -caseína, K-caseína, α -lactalbumina e β -lactoglobulina. O leite contém ainda proteínas que são encontradas em menor concentração no soro, como a albumina, enzimas, tais como plasmina, imunoglobulinas, e proteínas complemento, fatores de crescimento, tais como a família IGF, e a lactoferrina. Contém também proteínas secundárias que, apesar de muitas ainda não estarem caracterizadas, estão envolvidas na proteção contra infecções tanto no recém-nascido quanto na própria glândula mamária (SMOLENSKI et al., 2007).

As proteínas ligadas aos glóbulos de gordura – MGG – apesar de possuírem baixo valor nutricional e representarem uma fração ínfima da proteína presente no leite (entre 1 e 4%), possuem alta capacidade nutracêutica aos seres humanos, atuando como moléculas bioativas em nosso organismo (TADEU, 2020). Embora a MGG represente uma pequena fração da gordura do leite, estudos recentes têm mostrado que esse componente minoritário apresenta uma composição química singular que está associada a diversos efeitos potencialmente benéficos à saúde, incluindo sobre mecanismos associados à proteção imunológica do organismo (MILK POINT, 2020.)

Efeitos benéficos da MGGL e dos seus componentes têm sido demonstrados sobre o desenvolvimento cognitivo, prevenção de doenças infecciosas, melhora da saúde intestinal, e modulação da resposta imunológica em crianças. Além disso, efeitos positivos sobre a saúde metabólica também têm sido relatados em estudos com adultos. (MILK POINT, 2020.)

Segundo Tadeu (2020), existem cerca de 120 (cento e vinte) proteínas ligadas aos glóbulos de gordura capazes de atuar como moléculas bioativas, como: xantina (ação anti-

inflamatória e bactericida); mucina (proteção contra patógenos invasivos e contra o rotavírus); PAS 6/7 (proteção contra infecções virais no trato gastrointestinal e combate à neurite – inflamação dos nervos); FABP (ação anticâncer); BRCA 1 e BRCA 2 (capazes de inibir o desenvolvimento de células cancerígenas na mama); butirofilina (além de atuar no sistema de defesa, possui efeito supressivo sobre a esclerose múltipla).

Tabela 1 – Principais proteínas das membranas dos glóbulos de gordura (MGG) do leite bovino e suas funções bioativas

Proteína	Descrição
Butirofilina (BTN)	- Atua no sistema de defesa, pertence à família das imunoglobulinas; - Exerce efeito supressivo sobre a esclerose múltipla;
Xantina	- Ação anti-inflamatória; - Ação bactericida;
Mucina (MUC-1)	- Proteção contra patógenos invasivos; - Proteção contra rotavírus;
PAS 6/7	- Proteção contra infecção viral no trato gastrointestinal; - Auxilia no combate à neurite (inflamação dos nervos);
FABP	- Ação anticâncer; - Regula o metabolismo de gordura;
BRCA 1 e 2	- Inibe câncer do tipo 1 e o câncer de mama do tipo 2.

Fonte: Adaptada de Palmquist (2010).

Quantitativamente as caseínas são as principais proteínas do leite bovino, representando cerca de 78% das proteínas totais do leite. A caseína bovina pode ser classificada em quatro tipos de proteínas com diferentes propriedades: α_1 , α_2 , β e K caseína, perfazendo respectivamente, 38%, 10%, 34% e 15% da caseína total (FOX et al., 2000). Da mesma forma, a fração de proteína

do soro (soroproteínas) do leite bovino, representando cerca de 20% do total, também contém quatro principais proteínas: β -lactoglobulina (50%), α -lactalbumina (20%), soroalbumina (10%) e imunoglobulinas (10%), como a IgG1 (principalmente), IgG2, IgA e IgM (FOX et al., 2000).

As caseínas apresentam propriedades nutricionais, industriais e bioativas importantes. Nutricionalmente, as caseínas possuem excelente composição de aminoácidos essenciais, sendo os predominantes a leucina, valina e lisina. A ingestão deste tipo de proteína tem sido recomendada para perda de peso e gordura corporal, aumento de musculatura e diminuição de triglicérides (ROMAN & SGARBIERI, 2007).

