

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

KARINA FERREIRA MOCONHO

**INGESTÃO DE ÁGUA POR VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO
DE MAMONA**

PONTES E LACERDA – MT
DEZEMBRO/2025

KARINA FERREIRA MOCONHO

**INGESTÃO DE ÁGUA POR VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO
DE MAMONA**

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para conclusão na Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II - TCC II”.

Orientador(a): Prof. Dr^a. ALINE BARROS DA SILVA MORENZ

PONTES E LACERDA – MT
DEZEMBRO/2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

M688i Moconho, Karina Ferreira.

INGESTÃO DE ÁGUA POR VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO
DE MAMONA / Karina Ferreira Moconho. – Pontes e Lacerda, 2025.
41f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes
Maldonado", Zootecnia/PLC - Pontes e Lacerda - Bacharelado -
Contínua, Campus Universitário de Pontes e Lacerda.

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Aline Barros da Silva Morenz.

1. Bovinocultura leiteira. 2. Consumo de água. 3. Subproduto
agroindustrial. I. Morenz, Prof.^a Dr.^a. Aline Barros da Silva. II.
Título.

UNEMAT / MTSCB

CDU 636.034

KARINA FERREIRA MOCONHO

INGESTÃO DE ÁGUA POR VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO DE MAMONA

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 09/12/2025.



Documento assinado digitalmente

ALINE BARROS DA SILVA MORENZ
Data: 15/12/2025 12:25:47-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Aline Barros da Silva Morenz
Orientadora/UNEMAT- Pontes e Lacerda



Documento assinado digitalmente

DANILO ANTONIO MORENZ
Data: 15/12/2025 20:24:49-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Antonio Morenz
Membro convidado /UNIR- Presidente Médici - RO



Documento assinado digitalmente

PAULA BATISTA DE ALVARENGA
Data: 15/12/2025 20:20:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr.^a.Paula Batista de Alvarenga
Membro convidado/Médica Veterinária- SENAR

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial. Aos meus irmãos, que me motivam diariamente a ser uma pessoa e uma profissional melhor. E a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, estiveram ao meu lado, contribuindo e me ensinando algo novo a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e ao universo por me conceder sabedoria, força e discernimento em todos os aspectos da minha vida. Sou profundamente grata por todas as bênçãos que recebi ao longo desta jornada.

Agradeço à minha família, que sempre esteve ao meu lado sendo minha base. Em especial, ao meu pai Celson Ferreira Dourados, minha inspiração e porto seguro, exemplo de trabalhador, otimista e humilde, que sempre vê o lado bom da vida. Um pai maravilhoso.

À minha mãe Marilene Moconho, gratidão por me ensinar a ser uma mulher forte, guerreira e batalhadora. Sua sensatez, bondade e seus abraços acolhedores, sempre acompanhados de conselhos nos momentos difíceis, foram essenciais para mim.

Aos meus irmãos Kayo Francisco e Kamila Moconho, o nosso trio que se apoia em todas as dificuldades vocês são também minha inspiração e meu orgulho.

Aos meus avós: à minha avó Vicenta, que sempre me abençoa, e à minha querida avó Inácia, pelos conselhos, pelo acolhimento e pelas madrugadas em que me esperava chegar da faculdade com seu abraço quentinho e cheio de amor. Embora não tenha conseguido me ver concluir esta etapa, sei que está comigo, olhando por mim ao lado de Deus.

À minha tia Alina Dourada e à sua família, agradeço pelo apoio constante e por nunca medirem esforços para me ajudar.

Aos amigos e colegas que fiz ao longo desses anos, que tornaram essa caminhada mais leve e inesquecível, repleta de histórias, desafios e muitos risos. Em especial ao meu grupo do NECOMAT: Thais Nascimento, Jader Augusto, Lucas Feliciano e Esdras Amaral.

Às minhas amigas Ana Crystina, Fernanda Martins, Juliana Maxiano, Raniele Jeniffer, Andressa Silva, Daiane Massai e Kethelyn Raiani obrigada por cada momento compartilhado.

À minha dupla, amiga e afilhada Thais Nascimento, meu agradecimento especial. Obrigada por estar ao meu lado, pela amizade sincera e por tornar essa graduação uma das melhores experiências que eu poderia ter vivido. Não haveria escolha melhor de parceria.

