



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS**  
**CAMPUS DE ARAGUAÍNA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**RENATA BRAGA DE CARVALHO**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS E BIOQUÍMICOS QUE AFETAM A PRODUÇÃO E  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE VACA**

**ARAGUAÍNA (TO)**

**2023**

RENATA BRAGA DE CARVALHO

ASPECTOS NUTRICIONAIS E BIOQUÍMICOS QUE AFETAM A PRODUÇÃO E  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE VACA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à UFNT – Universidade  
Federal do Norte do Tocantins – Campus  
Universitário de Araguaína para obtenção  
do Título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Dra Ana Cristina Holanda  
Ferreira

ARAGUAÍNA (TO)

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C331a Carvalho, Renata Braga de.

Aspectos nutricionais e bioquímicos que afetam a produção e composição química do leite de vaca. / Renata Braga de Carvalho. – Araguaína, TO, 2023.

46 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2023.

Orientadora : Ana Cristina Holanda Ferreira Ferreira

1. Alimentação. 2. Gordura. 3. Nutrição. 4. Proteína. I. Título

**CDD 636**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

RENATA BRAGA DE CARVALHO

ASPECTOS NUTRICIONAIS E BIOQUÍMICOS QUE AFETAM A  
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE DE VACA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pela Orientadora e Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 14/12/2023

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 ANA CRISTINA HOLANDA FERREIRA  
Data: 20/12/2023 12:08:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Ana Cristina Holanda Ferreira, Orientadora, UFNT.

Documento assinado digitalmente  
 GERSON FAUSTO DA SILVA  
Data: 23/12/2023 10:20:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva, Examinador, UFNT.

Documento assinado digitalmente  
 GLAUCO MORA RIBEIRO  
Data: 20/12/2023 14:37:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Glauco Mora Ribeiro, Examinador, UFNT.

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha mãe, às minhas irmãs, ao meu filho e ao meu companheiro, que ao longo desta caminhada, e em todos os momentos, estiveram comigo independente das adversidades encontradas. Obrigada!

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por guiar meus passos e por sempre se fazer presente em minha vida, me dando forças para seguir em frente durante esta caminhada.

Dedico essa conquista com o coração transbordando de felicidade, a uma mulher forte, batalhadora que sempre fez de tudo por mim, minha mãe Selma Gomes de Carvalho por toda dedicação e educação que me foi passada, pelo exemplo de mulher forte, guerreira e humilde que sempre me passou os melhores ensinamentos.

Em especial agradeço ao meu pai Antônio, que mesmo não estando mais presente fisicamente, me ajudou, me protegendo e me mantendo de pé para ir em busca do que mais almejava.

Ao Alexandre Hugo, por tornar tudo possível para que eu pudesse realizar este sonho, por me incentivar, por todo apoio nos momentos de fraqueza, a você dedico a minha eterna gratidão. Você foi essencial nessa minha jornada.

Ao meu filho Antônio Neto, por me proporcionar estar vivendo o amor mais puro e verdadeiro, por me motivar todos os dias a ir em busca dos meus objetivos. Você foi a peça fundamental para me manter firme e ir em busca da realização desse sonho.

As minhas irmãs Fernanda Braga e Julyanna Leite, por todo incentivo e apoio nesta nova experiência, que não mediram esforços para que eu conseguisse realizar este sonho. Obrigada por sempre acreditarem em mim.

As minhas primas Beatriz Gomes, Bruna Sena, Ana Cristina Sena, Layse Duarte, por todo apoio e ajuda quando precisei, pelo incentivo e dedicação quando me deram.

Aos meus familiares por estarem ao meu lado e por todo apoio durante esta trajetória.

Aos meus amigos, Keven, Jessica, Felipe, Daianna, Thatielle, Henrique, Daniela, Sinione, Sarah, Gracianna e outros colegas que se fizeram presente em minha vida, me incentivando e demonstrando apoio e torcida por mim desde o início.

Ao saudoso amigo Gabriel por todo incentivo e apoio, por todos os conselhos e conhecimentos compartilhados.

A minha banca examinadora Prof. Dra. Ana Cristina Holanda, Prof. Dr. Gerson Fausto e prof. Dr. Glauco Ribeiro, por todas as considerações e ensinamentos.

A prof. Dra. Ana Cristina Holanda, por todos os ensinamentos e disposição para me ajudar na elaboração desde TCC, por sua disponibilidade e compreensão, orientando e guiando o desenrolar do meu trabalho, manifestando sempre as suas opiniões enriquecedoras para o crescimento deste trabalho e enriquecimento da minha formação. Agradeço por acreditar em meu potencial. O meu muito obrigado professora!

A todos os professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Norte do Tocantins por toda dedicação e empenho, deixo um agradecimento gigante, porque sem vocês jamais teria conseguido. Foram vocês que me fizeram acreditar que era possível. Obrigada por todo incentivo e acompanhamento durante minha caminhada acadêmica. A professora Marielen Costa por todo apoio que me deu, mesmo que nossos momentos juntos tenham sido poucos, muito obrigada, você é essencial na vida de muitos alunos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação e torceram por mim, o meu muito obrigado.

## RESUMO

A composição química do leite é de grande importância para o setor da agroindústria de laticínios. Quanto melhor a composição do leite seja ele em teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, maiores serão os rendimentos totais. Além disso, o leite em geral é considerado um dos alimentos mais completos por apresentar diversos fatores importantes para a nutrição humana e animal, tendo em sua composição proteínas com alto valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de compostos minerais e vitamínicos.

Esta revisão tem como objetivo identificar os principais fatores que influenciam a produção de leite, em especial aqueles relacionados ao manejo alimentar e nutricional das vacas em lactação; determinantes na composição química do leite *in natura*.

Palavras-Chave: Alimentação; Gordura; Nutrição; Proteína;

## **ABSTRACT**

The chemical composition of milk is of great importance for the dairy agribusiness sector. The better the composition of the milk in terms of fat, protein, lactose and total solids, the higher the total yields will be.

Furthermore, milk in general is considered one of the most complete foods as it presents several important factors for human and animal nutrition, having in its composition proteins with high biological value and essential fatty acids, as well as mineral and vitamin compounds.

This review aims to identify the main factors that influence milk production, especially those related to the food and nutritional management of lactating cows; determinants in the chemical composition of fresh milk. Keywords: Fat; food; nutrition; protein;

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Distribuição da produção de leite nos estados brasileiros em 2021.....	15
Figura 2 - - Curva de lactação.....	25
Figura 3 - Esquema geral de degradação ruminal dos carboidratos pelas bactérias.....	28
Figura 4 - Metabolismo dos carboidratos em bovinos de leite.....	31
Figura 5 - Fórmula estrutural de uma molécula de lactose e suas moléculas..	34
Figura 6 - Estrutura química dos triglicerídeos.....	37
Figura 7 - Esquema de uma micela de caseínas.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Proporção molar de ácidos graxos de cadeia curta em razão da relação concentrado x volumoso.....	29
Tabela 2 -	Produção de leite (kg por dia), contagem de células somáticas (CCC; células x 1000 mL <sup>-1</sup> ), teor de gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco desengordurado (ESD), ureia (mg dL <sup>-1</sup> ) e caseína (%) no leite, de vacas holandesas de 1 (um) a 90 dias de lactação em diferentes ordens de parto.....	32
Tabela 3 -	- Principais componentes do leite bovino.....	33
Tabela 4 -	Composição das frações proteicas do leite.....	42
Tabela 5 -	Cronograma.....	44

## LISTA DE SIGLAS

- CCS - Contagem de células somáticas.
- CBT - Contagem Bacteriana Total.
- CIP - Contagem com Incubação Preliminar.
- CTLTP - Contagem Total do Leite Pasteurizado.
- CC - Contagem de Coliformes.
- CT - Cultura do Tanque para a Avaliação da Mastite.
- AGV - Ácidos graxos voláteis.
- MS - Matéria seca.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- AGCC - Ácido graxo de cadeia curta.
- AGT - Teoria dos ácidos graxos trans.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Objetivos gerais.....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Produção de leite de vaca no Brasil .....	18
3.2 Fatores que alteram a composição do leite.....	19
3.2.1 Fase da Lactação.....	20
3.2.2 Alimentação e produção dos principais ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) .....	22
3.3 Composição e síntese dos componentes do leite de vaca.....	27
3.3.1 Síntese da lactose no leite .....	28
3.3.2 Síntese da gordura no leite .....	30
3.3.3 Síntese da proteína do leite.....	33
<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>37</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>39</b>

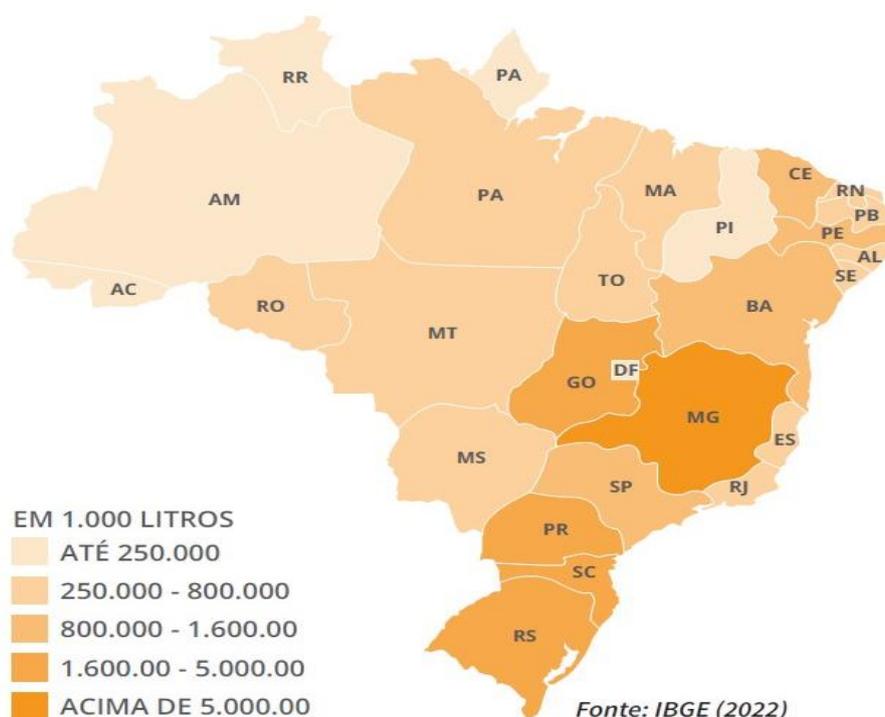
## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é um dos principais setores que impulsiona a economia do país, compondo boa parte do produto interno bruto (PIB). Nesse cenário econômico, a bovinocultura de leite desempenha papel relevante nos resultados positivos desse processo.