De acordo com Tadeu (2020), as caseínas, além de apresentarem excelente composição de aminoácidos essenciais, cooperam com a perda de peso corporal e desenvolvimento muscular, quando associada a uma alimentação balanceada e prática de atividades físicas, e diminuição das taxas de triglicérides, ainda são capazes de gerar, durante a digestão, peptídeos com propriedades bioativas, como: caseínofosfopeptídeos (ação anti-cárie e antioxidante); casopiasrina (ação antitrombótica); e a casomorфина (ação analgésica e capacidade de combate à células leucêmicas).

Tabela 2 – Peptídeos derivados da caseína e suas funções bioativas

Peptídeo/proteína	Função
Caseínofosfopeptídeos	- Reduz o aparecimento de cáries e auxilia na remineralização do esmalte dentário; - Carreador de minerais; - Ação antioxidante;
Casopiasrina	- Derivado das K-caseínas; - Atividade antitrombótica similar à do sangue;
Casocininas	- Regula a pressão osmótica;

Casomorfinina ou Exorfina	- Derivado das beta-caseínas e alfa S1-caseínas; - Atividade opioide (analgésica); - Efeitos antidiarreicos, estimula secreção de insulina; - Combate células leucêmicas e câncer de próstata;
Casoxinas	- Derivadas das K-caseínas; - Atividade laxativa;
Kappacina e casoplatelina	- Derivadas das K-caseínas; - Atividade bactericida;
YFPFGPI	- Derivado das beta-caseínas e alfa S1-caseínas; - Atividade opioide (analgésica); - Ação anti-hipertensiva e imunomodulatória

Fonte: López – Expósito; Recio (2008); Rakios; Dassios (2014).

Quanto às proteínas do soro, se destacam as β -lactoglobulina, α -lactalbumina, também pela importância industrial, nutricional e fisiológica, sendo as principais: soralbumina, imunoglobulinas, lactoferrina e proteose-peptonas. O soro do leite é usado como matéria-prima para diversos produtos como achocolatados e leite fermentado. As proteínas contidas no soro do leite bovino possuem alto valor nutricional e alta atividade biológica, sendo superiores às proteínas do ovo e ricas em aminoácidos sulfurados (antioxidantes).

Tabela 3 – Principais proteínas do soro do leite e algumas de suas funções bioativas

Proteína	Descrição
Beta-lactoglobulina	- Principal proteínas do soro bovino (2 a 4 g/L); - Atividade antibacteriana contra bactérias gram-positivas; - Atividade anti-hipertensiva;
Alfa-lactalbumina	- Segunda proteína mais abundante no soro do leite bovino; - Proteína ligadora de Cálcio;

	<ul style="list-style-type: none"> - Reguladora da síntese de lactose; - Atividade antibacteriana contra bactérias gram-positivas; - Inibe proliferação de células humanas cancerosas no cólon, ovário e baço; - Quando associada ao ácido oleico apresenta ação deletéria sobre células tumorais; - Atividade anti-hipertensiva;
Imunoglobulinas	<ul style="list-style-type: none"> - A mais abundante é a IgG; - Presente em altas concentrações no colostro; - Grande ação no sistema de defesa;
Lactoferrina	<ul style="list-style-type: none"> - É uma glicoproteína ligada ao ferro; - Atividade antimicrobiana contra bactérias, vírus, fungos e parasitas; - Atividade antioxidante; - Atividade antitumoral; - Induz a morte de células leucêmicas; - Atividade anti-inflamatória e anticarcinogênica.

Fonte: Ward et al (2005); López – Expósito; Recio (2008); Rakios; Dassios (2014).

Além de exercerem diversas funções básicas de nutrição (fonte de aminoácidos para síntese proteica e de energia) e tecnológicas (propriedades funcionais e sensoriais), recentemente, tem-se reconhecido que as proteínas do leite possuem sequências de peptídeos que exercem influência em funções biológicas, como, secreção de hormônios, defesa imune, absorção de nutrientes, transmissão da informação neurológica e crescimento microbiano (CLARE et. al., 2000) e, por este motivo, estes fragmentos proteicos específicos são denominados peptídeos bioativos (PBA) ou biofuncionais.

Os PBA contêm de 2 a 20 resíduos de aminoácidos por molécula e, normalmente são inativos dentro de sua sequência molecular (KORHONEN, 2009). Entretanto, podem ser liberados in vivo por atividade proteolítica no estômago e/ou nos intestinos, produzidos in vitro a partir de proteínas do leite, com a utilização de algumas proteinases provenientes de microrganismos ou plantas, ou ainda, produzidos através de síntese química (PHELAN et al., 2009).