À minha professora e orientadora Prof. Dr^a. Aline Barros da Silva Morenz, minha parceira, amiga e segunda mãe acadêmica, registro minha profunda gratidão. Obrigada pelas orientações, paciência e apoio ao longo desta trajetória, marcada por erros, acertos e muito aprendizado. Admiro profundamente sua competência, profissionalismo e sensibilidade. Sou imensamente grata pela oportunidade de realizar este trabalho sob sua orientação.

Ao coorientador Prof. Dr. Danilo Morenz, expresse também minha sincera gratidão pela excelente orientação, dedicação, disponibilidade e por esclarecer cada dúvida com tanta atenção. Obrigada por compartilhar conhecimento, confiança e motivação vocês moldaram meu percurso acadêmico e intelectual.

Agradeço à Universidade do Estado de Mato Grosso UNEMAT, Campus Pontes e Lacerda MT, meu lar durante esses anos, especialmente à Casa do Estudante Universitário (CEU).

Sou grata pelas oportunidades proporcionadas pelas bolsas no setor de Ovinos e Caprinos e pelo CAEst Centro de Assuntos Estudantis, bem como pelo Núcleo de Estudos de Caprinos e Ovinos NECOMAT. Foi nesses projetos que descobri o quanto sou dedicada, responsável e capaz de alcançar tudo aquilo que almejo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso e para a minha formação pessoal e acadêmica. Cada gesto de apoio, cada palavra de incentivo e cada contribuição fizeram a diferença.

A todos vocês, deixo meu mais sincero, profundo e eterno agradecimento.

“O Senhor é o meu pastor, nada me faltará.”

(Salmo 23:1)

RESUMO

O crescente interesse por alternativas alimentares sustentáveis tem impulsionado o uso de subprodutos vegetais, como o farelo de mamona (*Ricinus communis*) para substituir os ingredientes convencionais como o farelo de soja. Além disso, considerando que o consumo de água está diretamente associado à ingestão de matéria seca, ao metabolismo e à produção de leite, torna-se fundamental avaliar se o uso de ingredientes alternativos pode influenciar no consumo hídrico e na produção de leite de vacas. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o consumo de água por vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farelo de mamona (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao farelo de soja. O experimento foi conduzido na Embrapa Agrossilvipastoril (Sinop–MT) com cinco vacas mestiças Holandês × Gir-leiteiro, em delineamento quadrado latino 5×5. As dietas foram compostas por silagem de milho e concentrado (60:40). A substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona não alterou significativamente o consumo de água, que apresentou média de 50,96 L de água/vaca/dia. Além disso, os diferentes níveis de inclusão não afetaram a relação entre o volume de água ingerido e a produção de leite, com valor médio de 3,79:1. Esses resultados indicam que o farelo de mamona pode ser utilizado como fonte proteica alternativa em dietas de vacas leiteiras sem comprometer o equilíbrio hídrico e o desempenho produtivo. Apesar da baixa disponibilidade no Mato Grosso da mamona, e da indústria produtora de seu farelo, além dos custos com transporte, o uso desse subproduto agroindustrial apresenta potencial para nutrição e redução de custos no setor da pecuária leiteira, e da valorização de coprodutos da cadeia produtiva e contribui para a sustentabilidade na pecuária.

Palavras-chave: Bovinocultura leiteira, Consumo de água, Subproduto agroindustrial.

ABSTRACT

The growing interest in sustainable feed alternatives has driven the use of plant by-products, such as castor meal (*Ricinus communis*), to replace conventional ingredients like soybean meal. Additionally, considering that water intake is directly associated with dry matter intake, metabolism, and milk production, it is essential to evaluate whether the use of alternative ingredients may influence water consumption and milk yield in dairy cows. Therefore, this study aimed to evaluate the water intake of dairy cows fed different inclusion levels of castor meal (0, 25, 50, 75, and 100%) as a replacement for soybean meal. The experiment was conducted at Embrapa Agrossilvipastoril (Sinop–MT) using five crossbred Holstein × Gir dairy cows in a 5×5 Latin square design. The diets consisted of corn silage and concentrate (60:40). The replacement (up to 100%) of soybean meal with castor meal did not significantly affect water intake, which averaged 50.96 L of water/cow/day. Moreover, the different inclusion levels did not influence the ratio between water intake and milk production, with an average value of 3.79:1. These findings indicate that castor meal can be used as an alternative protein source in dairy cow diets without compromising water balance or productive performance. Despite the limited availability of castor in Mato Grosso, the restricted industrial production of its meal, and the associated transportation costs, the use of this agro-industrial by-product presents potential to improve nutrition, reduce production costs in the dairy sector, add value to co-products in the production chain, and contribute to sustainability in livestock farming.