O Brasil se destacou dentre os dez maiores produtores mundiais de leite em 2019. Resultado da adoção de tecnológicas disponíveis no setor, destacando a inseminação artificial, melhoria genética do rebanho e práticas de manejo mais eficientes, desta forma, impulsionando a produtividade da bovinocultura de leite brasileira (NEWS, 2022).

A diversidade climática e geográfica permite a prática da bovinocultura de leite em várias regiões do país. Estados como Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Rio Grande do Sul e Paraná destacam-se como importantes polos produtores, contribuindo significativamente para a produção nacional (figura 1).

**Figura 1.** Distribuição produção de leite/estado.



O rebanho brasileiro possui poucas raças especializadas para produção de leite. Dentre elas a utilização dos cruzamentos melhorados da Gir e Holandesa, em

variados graus de sangue, tem sido prática comum para aprimorar características desejáveis como produção e adaptabilidade a diferentes ambientes (ALVES, 2021).

A composição do leite, elemento fundamental para indústria de laticínios, é influenciada por diversos fatores que abrangem desde a genética do animal até condições ambientais. Diversos elementos, dentre eles, a alimentação, a fase da lactação e a saúde do animal desempenham papel importante que determinam sua composição em gordura, proteína, lactose, dentre outros nutrientes essenciais (LIMA et al., 2002).

Nesse sentido, compreender a dinâmica entre esses fatores é de suma importância para técnicos e produtores de leite, pois possibilita programar estratégias de alimentação e manejo direcionados, atualizando a produção de leite de acordo com os objetivos desejados da indústria em termos de composição e qualidade do produto final.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Destacar, por meio da pesquisa bibliográfica, os componentes nutricionais e bioquímicos que podem interferir sobre a produção e a composição química do leite de vaca.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Situar a produção do rebanho bovino leiteiro no Brasil.
- Abordar os pontos mais importantes da alimentação e sua influência sobre a composição do leite de vaca.
- Destacar a importância das vias dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e sua influência sobre a composição química do leite de vaca.
- Discorrer sobre a síntese da lactose, gordura e proteína no leite de vaca.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Produção de leite de vaca no Brasil**

As políticas públicas possui atenção especial para este importante setor da agropecuária brasileira, com objetivo de estimular a elaboração de estratégias para manter os produtores engajados na atividade (IBGE, 2013).

Existem 1,35 milhão de estabelecimentos produtores de leite no país, representando 25% das propriedades rurais brasileiras. Desses, criadores de pequeno e médio porte se destacam na produção leiteira do Brasil, e em torno de 58% do produzido é oriundo de propriedades que se enquadram na agricultura familiar (VILELA et al, 2016).

O Brasil ocupa a terceira posição de maior produtor mundial de leite, com mais de 34 bilhões de litros por ano e arrecadação bruta da produção primária em torno 58 bilhões de reais. Além disso, impulsiona a manutenção de empregos nos demais segmentos de sua cadeia produtiva, gerando ainda maior divisa para o setor (O PRESENTE RURAL, 2023).

A maior concentração de produtores encontra-se nos estados de Minas Gerais (26,6%), Rio Grande do Sul (13,3%), Paraná (12,9%) e Goiás (10,5%), sendo responsável por 63,3% da produção nacional. Contudo, para suprir o déficit do produto no mercado interno, o Brasil importa leite em pó para regularizar sua oferta (VILELA, et al 2016).

No contexto geral da bovinocultura de leite no Brasil, idade de entrada na reprodução acima de 24 meses, gestação de aproximadamente 283 dias, produção média de vaca especializada varia entre 20 a 40 litros/dia, período de lactação de aproximadamente 300 dias e número de uma a duas ordenhas por dia; manejo que visa melhorar a coleta do leite de forma eficiente, contribuindo para a produtividade e a qualidade do produto final (XAVIER, 2022).

O tamanho da propriedade, o número de animais, os recursos disponíveis e os objetivos do produtor são fatores que definem o sistema de ordenha a ser adotado para seguir as boas práticas de higiene e segurança para garantir a qualidade do leite e o bem-estar dos animais (XAVIER, 2022).

Após a ordenha do leite é acondicionado em tanques de refrigeração e recolhido periodicamente, por meio de caminhões padronizados, que o levam para a indústria de transformação gerando vários produtos de consumo tais como: leite

integral, semidesnatado, desnatado, manteiga, creme de leite, dentre outros (XAVIER, 2022).

A produção volumétrica de leite é de extrema importância, não apenas para as indústrias de laticínios, mas também para atender às necessidades nutricionais essenciais dos bezerros. No entanto, além da quantidade total, a composição do leite desempenha papel crucial, portanto, é fundamental alcançar equilíbrio adequado entre os sólidos e a água presente no leite, garantindo que o produto final seja nutricionalmente completo (RESTLE et al. 2003).

Os índices zootécnicos desempenham papel importante na produção de leite, pois oferecem estatísticas valiosas que facilitam a tomada de decisões importantes no manejo produtivo. Portanto, essenciais para avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho, aprimorar a eficiência e a rentabilidade na atividade leiteira. (ALMEIDA, 2018).

### **3.2 Fatores que alteram a composição do leite**

A pecuária leiteira é subdividida em diferentes níveis organizacionais e tecnológicos, e compreende desde pequenas até grandes propriedades rurais, cooperativas e laticínios. Desse modo, é importante a realização de análises no leite para comprovação de sua qualidade, em especial pela demanda do mercado atual, com aumento das exigências das indústrias e consumidores.

As principais análises realizadas no leite para avaliação da qualidade são: CCS (Contagem de células somáticas), CBT (Contagem Bacteriana Total), CIP (Contagem com Incubação Preliminar), CTLP (Contagem Total do Leite Pasteurizado), CC (Contagem de Coliformes) e CT (Cultura do Tanque para a Avaliação da Mastite) (Almeida et al., 2015).

Outros fatores bastante discutidos, quando envolve qualidade e produção do leite, estão relacionado ao bem-estar das vacas. As vacas leiteiras quando submetidas a qualquer tipo de estresse tem desempenho produtivo e reprodutivo sensibilizado, causando principalmente diminuição na produção de leite. Esse estresse pode ter diferentes níveis de intensidade: os brandos; os intermediários e os severos na produção de leite (DAWKINS, 2017; PEREIRA et al., 2010).

Para que os animais possam realizar suas funções vitais, produtivas e reprodutivas, é necessário disponibilidade de nutrientes em qualidade e quantidade

de acordo com seu peso corporal, estado fisiológico e seu potencial de produção de leite. Ou seja, pode-se afirmar que a alimentação também é um limitante que influencia na produção de leite. Desse modo, é imprescindível que seja ofertado alimento balanceado de acordo com a demanda do animal (RIBEIRO, 2015).

A composição, características físico-químicas e microbiológicas do leite *in natura* são influenciadas por diversos fatores, incluindo genética, nutrição, fase de lactação, saúde, fatores ambientais e a idade do animal. É importante seguir rigorosamente as orientações referentes à higiene da ordenha e dos utensílios, como também garantir armazenagem de qualidade e adotar práticas adequadas no transporte do leite; são medidas fundamentais que visam reduzir sua contaminação por microrganismos (DIAS, et al, 2014).

O desempenho produtivo da atividade leiteira está intrinsecamente ligado à interconexão de vários aspectos do sistema de produção. Ludovico et al. (2019) destacam a importância da nutrição, ambiente, grupo genético e sanidade dos animais para otimizar a produção de leite. O clima exerce papel primordial na bovinocultura de leite, influenciando o manejo, saúde, bem-estar e produtividade do rebanho.

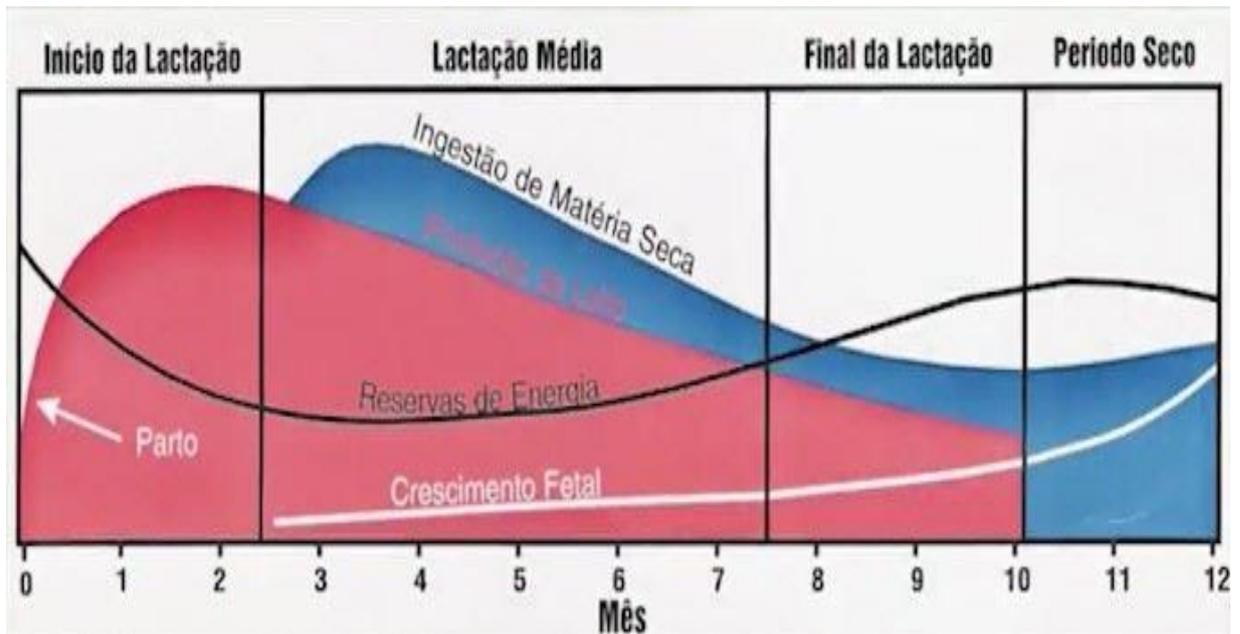
A composição do leite varia de acordo com a raça, e no Brasil, com sua diversidade climática, diferentes raças são adaptadas a diferentes regiões. A criação do Girolando, resultado do cruzamento entre Holandesa e Gir, exemplifica a busca por animais mais resistentes ao estresse térmico (FREITAS, et al, 2002).