Peptídeos funcionais presentes no leite e produtos lácteos, têm demonstrado exercer efeitos no sistema cardiovascular, principalmente através de suas ações anti-hipertensivas, antitrombóticas e hipocolesterolêmicas. A regulação da pressão sanguínea é parcialmente dependente do sistema renina-angiotensina-aldosterona. A renina atua sobre a angiotensina, liberando a angiotensina I, esta, por sua vez, converte-se em angiotensina II, um potente vasoconstritor, pela ação da enzima conversora de angiotensina (ECA). A angiotensina II inativa a bradicinina, um vasodilatador, aumentando a produção de aldosterona e, conseqüentemente, resultando em diminuição da excreção renal e elevação da retenção de líquidos pelo organismo (SILVA & MALCATA, 2005).

Neste contexto, estes peptídeos são capazes de proporcionar efeito anti-hipertensivo por inibição da ECA, além de influenciar diferentes sistemas regulatórios envolvidos na modulação da pressão arterial, como o sistema cardiovascular, imune e nervoso (PRIPP et al., 2006; LIGNITTO et al., 2010).

2.5 Estratégias para aumento da concentração de moléculas bioativas no leite

Diferente do que acontece com a gordura do leite, que é facilmente alterada pela dieta, tanto na concentração total quanto na composição de ácidos graxos, a concentração de proteína é

a que menos varia tanto entre as diferentes raças bovinas quanto pela manipulação da dieta. Observa-se maior variação neste componente durante a lactação, sendo maior no início da lactação, principalmente no colostro. Essa variação reflete principalmente a concentração das proteínas envolvidas na defesa do organismo, as imunoglobulinas, que, no colostro, encontram-se mais elevadas do que no leite (BITTAR et al., 2011).

Os percentuais de proteína são menos alterados, pois, normalmente quando a dieta altera a concentração de proteína total, a produção de leite também aumenta. Além disso, o estudo da proteômica do leite, ou da composição proteica e dos aminoácidos, é uma área que requer técnicas de análises mais sofisticadas e caras, por isso poucos são os trabalhos na área zootécnica que mostram o efeito da alimentação, raça e outros fatores sobre o perfil proteico do leite bovino. O que encontramos com mais frequência na literatura são resultados sobre a influência desses fatores na concentração total de proteína. Assim, dizer como agregar proteínas bioativas, como as exemplificadas no tópico anterior, através de estratégias zootécnicas, principalmente pela alimentação, ainda é uma questão a ser bastante estudada.

Trabalho recente realizado nos Estados Unidos, publicado em 2016 no *Journal of Proteomic*, investigou comparativamente o perfil de proteínas do leite produzido pela raça Holandês e Jersey. Com os animais mantidos sob a mesma dieta, manejo e condições ambientais, os pesquisadores confirmaram informações já sabidas, como que o leite da raça Jersey apresenta maior concentração de α -caseínas, β -caseínas, K-caseínas, α -lactalbumina e β -lactoglobulina do que da raça Holandês. Entretanto, identificaram 935 proteínas de baixa abundância, sendo que 43 delas foram expressas de forma diferente entre as duas raças, sendo que uma delas é a lactoferrina, que foi encontrada em maior concentração do leite da raça Holandês. Segundo os

pesquisadores, este trabalho é o primeiro a traçar o perfil proteico do leite destas raças (TACOMA et al., 2016).

Segundo Vercesi (2017), animais da raça Gir, raça zebuína de origem indiana, são capazes de produzir leite sem β -caseína tipo A1, que é relacionada à reação alérgica, e com maior concentração de β -caseína tipo A2, que não promove reação alérgica. Atentos a isso, países como a Nova Zelândia já possuem produção especializada nesse tipo de leite, que é comercializado pela empresa *The A2 Milk Company*.