Keywords: Agro-industrial byproduct, Dairy cattle, Water intake.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 CENÁRIO DO CONSUMO E PRODUÇÃO DE LEITE BOVINO NO BRASIL E NO MUNDO	12
2.2 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DO ANIMAL	16
2.3 FARELO DE MAMONA	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite configura-se como uma das principais atividades do setor agropecuário brasileiro, com elevada relevância socioeconômica, com presença produtiva em aproximadamente 98% dos municípios do país (MAPA, 2025).

Em 2023, o Brasil produziu aproximadamente 35,4 bilhões de litros de leite de vaca, conforme dados da IBGE. A estrutura produtiva do setor é majoritariamente composta por pequenas e médias propriedades rurais, que desempenham papel central na dinâmica da produção leiteira nacional (Cileite, 2024).

Na bovinocultura leiteira, os custos com alimentação podem representar até 50% do total das despesas de produção, sendo a fração proteica o componente de maior valor econômico dentro da dieta (Lima *et al.*, 2023). A proteína exerce papel essencial na formulação de rações, influenciando diretamente no desempenho produtivo dos animais em função de sua disponibilidade e qualidade. Este nutriente é indispensável para a síntese de tecidos, produção de glicose e atua em processos fisiológicos fundamentais, como funções hormonais, atividade enzimática, transporte e metabolismo de nutrientes (Pires *et al.*, 2004).

Entre os diversos desafios enfrentados pelo setor de bovinocultura de leite, o elevado custo das rações continua sendo um dos principais obstáculos. Aliada à dependência de ingredientes tradicionais utilizados nas formulações, como milho e farelo de soja.

Os insumos classificados como commodities agroindustriais, o que contribui para o aumento dos seus custos e, conseqüentemente, encarece a alimentação (Lima *et al.*, 2023).

Essa competitividade pelos cereais se dá pela sua vasta utilização. Este por sua vez, são usados para suprir a alimentação humana e de outras classes de animais, como os monogástricos e ruminantes. Estabelecendo assim, uma forte concorrência devido a crescente na demanda por esses grãos, tanto no mercado interno quanto no externo (Polizel, 2021).

Diante disso, pesquisas em nutrição animal têm se intensificado com o objetivo de avaliar a viabilidade da substituição de ingredientes convencionais por alimentos subprodutos de origem vegetal na dieta de bovinos leiteiros. Além disso o uso de subprodutos da agroindústria é uma alternativa para reduzir a poluição ambiental, uma vez que seu uso na alimentação animal promoverá um destino para o resíduo. Dentre as alternativas estudadas, destaca-se mamona (*Ricinus communis*), uma oleaginosa pertencente à família Euphorbiaceae.

O principal produto extraído da mamona (*Ricinus communis*) é o óleo, utilizado principalmente como biocombustível. Em seu processamento gera subprodutos como torta,

farelo e casca, os quais apresentam potencial para uso na alimentação animal como fontes nutricionais alternativas (Lima *et al.*, 2023).

Aumentar a rentabilidade, lucratividade e produtividade na pecuária de leite depende de diversos fatores, incluindo avanços em pesquisas que destacam a estudos nutricionais envolvendo a substituição de ingredientes de origem vegetal. Embora as melhorias nas dietas, com o uso de volumosos e concentrados, sejam comuns, a água também é um fator essencial para o bom desempenho dos animais. A água é um nutriente, que é negligenciada dentro do sistema de produção, compreender sua importância e garantir que ela seja oferecida em quantidade e qualidade adequadas é fundamental (Rossoni *et al.*, 2020).

O gado leiteiro é mais sensível à falta de água do que de qualquer outro nutriente, pois a produção de leite demanda grandes volumes hídricos para a manutenção das funções fisiológicas e para a própria síntese do leite, que contém cerca de 87% de água (Medeiros, 2019). Em países tropicais como o Brasil, onde a maior parte da produção de leite é oriunda de rebanhos mestiços mantidos em sistemas extensivos de exploração, há escassas informações sobre melhor uso e aproveitamento da água pelos bovinos leiteiros (Benedetti, 2007).