A mastite representa uma ameaça à qualidade e produção de leite, implicando em prejuízos econômicos. A idade do animal também influencia na composição do leite, com vacas mais jovens inicialmente produzindo menos, enquanto a maturidade fisiológica impacta a produção ao longo das lactações. Em suma, a interligação desses fatores é essencial para o sucesso econômico na pecuária leiteira (MASSOTE, 2019).

### 3.2.1 Fase da Lactação

Ao longo da lactação as vacas apresentam variação na produção de leite, chamada de curva de lactação (figura 2).

**Figura 2.** Curva de lactação



Fonte: Material promocional da Elanco

Essa curva ilustra graficamente três estágios principais de como a produção de leite varia durante o período de produção de leite de uma fêmea. Com ela é possível delimitar qual a persistência da lactação da vaca, caracterizando sua habilidade em sustentar uma produção em um patamar relativamente constante ao longo de todo o período. Essa característica destaca a capacidade da vaca de manter níveis elevados de produção mesmo após atingir o pico, contribuindo para uma curva de lactação mais prolongada e estável (FREIRE, 2020).

A capacidade de persistência na lactação geralmente diminui à medida que a idade ao parto aumenta, ou seja, as vacas mais jovens têm tendência a exibir maior persistência na produção de leite em comparação com aquelas mais velhas (MELLO, et al, 2014).

A curva de lactação reflete no padrão de produção de leite ao longo de toda a lactação do animal. Essa caracterização permite a estimativa da produção leiteira com base nos resultados iniciais, proporcionando a capacidade de selecionar os animais mais produtivos dentro do rebanho. De maneira geral uma curva de lactação é caracterizada por três fases distintas a primeira fase é ascendente e abrange o período desde o parto até o pico de lactação. A segunda fase é descrita por uma produção relativamente constante, centrada em torno do pico de lactação. A terceira e última fase é descendente, abrangendo após o período do pico de lactação até o término desta (MELLO, et al, 2014).

Em decorrência da variação metabólica do animal, a composição do leite sofre alterações, principalmente em função da demanda nutricional do bezerro. Essas variações na composição do leite ao longo da lactação são naturais e fazem parte do processo fisiológico normal do animal. A alimentação e o manejo nutricional podem influenciar a composição do leite, e os produtores muitas vezes ajustam a dieta das vacas para atender às necessidades específicas em cada fase da lactação. Essas práticas ajudam a melhorar a produção de leite, garantindo ao mesmo tempo a saúde e o bem-estar das vacas leiteiras (WATTIAUX, 2015).

### 3.2.2 Alimentação e produção dos principais ácidos graxos de cadeia curta (AGCC)

A dieta do animal é um dos principais fatores que influenciam a composição do leite. A qualidade e a quantidade dos alimentos consumidos, bem como a disponibilidade de nutrientes específicos, podem alterar os níveis de gordura, proteína, vitaminas e minerais no leite. Práticas de manejo nutricional, como suplementação alimentar e formulação de dietas balanceadas, podem ser usadas para modular a composição do leite, atendendo às necessidades específicas do setor de produção (GONTIJO, 2012)

As maiores fontes de alimentação animal estão divididas em dois grupos principais: volumosos e concentrados. Os alimentos volumosos apresentam teor de fibra em detergente neutro (FDN) igual ou superior a 25% na matéria seca (MS), têm-se como exemplo deste grupo os capins verdes, silagens, feno, palhadas, dentre outros. E os concentrados possuem valores de FDN inferior a 25% na MS, estes são subdivididos em duas categorias: concentrados proteicos com teor de proteína bruta (PB) acima de 20% na MS, por exemplo, torta de algodão, farelo de soja, dentre outros. E os concentrados energéticos com menos de 20% de PB na MS, como o milho, trigo, farelo de arroz, dentre outros (CARDOSO, 1996).

Os progressos na pesquisa agrícola e na nutrição animal promoveu melhor compreensão sobre como as dietas das vacas leiteiras podem influenciar a composição do leite. Esses avanços têm impulsionado esforços contínuos para a otimização das práticas de manejo e das dietas, com o objetivo de produzir leite com a composição química desejada. Dessa forma, existe interesse específico em melhorar o percentual de proteína e gordura na composição do leite, uma vez que esses componentes, em comparação com a lactose, são mais facilmente manipuláveis por meio da alimentação das vacas leiteiras (EIFERT, et al 2006).

A alimentação representa um dos elementos de maior impacto nos custos de produção na indústria leiteira. Faz-se importante a utilização de uma dieta equilibrada e bem formulada para vacas em lactação para assegurar uma produção de leite eficiente além de manter a saúde e o bem-estar dos animais. Portanto, a formulação da dieta deve contemplar as exigências nutricionais de cada categoria animal, buscando alcançar equilíbrio entre a eficiência de custos e o desempenho produtivo do rebanho. Esse cuidado na elaboração da dieta contribui diretamente para a sustentabilidade econômica e operacional da produção leiteira (ALESSIO, 2017).

A composição das dietas fornecidas às vacas leiteiras desempenha papel importante na fermentação ruminal, exercendo influência direta na síntese dos nutrientes essenciais encontrados no leite, tais como gordura, proteína e lactose, dentre outros nutrientes. Atenção deve ser dada na elaboração das dietas para atender as exigências nutricionais das vacas leiteiras maximizando a síntese de nutrientes, promovendo assim um ambiente favorável para à eficiência na síntese do leite (FARIA, 2021).

A produção de leite está intimamente relacionada ao consumo de alimentos, e em especial a fração carboidratos fermentada no rúmen. Estes podem ser classificados em duas categorias: a) os fibrosos, componentes da parede celular (celulose e hemicelulose) e b) os não fibrosos (açúcares, amido e pectina), são mais rapidamente digeridos no trato digestivo dos ruminantes e fornecem energia de maneira mais rápida em relação aos carboidratos fibrosos) (ALESSIO, 2017).

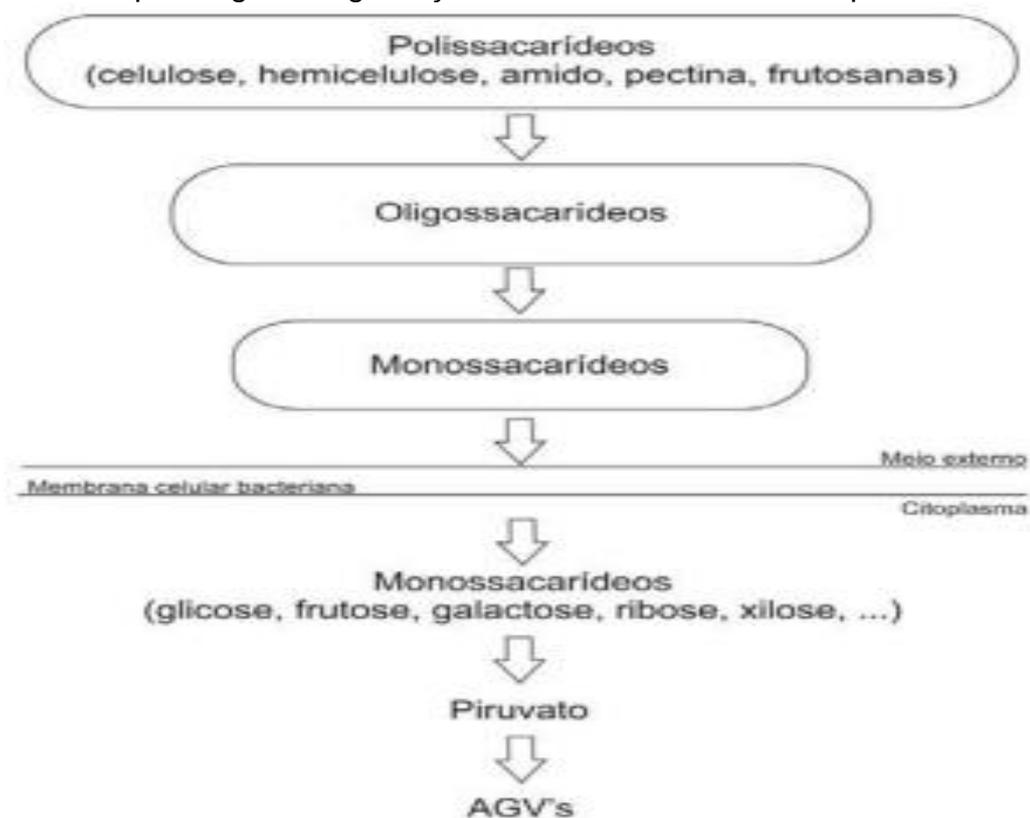
O processo de fermentação ruminal é complexo, e desenvolvido por microrganismos específicos de rúmen, que digerem os alimentos consumidos por esses animais. Os alimentos fibrosos possuem fermentação mais lenta quando comparado aos não fibrosos, deste modo, conforme a qualidade da forragem piora, conseqüentemente, sua digestibilidade também é prejudicada. Contudo, é importante que seja incluso na dieta do animal o mínimo de fibras efetivas, para preservar o bom funcionamento das atividades dos microrganismos presentes no rúmen e manter a produção de saliva dentro da normalidade. Essa última, por sua vez, é rica em elementos que mantêm a estabilidade do pH ruminal, evitando possíveis quadros de acidose ruminal (MEDEIROS, 2015).

A combinação e o equilíbrio entre carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta é crucial para manter o ambiente ruminal estável, assim manter efetiva produção dos ácidos graxos voláteis (AGVs) ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principal

fonte energética dos ruminantes, sendo os principais: ácido acético, ácido propiônico e o ácido butírico (OLIVEIRA et al., 2016; FRANZONI, 2012).