Alterações no manejo demonstram poder alterar a concentração de algumas proteínas do leite. Pesquisadores da Nova Zelândia observaram que quando a ordenha é interrompida por alguns dias, em vacas no meio e final de lactação, ocorre um aumento na concentração de lactoferrina no leite (DAVIS & SOUTH, 2015). Lu et al. (2013) avaliaram as alterações na proteômica do leite promovidas pelo efeito da duração do período seco, do balanço energético e de diferentes estágios de lactação e observaram que o melhor balanço energético, fruto de um menor período seco, alterou a composição de 20 proteínas do leite. Dentre as proteínas que foram alteradas, houve aumento na concentração de β -lactoglobulina, α -lactalbumina e albumina nas vacas que estavam com melhor balanço energético. Além do manejo, infecções na glândula mamária como a mastite também alteram a concentração das proteínas do leite (REINHARD et al., 2013).

Trabalhos sobre a influência da dieta sobre a proteômica do leite são escassos. Pesquisadores chineses em 2015 investigaram os efeitos do método de processamento do grão de milho e farelo de soja sobre o perfil das proteínas do leite bovino. Os pesquisadores avaliaram o milho finamente moído, milho floculado, farelo de soja obtido por solvente e farelo de soja obtido por tratamento térmico, e observaram que fragmentos de caseína α -S2 foram superiores no

leite das vacas que receberam milho floculado e farelo de soja tratado termicamente, do que no leite dos animais que receberam milho floculado com farelo de soja tratado com solvente. Entretanto, fragmentos de β -caseína, α -lactalbumina e zinco-2- α -glicoproteína foram encontrados em menor concentração no leite de vacas alimentadas com farelo de soja tratada termicamente. Segundo os pesquisadores os resultados sugerem que o método utilizado para processar o farelo de soja, modifica a síntese e secreção das proteínas do leite na glândula mamária de vacas leiteiras (LI et al., 2015).

3. Considerações finais

Aprimorar a qualidade e composição do leite bovino, seja em minerais, lipídeos ou peptídeos bioativos, é imperativo para atender às demandas crescentes do mercado por produtos mais saudáveis e garantir a competitividade do setor. Nesse contexto, a implementação de sistemas de produção mais tecnificados, como é o caso dos sistemas confinados e semiconfinados, emerge como uma necessidade urgente, não só visando alcançar outros nichos de mercado, mas também cooperando com a ampliação da margem de lucro do produtor, dado a presença de vacas mais eficientes.

A incorporação de tecnologias avançadas, como a automação na ordenha, cuidados com a saúde e higiene dos tetos, e a gestão eficiente da nutrição do rebanho, desempenham papel fundamental na otimização dos processos produtivos. Essas práticas proporcionam, não apenas ganhos em termos de eficiência e produtividade, mas também contribuem significativamente para a melhoria da qualidade do leite, ao controlar fatores como a composição nutricional e a presença de agentes patogênicos.

A impreterível demanda por pesquisas e avanços técnicos na elevação da concentração de proteínas bioativas no leite de vaca reflete a crescente conscientização sobre os benefícios nutricionais e funcionais associados a essas biomoléculas. A necessidade de maximizar a concentração de proteínas bioativas, tais como os PBA e imunoglobulinas, no leite bovino é motivada pela busca por produtos lácteos com propriedades funcionais aprimoradas, que possam conferir vantagens à saúde e bem-estar humano. O desenvolvimento contínuo nessa área, não apenas atenderá às demandas dos consumidores por produtos lácteos mais saudáveis e nutritivos, mas também será uma ferramenta importantíssima que cooperará com desmistificação e o fim do preconceito que permeia o consumo de leite.

4. Referências bibliográficas

- BARROS, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. **Gráfica da UFRS**, Porto Alegre/RS. 2001.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI J. M. Regulation and nutritional manipulation of milkfat: lowfat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v.70, p.15–29, 2001
- BRITO, J.R.F.; DIAS, J.C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: Embrapa/Tortuga, 1998. 98p.
- BRITO, Maria Aparecida et al. Composição. **Agronegócio do Leite**, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao#:~:text=A%20porcentagem%20de%20prote%C3%ADna%20varia,tipo%20de%20prote%C3%ADna%20no%20leite. Acesso em: 13/12/2023