De maneira geral, os polissacarídeos são degradados extracelularmente em suas unidades básicas, os monossacarídeos. Essas unidades adentram as células bacterianas, onde passam por processos metabólicos até se converterem em piruvato, originando assim os AGCC (figura 3) (PEREIRA, 2018).

**Figura 3.** Esquema geral de degradação ruminal dos carboidratos pelas bactérias



Fonte: Pereira (2018)

A relação de AGCC no rúmen é influenciada por diversos fatores, sendo a dieta consumida pelo animal e o estado da população microbiana no rúmen considerados elementos-chave. A proporção de AGCC no rúmen é fortemente condicionada à quantidade de concentrado presente na dieta, dado que isso impacta diretamente o pH ruminal (GONTIJO, 2012 citado por Ishler et al., 1998).

Na tabela 1 estão apresentadas as proporções de AGCC no rúmen, conforme a relação concentrado x volumoso da dieta.

**Tabela 1.** Proporção molar de ácidos graxos de cadeia curta em razão da relação concentrado x volumoso

Relação volumoso:concentrado	Proporção molar (%)		
	Acetato	Propionato	Butirato
100:0	71,4	16	7,9
75:25	68,2	18,1	8,0
50:50	65,3	18,4	10,4
40:60	59,8	25,9	10,2
20:80	53,6	30,6	10,7

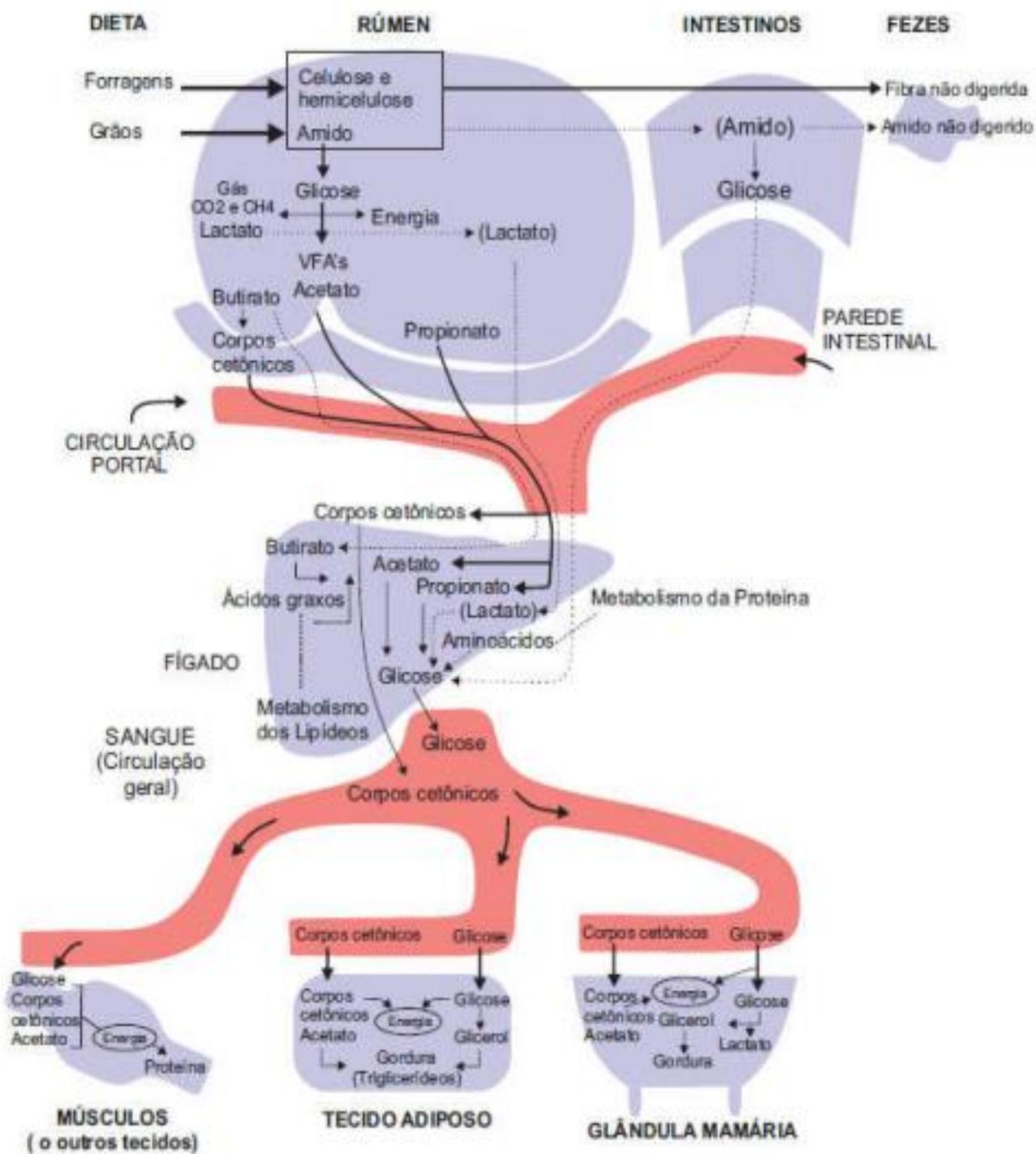
Fonte: Philipson (1970).

As concentrações molares dos AGCC no rúmen influenciam na composição do leite de vaca (figura 4). Eles são absorvidos pelo sistema circulatório e utilizados como substratos para a síntese de gorduras no tecido mamário. Com o aumento das concentrações molares do ácido acético obtém-se o aumento do teor de gordura no leite, contudo, se a dieta fornecida tiver quantidade maior de concentrado, pode ocasionar alteração do tipo de fermentação e elevando a produção de ácido propiônico, conseqüentemente o teor da gordura no leite poderá ser menor. O ácido acético é convertido a ácidos graxos, que são então usados para a síntese de triglicérides no tecido mamário (GONTIJO, 2012).

Os carboidratos fermentados para produção de ácido propiônico incluem principalmente fibras e carboidratos não fibrosos presentes na dieta dos animais. Além de ser utilizado como fonte de energia pelo organismo, esse ácido graxo pode desempenhar papel na regulação do metabolismo. O propionato é convertido em glicose no fígado tornando-se fonte adicional de energia. Quando ocorre a síntese de glicose a partir do proprionato, é produzido o glicerol, estrutura importante para a produção da gordura do leite, os triglicérides (FARIA, 2021).

O ácido butírico, composto por quatro átomos de carbono, é uma importante fonte de energia para as células que revestem os tecidos epiteliais do trato gastrointestinal. Além disso, o butirato desempenha funções relevantes na preservação da saúde intestinal e na modulação da resposta imunológica, ou seja, ele serve como importante fonte de energia para as células do cólon, auxiliando na manutenção da integridade do epitélio intestinal (RODRIGUES, 2014).

**Figura 4.** Metabolismo dos carboidratos em bovinos de leite



Fonte: Wattiaux&Armentano,1996, apud Pereira, 2018).

### 3.3 Composição e síntese dos componentes do leite de vaca

O leite é composto principalmente por quatro componentes básicos: água, lactose, gordura e proteína (Sousa, 2015).

Um estudo foi realizado para analisar a contagem de células somáticas em vacas holandesas desde a primeira lactação. Foi observada diferença significativa nos resultados do CCS em função da idade, sendo a variação mais acentuada em vacas com 32 meses de idade ou mais. Os dados apresentados (tabela 2) destacam as variações na produção e composição do leite de acordo com a ordem de parto. Destaca-se aumento na produção de leite nas vacas de quarta parição, acompanhado por um aumento no teor de gordura. Ao mesmo tempo, observam-se variações em outros componentes do leite. (OLIVEIRA, 2023)

**Tabela 2.** Produção de leite (kg por dia), contagem de células somáticas (CCC; células x 1000 mL<sup>-1</sup>), teor de gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco desengordurado (ESD), ureia (mg dL<sup>-1</sup>) e caseína (%) no leite, de vacas holandesas de 1 (um) a 90 dias de lactação em diferentes ordens de parto.

Parâmetros	Ordem de partos			
	1	2	3	4
Produção de Leite (Kg/dia)	25,42	27,58	27,80	28,58
CCS	106	1028	234	277
Gordura	3,17	3,45	3,66	4,26
Proteína	3,12	3,24	3,25	2,76
Lactose	4,74	4,41	4,43	4,43
ESD	8,89	8,66	8,68	8,20
Ureia	14,67	14,62	14,08	13,13
Caseína	2,41	2,51	2,55	2,14

Fonte: Adaptado de Oliveira, (2023).

A lactose é um tipo de açúcar encontrado no leite. Este açúcar é composto por glicose e galactose e serve como a principal fonte de energia para os animais lactentes.

A gordura é um dos principais nutrientes do leite, garantido para a sua densidade energética e sabor característico. A quantidade de gordura no leite varia dependendo da espécie do animal e da dieta.

As proteínas do leite são essenciais para o desenvolvimento e crescimento, além de desempenharem papéis na formação de estruturas e funções importantes do organismo.

A maior parte do volume do leite é entendida por água, geralmente compreendendo cerca de 85 a 90% do total.

Além desses componentes principais, o leite também contém vitaminas, minerais e outros compostos bioativos que conferem sabor característico. A composição exata do leite pode variar dependendo da espécie animal, do estágio de lactação e de fatores dietéticos (tabela 3).

**Tabela 3.** Principais componentes do leite bovino.

<b>Componentes</b>	<b>Percentual no leite</b>
Água	86,0 a 88,00
Sólidos Totais	12,0 a 14,0
Gordura	3,5 a 4,5
Proteína	3,2 a 3,5
Lactose	4,6 a 5,2
Minerais	0,7 a 0,8

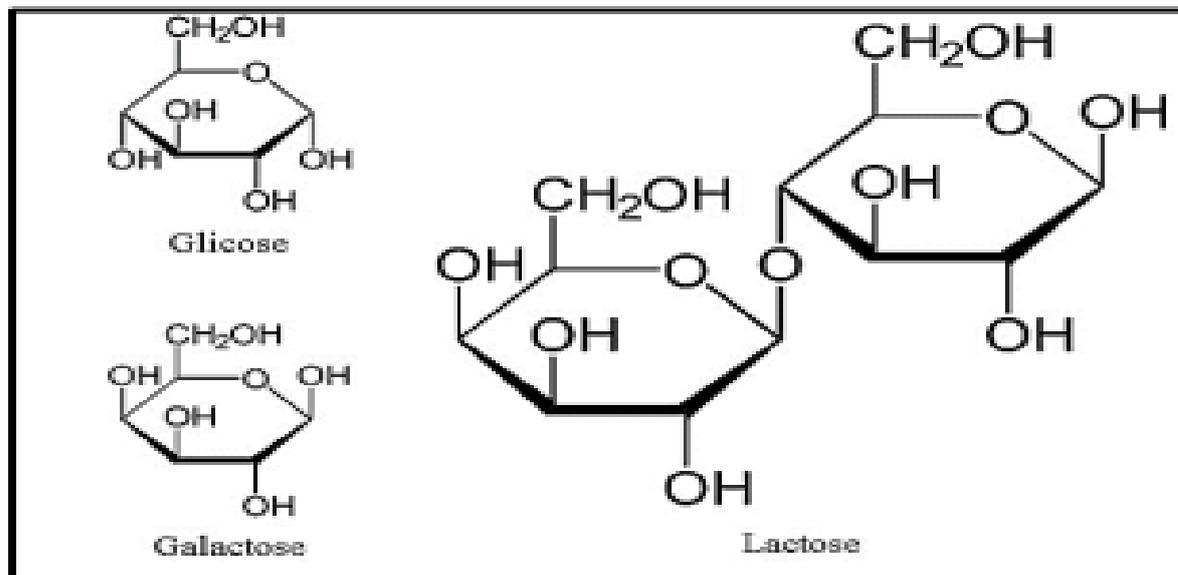
Fonte: SOARES (2013, apud Noro 2001).

### 3.3.1 Síntese da lactose no leite

A síntese de lactose no tecido mamário das vacas lactantes envolve uma série de processos metabólicos que se inicia por meio da dieta das vacas, que geralmente contém carboidratos complexos, celulose e amido, quando fermentados no rúmen, por bactérias e protozoários, dão origem aos AGCC (ALBERTON et al, 2013).

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite de mamíferos, incluindo o leite de vaca (Figura 5). A lactose é um dissacarídeo composto por duas moléculas de monossacarídeos: uma molécula de glicose e uma molécula de galactose, fornecida por uma ligação glicosídica (FARIA, 2021).

**Figura 5.** Fórmula estrutural de uma molécula de lactose e suas moléculas formadoras.



Fonte: FARIAS (2021).

A concentração de lactose no leite é mantida em uma faixa relativamente constante, com média de cerca de 5% (4.8–5.2%), isso vale para todas as raças leiteiras, diferentemente da gordura do leite, dificilmente consegue-se alterar as quantidades de lactose através da dieta alimentar (WATTIAUX, 2015).

A lactose influencia na osmolaridade do leite, ou seja, refere-se à concentração de partículas dissolvidas em uma solução. De acordo com Bolívar (2021, apud Larson, 1995) “Sua função está relacionada com a manutenção da osmolaridade do leite e nos processos de produção e secreção.” Manter uma osmolaridade adequada no leite é essencial para a homeostase e garantir que o leite seja isotônico, ou seja, que tenha concentração de solutos equilibrada para evitar movimentos de água para dentro ou para fora das células mamárias.

Desse modo, pode-se afirmar que a lactose contribui de maneira significativa para o aumento de volume do leite. Cada grama de lactose atrai em torno de 10 vezes o seu peso em quantidades de água. Apesar de não haver diferença na porção produzida de lactose com a dieta alimentar, vacas subnutridas podem apresentar redução na produção de leite e lactose, contudo, quando bem alimentadas retornam aos padrões de produção normais (FARIA, 2021).

A síntese da lactose no organismo da fêmea, necessária para a produção de leite, depende da síntese prévia de glicose e galactose no metabolismo do animal. Esses processos metabólicos são essenciais para que, posteriormente, a glicose e a

galactose sejam combinadas no tecido mamário da vaca, resultando na síntese de lactose. Este segmento do metabolismo está diretamente associado aos processos metabólicos que ocorrem no organismo da fêmea, desempenhando papel decisivo na obtenção do leite (GONZALÉZ, 2001).

A conversão do propionato em glicose é um mecanismo importante na produção de leite em ruminantes, fornecendo substratos necessários para a síntese de lactose e atendendo às demandas energéticas específicas associadas à lactação, através da neoglicogênese. Essa interação entre o metabolismo do rúmen, fígado e o tecido mamário é essencial para o sucesso do processo de lactação em animais ruminantes (FONTANELI, 2001).

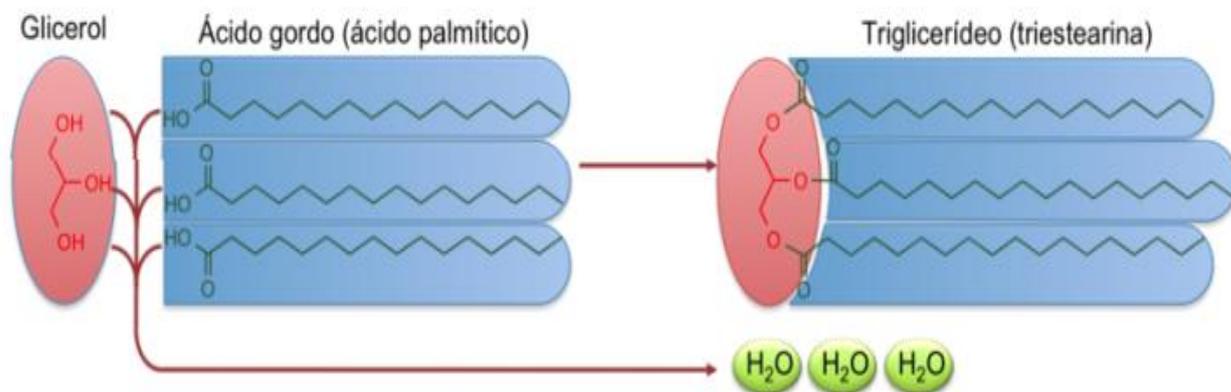
A neoglicogênese é uma ação metabólica realizada pelo fígado, na qual produz glicose a partir de substâncias que não são carboidratos, como aminoácidos e outros compostos não glicídicos. A glicose produzida através da neoglicogênese no fígado é transportada para as células do tecido mamário, que é sintetizada em lactose, por uma série de reações enzimáticas. A galactose, que é outro açúcar presente no leite, derivada da própria glicose, e as reações metabólicas de glicose e galactose no tecido mamário ocorrem através de um sistema enzimático específico (GONZALÉZ, 2001).

### 3.3.2 Síntese da gordura no leite

O leite de vaca é formado principalmente por triglicerídeos de 95% a 98% (figura 6). São formados por três ácidos graxos ligados covalentemente a uma molécula de glicerol por ligações éster (SOARES, 2013).

A ligação éster é uma ligação química que ocorre entre o glicerol, que é um álcool, e os ácidos graxos, que possuem grupos carboxila, a formação desta ligação resulta na remoção de uma molécula de água e na criação de uma ligação covalente, produzindo um triglicerídeo e, estes são uma classe de lipídios que desempenham papel importante no armazenamento de energia nos organismos, bem como no isolamento térmico e na proteção de órgãos (OLIVEIRA, 2015).

**Figura 6.** Estrutura química do triglicerídeo,



Fonte: OLIVEIRA (2015).

O ácido acético e butírico, produzidos durante a fermentação no rúmen, são de fato precursores importantes para a síntese de gordura na glândula mamária das vacas leiteiras (FONTANELI, 2001). Esses AGCC podem ser absorvidos pelas papilas ruminais, atravessar a parede do rúmen e, em seguida, serem transportados pela corrente sanguínea para o tecido mamário. No tecido mamário, esses AGCC são utilizados na síntese de triglicerídeos, que são específicos para a gordura presente no leite (SOARES, 2013).

O acetato, precursor primário da síntese de gordura, é metabolizado no tecido mamário na forma de acetil-CoA por meio de processos metabólicos, que são subsequentemente transformadas em triglicerídeos. O acetato pode ter origem de duas maneiras (GONZALÉZ, 2001):

- a) Pela fermentação microbiana no rúmen que, após sua absorção, circula pelo sangue até aos tecidos, incluindo as células mamárias.
- b) A partir dos ácidos graxos endógenos, ou seja, aqueles produzidos internamente no organismo da vaca, que são valiosos para a produção de acetato. Estes ácidos graxos podem ser originados de diversas vias metabólicas, proveniente dos processos metabólicos em outros tecidos do animal.

O tipo de fonte de carboidratos na dieta das vacas leiteiras pode influenciar significativamente a composição do leite. Dieta rica em carboidratos fibrosos, como os encontrados em forragens e pastagens, a fermentação ruminal produzirá quantidades relativamente maiores de AGCC, como acético e butírico, e são absorvidos e usados na síntese de gordura no tecido mamário, contribuindo para aumento na quantidade de gordura no leite (WATTIAUX, 2015).

Por outro lado, uma dieta rica em carboidratos não fibrosos, como grãos concentrados, pode resultar em menor de acetato e, conseqüentemente, em menor síntese de gordura no leite. Entretanto, nesse caso, a concentração de lactose pode aumentar, o que influencia diretamente na quantidade total de leite produzido (WATTIAUX, 2015).

A gordura do leite é o componente que tem maior variação, principalmente por fatores nutricionais e/ou metabólicos, além daqueles relacionados à espécie do animal, dieta, estágio da lactação e até mesmo fatores genéticos. A quantidade de gordura no leite de vacas leiteiras pode ser influenciada pela composição da dieta, especialmente pela relação entre volumoso e concentrado (SOUSA, 2015).