- BUENO, V. F. F. et al. Contagem bacteriana total do leite: relação com a composição centesimal e período do ano no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 40-44, 2008.
- CALLEFE, João Luis Revolta; LANGONI, Helio. Qualidade do leite: uma meta a ser atingida. **Veterinária e Zootecnia**, v. 22, n. 2, p. 151-162, 2015.
- CARVALHO, Thiago Soares et al. Influência da contagem de células somáticas na composição química do leite refrigerado da Região Sudoeste de Goiás. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 4, p. 200-205, 2015.
- CECATO, Ulysses et al. Pastagens para produção de leite. **Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil**, v. 2, p. 59-97, 2002.
- DE VARGAS, Diego Prado et al. Potencialidades funcionais e nutracêuticas das proteínas do leite bovino. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 25-35, 2014.
- DOS SANTOS, Geraldo Tadeu; DE MARCHI, Francilaine Eloise; OSMARI, Milene Puntel. COMO AGREGAR VALOR AO LEITE E DERIVADOS COM PROPRIEDADES BIOATIVAS? **Jornada Acadêmica Integrada**, p. 144.
- DÜRR, J. W. Controle de qualidade e aumento da competitividade da indústria láctea. Congresso Pan-Americano do Leite - Tendências e avanços do agronegócio do leite nas Américas: mais leite = mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins et al., Porto Alegre-RS, 2006.
- DÜRR, João Walter. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo**, p. 38-55, 2004.
- FONTANELI, R. S. Fatores que afetam a composição e as características físico-químicas do leite. **Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. Bioquímica do Tecido Animal**, p. 1-25, 2001.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. **Gráfica Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 72p. 2001
- GONZÁLEZ, F.H.D.; NORO, G. Variações na composição do leite no subtrópico brasileiro. In: Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtrópico. ed. GONZÁLEZ, F.H.D; PINTO, A.T.; ZANELA, M.B. et al. **UPF Editora**, p. 11-27, 2011.
- GUERREIRO, Paola Kiara et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 216-222, 2005.
- KOZERSKI, N. D. et al. Aspectos que influenciam a qualidade do leite. **Anais da x mostra científica Famez/Ufms, Campo Grande**, 2017.
- LANGONI, H. et al. Aspectos microbiológicos e de qualidade do leite bovino. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 31(12):1059-1065. Botucatu, SP. 2011.

- LANGONI, H. Qualidade do leite: uma utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Botucatu, v. 33, n. 5, p. 620–626, maio. 2013.
- LEIRA, Matheus Hernandes et al. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. **Pubvet**, v. 12, p. 172, 2018.
- LOPES, Fernando César Ferraz et al. Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas**, p. 237-309, 2015.
- MILANI, Marcell Pazini et al. Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, ano e estação climática. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 3-4, 2016.
- MORAIS, Matheus Garcia Brito de. Sistemas de produção de leite: revisão bibliográfica. 2021.
- MÜLLER, Ernst Eckehardt et al. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. **Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil**, v. 2, n. 2002, p. 206-217, 2002.
- NORO, G.; GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129-1135, 2006.
- PARIS, Wagner; CECATO, Ulysses. SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA BOVINOS LEITEIROS: PASTO X CONFINADO. **Sistemas de Produção Agropecuária–Ano 2009**, 2009.
- REIS, R.B., SOUSA, B.M., OLIVEIRA, M.A. Sistemas de alimentação para vacas de alta produção. In: **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte/MG, FEPMVZ, 2009.
- RESTLE, João et al. Efeito da pastagem, da produção e da composição do leite no desempenho de bezerros de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 691-703, 2004.
- SANTOS, M.V. Contagem de células somáticas e qualidade do leite e derivados. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE**, 5., 2001, Belo Horizonte. Anais... São Paulo: Instituto Fernando Costa, 2001. p.115-127
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. 1ªed. Barueri: Manole, 2007. 314 p
- SILVA, Sergio Ferreira da. Composição e qualidade do leite no Alto Paranaíba de Minas Gerais. 2019.
- SUÑÉ, R. W. et al. Práticas de suplementação e seu impacto na qualidade do leite em sistemas de produção de base pastoril. 2018.

VARGAS, Diego Prado de et al. Qualidade e potencial nutracêutico do leite bovino em diferentes sistemas de produção e estações do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 1208-1219, 2015.

VILELA, Duarte (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Embrapa, 2016.

VOGES, Joana Gerent; NETO, André Thaler; DA SILVA KAZAMA, Daniele Cristina. Qualidade do leite e a sua relação com o sistema de produção e a estrutura para ordenha. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 22, n. 3-4, 2015.

ZANELA, Maira Balbinotti et al. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 153-159, 2006.