Vacas que recebem dietas com proporção significativa de concentrados, ricas em carboidratos de fácil fermentação, resulta em maior produção de energia no rúmen. No entanto, o excesso de carboidratos fermentáveis pode ocasionar diminuição relativa na síntese de gordura no tecido mamário, resultando em redução na quantidade de gordura no leite. Em contrapartida, quando a dieta é composta por uma proporção maior de volumoso, como forragens, as vacas consomem menos energia. Isso pode ocorrer porque os volumosos são digeridos de forma mais lenta e podem fornecer menos energia do que os concentrados. Em resposta a essa menor oferta energética, as vacas podem direcionar mais ácidos graxos para o tecido mamário, resultando em maior concentração de gordura no leite (SOARES, 2013).

Os ácidos graxos produzidos no rúmen e disponibilizados na corrente sanguínea, são utilizados pelas células mamárias para a síntese de triglicerídeos. Essa síntese ocorre principalmente no seu retículo endoplasmático e no complexo de Golgi. Os triglicerídeos formados são então incorporados nos glóbulos de gordura do leite, estruturas especializadas que armazenam a gordura produzida pela glândula mamária, que são transportadas para glândula mamaria, através da corrente sanguínea, via lipoproteínas (PEREIRA, 2018).

As lipoproteínas o chegarem às glândulas mamárias, os triglicerídeos são liberados e armazenados nas células secretoras de leite. No processo da produção do leite, as células secretoras de leite quebram os triglicerídeos armazenados em glicerol e ácidos graxos livres. Os ácidos graxos livres são então combinados com proteínas para formar partículas chamadas micelas de gordura, dando origem a sua porção lipídica (FONTANELLI, 2001; RODRIGUES, 2014).

O leite de vaca contém uma variedade de ácidos graxos que contribuem para sua composição lipídica. Geralmente inclui uma combinação de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados que varia dependendo de sua genética, dieta e saúde, principalmente (SOARES, 2013).

A diferença mais notável entre a gordura do leite de ruminante e monogástricos é a presença de uma porcentagem relativamente alta de ácidos graxos de cadeia curta nos ruminantes; cerca de 17-45% da gordura do leite é construída de acetato e 8–25% de butirato. Essa alteração se exclusivamente ao processo fermentativo no rúmen (WATTIAUX, 2015; SOARES, 2013).

A glândula mamária da vaca é uma unidade metabólica ativa, capaz de sintetizar ácidos graxos de cadeias curtas diretamente a partir de precursores, demonstrando a complexidade e a adaptabilidade do metabolismo para atender às necessidades específicas para produção de leite (CARRARA, 2015).

Por outro lado, os ácidos graxos de cadeias longas, com 18 carbonos ou mais, presentes no leite, têm origem no plasma sanguíneo da vaca. Eles podem ser produzidos a partir da dieta do animal ou da mobilização de reservas corporais. Esses ácidos graxos, após serem sintetizados no plasma, são transportados pelo sangue até a glândula mamária e são incorporados ao leite. Já quanto aos ácidos graxos com 16 carbonos, eles podem ser sintetizados de novo na glândula mamária da vaca, mas também podem ser derivados da remoção do plasma sanguíneo e da dieta do animal. Isso significa que esses ácidos graxos de 16 carbonos podem ser resultado tanto dos processos metabólicos internos da glândula mamária quanto da absorção do sangue e da alimentação das vacas (SOUSA, 2015, apud BOERMAN et al 2014).

### 3.3.3 Síntese da proteína do leite

As proteínas são componentes essenciais na composição do leite, desempenhando papel fundamental nas propriedades nutricionais e funcionais deste líquido. A quantidade de proteína presente no leite pode variar, e a relação entre os teores de gordura e proteína também influencia significativamente a composição geral (WATTIAUX, 2015).

A relação entre os teores de gordura e proteína no leite é influenciada por diversos fatores, incluindo a dieta, genética do animal, estágio de lactação, dentre outros. Alterações no teor de proteína do leite podem ser alcançadas por meio da

manipulação da nutrição, embora essa modificação seja geralmente de magnitude inferior em comparação às alterações possíveis no teor de gordura. Contudo, em muitos casos, observa-se que quando o percentual de gordura no leite aumenta, o teor de proteína também tende a aumentar só que em uma proporção menor (ALBERTON et al, 2013).

Essa relação dinâmica pode ser atribuída à complexa interação entre a forma como os nutrientes são metabolizados e regulados no corpo do animal. Por exemplo, em determinadas situações, uma dieta com maior ingestão de energia (gordura) pode resultar em aumento na produção de proteína no leite. Isso destaca a importância de compreender não apenas os componentes individuais da dieta, mas também como eles interagem e afetam a fisiologia do animal, influenciando diretamente a composição do leite (SIMILI, 2007).

A complexidade do sistema metabólico que regula a síntese da proteína no leite, juntamente com a influência de fatores genéticos e hormonais, contribui para uma resposta menos pronunciada à manipulação dietética em comparação com a gordura do leite. Embora a nutrição desempenhe papel significativo na produção de leite, os mecanismos exatos que governam a síntese da proteína ainda não são totalmente claros, dificultando a implementação de estratégias precisas de manipulação por meio da dieta (CAMPOS, et al, 2012.).

Essa compreensão limitada dos fatores dietéticos que afetam a proteína do leite destaca a necessidade contínua de pesquisas e estudos para elucidar os mecanismos e melhorar a manipulação nutricional, fornecendo aos produtores mais eficazes para alcançar os objetivos desejados na composição do leite. Porém a concentração de proteína no leite não varia apenas entre diferentes espécies de animais, mas também entre indivíduos da mesma espécie. Tomando como exemplo o leite de vaca, sua composição inclui aproximadamente 3% a 4% de proteína. Essa variação na concentração de proteína não contribui apenas para a diversidade nutricional do leite, mas também é relevante para as características específicas de diferentes produtos lácteos (ALBERTON et al, 2013).

Os aminoácidos são os principais precursores utilizados para sintetizar as proteínas do leite, incluindo a caseína e as proteínas do soro de leite, de tal forma que, as secretoras presentes nas glândulas mamárias dos mamíferos, e incluindo as células que compõem o leite, sintetizam proteínas do leite através da combinação desses aminoácidos (ALBERTON et al, 2013).

O responsável pela síntese das proteínas a partir dos aminoácidos é o retículo endoplasmático, contudo, esse processo inicia com a informação contida no DNA (ácido desoxirribonucleico), que atua como fonte de molde para a síntese de uma fita de RNA (Ácido ribonucleico), de tal forma que, nessa fita estará presente as informações sobre a sequência de aminoácidos que será replicado, para a formação das proteínas, depois que essas são processadas no retículo endoplasmático e sintetizadas no ribossomo, elas podem ser transportadas para o Complexo de Golgi, e a partir dessa organela as proteínas serão direcionadas para o interior da glândula mamária através das vesículas de transporte presente organismo (ALVES, et al, 2013).

Algumas proteínas presentes no leite são sintetizadas em outros órgãos e transportadas pela corrente sanguínea até as células secretoras das glândulas mamárias, as duas principais proteínas que se enquadram nessa categoria são a albumina e as imunoglobulinas (RODRIGUES, 2014).

A albumina é uma proteína sérica produzida no fígado e transportada na corrente sanguínea, e parte dessa proteína presente no sangue pode atravessar a barreira mamária e ser secretada no leite de vaca como lactoalbumina, assim como as imunoglobulinas, também conhecidas como anticorpos, contudo, são proteínas produzidas pelo sistema imunológico em resposta a infecções e agentes patogênicos, e parte das imunoglobulinas presentes no sangue pode ser sintetizada no leite de vaca (RODRIGUES, 2014).

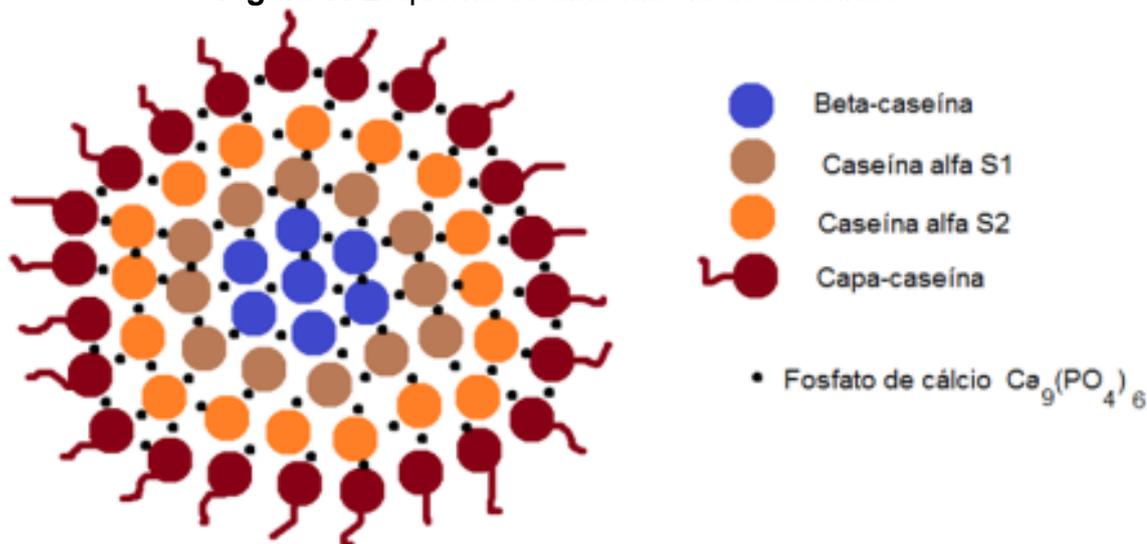
As proteínas presentes no leite de vaca podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as proteínas do soro de leite (ou proteínas do soro) e as caseínas (RODRIGUES, 2014).

A caseína a mais abundante e importante delas, representando cerca de 80% da proteína presente no leite de vaca. É sintetizada por células epiteliais na glândula mamária a partir de aminoácidos extraídos do sangue (FONTANELI, 2001; NORO, 2001).

As caseínas são uma família de proteínas do leite com várias subclasses, incluindo K-caseína (capa caseína), Caseína  $\alpha$ -S1 (caseína alfa S1), Caseína  $\alpha$ -S2 (caseína alfa S2) e  $\beta$ -caseína (Betacaseína), cada uma dessas subclasses tem estrutura e função particularmente diferente e afeta papéis específicos na qualidade e nas propriedades do leite (RANGEL et al, 2020).

As diferentes caseínas (figura 4) presentes na micela de caseína são mantidas unidas por meio de várias ligações, chamadas de "pontes de fosfato de cálcio", essas são interações eletrostáticas que ocorrem entre os grupos fosfato das caseínas e os íons de cálcio presentes no leite (RANGEL et al, 2020).

**Figura 7.** Esquema de uma micela de caseínas



Fonte: RANGEL et al, (2020).

As caseínas são proteínas anfipáticas, o que significa que elas têm regiões hidrofílicas (afinidade pela água) e hidrofóbicas (repulsão pela água), essa característica única das caseínas permite que elas se agreguem e formem recipientes insolúveis chamados "micelas de caseína" no leite, as demais proteínas do leite estão em forma solúvel (SOARES, 2013).

Na tabela 4 está apresentadas a composição das frações do leite.

**Tabela 4.** Composição das frações proteicas do leite

Tipo de proteína	Composição em relação à proteína total
Proteína do soro	19%
Alfa-caseína	45%
Beta-caseína	24%
Kappa-caseína	12%

Fonte: HOMAN e WATTIAX, 1996; citado por RODRIGUES, 2020.

As proteínas do soro de leite de vaca incluem a  $\beta$ -lactoglobulina e a  $\alpha$ -lactoglobulina; sendo essa última a principal do soro de leite, correspondendo cerca de 2,5% do total de proteínas no leite de vaca (González et al, 2011).

A  $\alpha$ -lactoglobulina e a  $\beta$ -lactoglobulina são proteínas globulares solúveis em água que desempenham vários papéis nas propriedades físicas e nutricionais do leite de vaca. Elas também são amplamente utilizados em aplicações alimentares, como suplementos de proteínas e na fabricação de produtos lácteos e alimentos processados. Suas características funcionais, como a capacidade de se ligar a lipídios e carotenoides, tornam-se valiosas na indústria de alimentos (BRASIL, 2013).

Tem-se uma teoria de que a proteína no leite pode ser influenciada pela dieta das vacas, ou seja, dietas deficientes em energia e proteína podem resultar em uma redução nos teores de proteína no leite produzido, isso ocorre porque as proteínas do leite são, em última análise, sintetizadas a partir dos aminoácidos obtidos da dieta dos animais (RODRIGUES, 2014).

Existem estratégias alimentares que podem ser utilizadas para aumentar o teor de proteína no leite produzido por vacas leiteiras. Duas dessas estratégias envolvem dietas com teores elevados de carboidratos fermentáveis no rúmen e o uso de forragem de boa qualidade (RODRIGUES, 2014).

Quando o sistema digestivo do animal possui quantidade adequada de carboidratos fermentáveis, as bactérias podem efetivamente fermentar a fibra vegetal, resultando na produção de AGCC como ácido acético e ácido propiônico. Esses AGCC desempenham um papel importante no processo metabólico que promove a secreção de proteínas no leite das vacas. Esse ciclo de fermentação é essencial para a produção eficiente de leite em termos de sua composição e qualidade (MEDEIROS, 2015).

## CRONOGRAMA

Cronograma (tabela 5) apresenta um quadro com o planejamento das atividades a serem desenvolvidas, distribuindo-as, individualmente, de acordo com o projeto, no tempo em que se propôs desenvolvê-las, de forma a que possa ser acompanhado pelos interessados e avaliadores.

**Tabela 5.** Modelo de cronograma

Etapa/Mês	1	2	3	4	5	6
Escolha do (A) orientador (a)	X					
Escolha do tema de pesquisa	X					
Busca dos materiais para revisão		X	X	X	X	
Escrita da revisão		X	X	X	X	X
Entrega da revisão para o Revisor de Literatura (enquadramento teórico)				X	X	X
Seminário-desenvolvimento da proposta					X	X
Redação preliminar						
Ajustes metodológicos, conceituais, formatação.				X		
Preparação para defesa – Pré-defesas					X	
Apresentação do trabalho final - defesa						X

Fonte: Silva (2004) adaptação equipe técnica

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de leite no Brasil representa um setor importante do agronegócio, contribuindo significativamente para a economia do país. O aumento notável na produção é resultado de investimentos em tecnologia, cuidados com o bem-estar animal e atenção à nutrição.

A compreensão detalhada da nutrição das vacas leiteiras é essencial para manter a produção eficiente e a qualidade do leite. Interações complexas entre dieta, genética e manejo nutricional impacta diretamente a composição do leite, incluindo a lactose, gordura e proteína.

O Brasil, como terceiro maior produtor global de leite, tem potencial de crescimento, não apenas em quantidade, mas também em qualidade, por meio de investimentos contínuos em tecnologia, nutrição e práticas de manejo adequadas. O setor de laticínios brasileiro representa uma cadeia produtiva diversificada, envolvendo desde pequenos agricultores familiares até grandes fazendas, todos desempenhando um papel vital na oferta de produtos lácteos de qualidade para o mercado global.

Em suma, o texto destaca a importância da integração de diversos elementos, desde o cuidado com os animais até a implementação de avanços tecnológicos, para sustentar e melhorar a produção de leite no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTON, Luiz et al. Efeitos da suplementação de vacas com propionato de cálcio na dieta sobre a glicemia, produção e composição do leite. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n. 3. 17; p. 2013. Disponível em:

<<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/EFEITOS%20DA.pdf>>. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

ALESSIO, Dileta. Produção e composição do leite em função da alimentação de vacas em condições experimentais no Brasil. Tese doutorado - Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Lages, SC, p. 31, 33. 2017. Disponível em: <[https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/1293/DILETA\\_tese\\_dileta\\_regina\\_mor\\_o\\_alessio\\_15671838271471\\_1293.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1293/DILETA_tese_dileta_regina_mor_o_alessio_15671838271471_1293.pdf)>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

ALMEIDA, L. A. B. Brito, M. A. V. P., Brito, J. R. F., Pires, F. A. & Benites, N. R. 2015. Tratamento de mastite clínica experimental por meio de ordenhas múltiplas em vacas leiteiras inoculadas com staphylococcus aureus. Arquivo Instituto Biológico, São Paulo 72, 1-6. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aib/a/W5g4F9NT9qJ76JTrjSXYvgj/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 10 de maio de 2023

ALMEIDA, Rodrigo. Período de lactação e dias em leite: como interpretar corretamente esses índices zootécnicos?. Milkpoint, 2018. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/educapoint/indices-zootecnicos-quais-parametros-avaliar-em-propriedades-leiteiras-104806n.aspx#>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

ANDRADE, Ricardo et al. Influência das condições climáticas sobre a pecuária leiteira. Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232450/1/Influencia-condicoes-climaticas-pecuaria-leiteira.pdf>>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.

Anuário do Agronegócio Brasileiro. O presente rural, p. 56. 2023. Disponível em: <https://www.flip3d.com.br/pub/opresenterural/?numero=224&edicao=5421#page/1>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CARDOSO, Esther. Engorda de bovinos em confinamento aspectos gerais. Embrapa, 1996. Disponível em: <https://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/index.html>. Acesso em: 25 maio 2023.

DAWKINS, M. S. 2017. Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable? animal production science. Csiro Publishing, 57, 201-208. Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/AN/pdf/AN15383>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

FARIA, Bolivar. A vaca leiteira do século 21: lições de metabolismo e nutrição. Faculdade de Veterinária Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS. p. 17, 18, 31. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/PROJETO%20TCC/vaca%20leiteiras.21.pdf >. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

FARIA, Renata. Fatores nutricionais que interferem na composição de leite. Relatório de Estágio curricular. Universidade Federal de Goiás, Jataí. p. 28. 2011. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Renata\\_Andrade\\_Faria\\_-\\_Fatores\\_Nutricionais\\_que\\_Interferem\\_na\\_Composi%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_Leite.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Renata_Andrade_Faria_-_Fatores_Nutricionais_que_Interferem_na_Composi%C3%A7%C3%A3o_do_Leite.pdf)>. Acesso em: 24 de setembro de 2023.

FIBRA, fdn, fibra fisicamente efetiva: você domina estes conceitos? Educapoint, 2019. Disponível em: < <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/fibra-fdn-fibra-fisicamente-efetiva-conceitos/> > Acesso em: 11 de agosto de 2023.

FONTANELI, Roberto. Fatores que afetam a composição e as características físico-químicas do leite. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. p. 3. 8. 2001. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Desktop/PROJEO%20TCC/quimica\\_leite.pdf](file:///C:/Users/User/Desktop/PROJEO%20TCC/quimica_leite.pdf)>. Acesso em 17 de agosto de 2023.

FRANZONI, Ana. Efeito do processamento do milho no desenvolvimento do rúmen, desempenho de bezerros e digestibilidade in vitro do grão. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE VETERINÁRIA Programa de Pós-graduação em Zootecnia, 2012. Disponível em: < [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9BWKFX/1/disserta\\_o\\_ana\\_paula\\_saldanha\\_franzoni.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9BWKFX/1/disserta_o_ana_paula_saldanha_franzoni.pdf)>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

FREIRE, Daiane. Estudo de curvas de lactação em bovinos mestiços leiteiros na região do brejo paraibano. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, 2020. disponível em:< <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17725/1/DDSF26062020-MZ326.pdf>>. Acesso em: 30 de novembro de 2023..

GONSALES, Sthepanie. Girolando: produção de leite, características e história. MilkPoint, 2021. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/raca-girolando-historia-caracteristicas-e-producao-224447/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20da%20ra%C3%A7a%20Girolando,nos%20mais%20variados%20climas%20tropicais.>>. Acesso em: 10 de novembro de 2023.

GONTIJO, César. Uso de ácido acético (vinagre de maçã) na dieta de vacas em lactação: produção, composição e qualidade do leite. Dissertação apresentada a Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia Área de concentração: Nutrição animal, 2012. Disponível em:< [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8VFJAA/1/disserta\\_o\\_de\\_mestrado\\_\\_c\\_sar.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8VFJAA/1/disserta_o_de_mestrado__c_sar.pdf)>. Acesso em: 01 de dezembro de 2023.

GONZÁLEZ, Félix et al. Qualidade do leite bovino: variações nos trópicos e subtropicais. Editora - Universidade de Passo Fundo - UPF. p. 85. 2011. Disponível em: <[https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2017/05/qualidade\\_leite.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2017/05/qualidade_leite.pdf)>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

HOTT, Marcos et al. Anuário leite: Produção de leite no Brasil por Estados e regiões. Embrapa, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/PROJEO%20TCC/Anuario-Leite-2023.pdf>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

LEIRA, Matheus et al. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: revisão. Pubvet medicina veterinária e zootecnia. Vol.12, Núm. 5, a 85, p.1-13, 05, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6810/7f66a132f6b897b30bce1523e25589a1a6c9.pdf> Acesso: Acesso em: 09 de maio de 2023.

LEITE, José et al. Leite no mundo: produção deve crescer. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226461/1/Leite-mundo-producao.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LIMA, Laísse e col. Fontes de amido e proteína para vacas leiteiras em dietas à base de capim elefante. Tese (pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Scientia Agricola, v.59, n.1, p.19-27, jan./mar. 2002.

LUDOVICO, A et al. Fontes de variação da produção e composição de leite em vacas holandesas, jersey e girolando. Archivos de zootecnia. Londrina, PR. Vol, 68. Num. 262. p, 236-243, 04, 2019. Disponível em: <<http://uco.edu.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/4142/2483>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

MAPA do leite: políticas públicas e privadas para o leite. Gov.br 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

MASSOTE, Vitória. Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. Revista agroveterinária do Sul de Minas, p. 1. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unis.edu.br/index.php/agrovetsulminas/article/view/265/243>>. Acesso em: 14 de setembro de 2023.

MEDEIROS, Sérgio et al. Nutrição de bovinos de corte Fundamentos e aplicações Embrapa gado de corte, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf>>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

MELLO, Raquel et al. Persistência na lactação em bovinos. Agropec. Cien. Semiárido, v. 10, n. 2, p. 18-22, 2014. disponível em: <<https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/440/pdf>>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.

MOREIRA, Eduardo. Transporte reverso do colesterol | Colunistas. Comunidade Sanar, 2021. Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/transporte-reverso-do-colesterol-colunistas>> Acesso em: 18 de novembro de 2023.

NEWS, Edairy. Os 10 maiores produtores de leite no mundo. Canal do leite, 2022. Disponível em: <<https://canaldoleite.com/artigos/os-10-maiores-produtores-mundiais-de-leite/>>. Acesso em: 28 abr. 2023

NORO, Giovani. Síntese e secreção do leite. Programa de PósGraduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, p. 8. 2001. Disponível em: <[https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2020/11/sintese\\_leite.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2020/11/sintese_leite.pdf)>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

OLIVEIRA, Eduardo. Triglicerídeos. Revista de ciência elementar, 2015. Disponível em: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2015/134/>>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

OLIVEIRA, Leonardo. Fatores que afetam a qualidade do leite. Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, 2023. Disponível em:<[https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3754/1/tcc\\_Leonardo%20Amorim%20de%20Oliveira.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3754/1/tcc_Leonardo%20Amorim%20de%20Oliveira.pdf)>. Acesso em: 05 de dezembro de 2023.

OLIVEIRA, Vinicius et al. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. Vet. Not., Uberlândia, v.22, n. 2, p.1-18, jul./dez. 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Desktop/PROJEO%20TCC/admin,+1+CARBOIDRATOS+FIBROSOS+E+N%C3%83O+FIBROSOS+NA+DIETA+DE+RUMINANTES+E+SEUS+EF+EITOS+SOBRE+A+MICROBIOTA+RUMINAL.pdf>> Acesso em: 11 de agosto de 2023.

PASETTI, Maximiliano. Fatores associados ao aumento da gordura do leite. MilkPoint, 2020. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/fatores-associados-ao-aumento-da-gordura-no-leite-219576/>>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

PAZINE, Karolyne. Como a nutrição e o conforto da vaca afetam a composição do leite. Nutron, cargill, 2021. Disponível em: <<https://blog.nutron.com.br/como-a-nutricao-e-o-conforto-da-vaca-afetam-a-composicao-do-leite/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

PEREIRA, Bianca. Nutrição e manejo de vacas leiteiras. Universidade Federal de Viçosa Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/20710/1/textocompleto.pdf>>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

PEREIRA, E. S. et al. Novilhas leiteiras. Graphiti Gráfica e Editora LTDA, Fortaleza, Ceará, 2010. Acesso em: 20 de maio de 2023.

PHILIPSON, A.T. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Newcastleupon-Tyne, England: Orion Press, 1970. 422p.

RANGEL, Adriano et al. Leite Instável, Não Ácido e os Queijos Artesanais. Boletim de Extensão CTPOA / UFVJM, p. 2. 2020. Disponível em: <<http://ufvjm.edu.br/cursos/zootecnia/images/Documentos/Boletins%20Cleube/O%20Leite%20Inst%C3%A1vel%20N%C3%A3o%20%C3%81cido%20e%20os%20Queijos%20Artesanais.%20Boletim%20Queijos%20Artesanais.%20Julho%202020.pdf>>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

RESTLE, João e at. GRUPO GENÉTICO E NÍVEL NUTRICIONAL PÓS-PARTO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS DE CORTE. 2002. Tese (mestrado) - Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/dj9KMsGdMs9WXPTXGWhnRTk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

RODRIGUES, Luiz. Influência da nutrição na produção de sólidos no leite. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, p. 14. 22. 2014. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/66/o/12\\_INFLU%C3%8ANCIA\\_DA\\_NUTRI%C3%87%C3%83O\\_NA\\_PRODU%C3%87%C3%83O\\_DE\\_S%C3%93LIDOS\\_NO\\_LEITE.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/66/o/12_INFLU%C3%8ANCIA_DA_NUTRI%C3%87%C3%83O_NA_PRODU%C3%87%C3%83O_DE_S%C3%93LIDOS_NO_LEITE.pdf)>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

SIMILI, Flavia et al. Como os alimentos podem afetar a composição do leite das vacas. Pesquisa e tecnologia: apta regional, 2007. Disponível em: <<https://www.agricultura.sp.gov.br/documents/1007647/0/15.%20COMO%20OS%20ALIMENTOS%20PODEM%20AFETAR%20A%20COMPOSI%C3%87%C3%83O%20DO%20LEITE%20DAS%20VACAS.pdf/ef7ccb5c-9c0f-378c-b121-79e024681a36>>. Acesso em: 17 de novembro de 2023.

SOARES, Frederico. Composição do leite: fatores que alteram a qualidade química. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 1, 2, 3, 4. 2013. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2013/10/leiteFred.pdf>>. Acesso em 17 de agosto de 2023.

SOUSA, Anderson Soares de M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, abril de 2015. p. 14. Leite: Importância, Síntese e Manipulação da Composição. Orientadora: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/6244/3/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 14 de agosto de 2023.

VILELA, Duarte et al. PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL: Cenários e avanços tecnológicos. Embrapa Pecuária Sudeste, p. 19. 34. 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuaria-de-leite-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

WATTIAUX, Michel. Essenciais em Gado de Leite: 19 - composição do leite e seu pro nutricional. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. p. 2. 2015. Disponível em: <<https://kb.wisc.edu/dairynutrient/52752>>. Acesso em: 14 de agosto de 2023.

WATTIAUX, Michel. Essenciais em Gado de Leite: 20- Secreção do leite no úbere da vaca de leite. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional, p. 4. 2015. Disponível em: <[https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/4383/material/20\\_secre%C3%A7ao\\_do\\_leite.pdf](https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/4383/material/20_secre%C3%A7ao_do_leite.pdf)>. Acesso em: 04 de agosto de 2023.

WATTIAUX, Michel. Essenciais em Gado de Leite: 3 - o metabolismo de carboidratos em bovinos de leite. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. p. 3. 2015. Disponível em: <<https://kb.wisc.edu/dairynutrient/52752>>. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

XAVIER, Marcelo. A história do leite e a importância do produtor. Canal do leite, 2022. Disponível em: <<https://www.canaldoleite.com/artigos/revendo-a-historia-do-leite/#:~:text=Mas%2C%20um%20fato%20%C3%A9%20irrefut%C3%A1vel,vegetal%20seja%20chamado%20de%20leite>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

RIBEIRO, José. Alimentação para vacas leiteiras de alta produção. Portal do agronegócio, 2015. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/pecuaria/nutricao/artigos/alimentacao-para-vacas-leiteiras-de-alta-producao-3624>>.

DIAS Juliana et al. Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru Indicadores e aplicações práticas da Instrução Normativa 62. Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125963/1/Doc-158-leite.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

FREITAS, Ary, et al. Girolando: raça tropical criada no Brasil. Embrapa, 2002. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65229/1/CT-67-Girolando-raca-trop.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

EIFERT, Eduardo et al. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/CWmtWFLd9QMKdnqv4HXc9cQ/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

GONZALÉZ, Félix, et al. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26656/000308502.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

CARRARA, Eula. Ácidos graxos: síntese em ruminantes e aspectos genéticos do perfil no leite de bovinos. Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas para obtenção do título de Bacharel em Biosistemas, São João Del-Rei, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/cobib/monografia\\_eula\\_carrara.pdf](https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/cobib/monografia_eula_carrara.pdf)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

ALVES, Emanuele et al. *Biologia molecular*. Arca, FioCruz, 2013. Disponível em:<[https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/13723/Conceitos%20e%20Metodos%20V3\\_Biologia%20Molecular.pdf?sequence=2](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/13723/Conceitos%20e%20Metodos%20V3_Biologia%20Molecular.pdf?sequence=2)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

BRASIL, Rafaela. *Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino*. Seminário apresentado junto à Disciplina de Seminários aplicados do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, para obtenção do título de doutorado, 2013. Disponível em:<[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/ESTRUTURA\\_E\\_ESTABILIDADE\\_DAS\\_MICELAS\\_DE\\_CASE%C3%8DNA\\_DO\\_LEITE\\_BOVINO.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/ESTRUTURA_E_ESTABILIDADE_DAS_MICELAS_DE_CASE%C3%8DNA_DO_LEITE_BOVINO.pdf)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

CAMPOS, Oriel et al. *Gado de leite: O produtor pergunta, a Embrapa responde*. Embrapa, Brasília-DF, 2012. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101772/1/500perguntasgadoleite.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.