A água é o nutriente mais abundante exigido pelo organismo e, graças às suas características físicas, funciona como um veículo para o transporte de outros nutrientes e metabólitos, além de potencializar as reações bioquímicas nas células (Sguizzardi, 1979). Apesar de sua importância, a ingestão de água é geralmente negligenciada, principalmente em bovinos de leite. A dificuldade ao determinar os requisitos que afetam o consumo de água de dos animais, se deve à interação entre fatores climáticos, raça, peso, o estado fisiológico do animal e o tipo de dieta (Palhares *et al.*, 2024).

É importante considerar que a introdução de ingredientes alternativos na dieta requer avaliação cuidadosa, pois podem influenciar na ingestão de água, no consumo de matéria seca, e, conseqüentemente, no desempenho produtivo dos animais.

Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o consumo de água de dessedentação por vacas leiteiras alimentadas com farelo de mamona em substituição ao farelo de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CENÁRIO DO CONSUMO E PRODUÇÃO DE LEITE BOVINO NO BRASIL E NO MUNDO

O mercado de alimentos é complexo, envolvendo diversas transações desde o fornecimento até o consumidor final. De acordo com a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2024), a cadeia de suprimentos evoluiu com os avanços tecnológicos e das contribuições da pesquisa e desenvolvimento.

O consumo médio de leite no mundo é de aproximadamente 112 litros por habitante, este consumo de leite e seus derivados têm aumentado cerca de um litro por habitante a cada ano (OECD e FAO, 2024). Alguns países apresentam consumo significativamente mais elevado, como é o caso da Finlândia, onde a média individual atingiu 431 litros (Embrapa, 2025).

Existe uma forte concentração do consumo elevado na Europa entre os 20 países com maior consumo per capita, 18 são europeus. Por outro lado, entre os 20 países com menor consumo, 15 deles estão localizados no Continente Africano (Minas Gerais, 2024).

Na Europa, o consumo médio de leite é de aproximadamente 301 litros por habitante ao ano, com destaque para países como Irlanda, Dinamarca, Luxemburgo e Suíça, cujos valores ultrapassam 415 litros anuais. A Oceania apresenta o maior consumo médio entre os continentes, com cerca de 308 litros por habitante ao ano, destacando-se a Nova Zelândia, com 313 litros, e a Austrália, com 304 litros (Embrapa, 2025).

A Ásia apresenta grande diversidade no consumo de leite, na região da Ásia Central, c, enquanto China, Tailândia e Vietnã consomem menos de 37 litros por habitante ao ano (Embrapa, 2025). Apenas 32% dos países asiáticos superam a média global, essa variação está ligada a fatores culturais, intolerância à lactose e padrões alimentares. A Índia, com consumo médio de 180 litros por habitante ao ano, reflete avanços econômicos e maior acesso nas áreas urbanas, embora o consumo em regiões rurais ainda seja limitado (Embrapa, 2025).

De acordo com os dados Federação Pan-Americana de Leite (Fepale) a América apresenta o consumo médio de leite é de 138 litros por habitante ao ano, abaixo da média mundial 183L/habitante/ano) (Siqueira; Stock; Ferreira, 2021).

Há grande disparidade entre países EUA e Canadá, no qual consomem acima de 270 litros, enquanto Bolívia e Guatemala ficam abaixo de 43 litros por habitante ao ano. Na América do Sul, o Equador lidera com o consumo de 277 litros por habitante ano, seguido por Uruguai,

Argentina e Brasil. Já Bolívia, Peru, Paraguai e Venezuela apresentam baixos níveis de consumo 100L/habitante/ano média dos quatro, influenciados por fatores econômicos, infraestrutura precária e hábitos alimentares (Embrapa, 2025).

O Brasil aumentou seu consumo de leite em 53% nos últimos 30 anos, passando de 123 litros por habitante/ano em 1996 para 188 litros por habitante/ano atualmente, segundo dados do Anuário Leite 2025, publicado pela Embrapa Gado de Leite (Embrapa, 2025). Entre os 10 países maiores consumidores de leite, no contexto Sul-Americano, o Brasil supera seis países, porém sua colocação fica atrás de três países (Embrapa, 2025). Ao analisar no contexto global, entre 127 países monitorados pelo *International Farm Comparison Network* (IFCN) o Brasil ocupa a 57ª posição em consumo per capita (Siqueira, 2025).

De acordo com dados de *World Food and Agriculture: Statistical Yearbook 2024* (FAO), o Brasil se manteve como o 4.º maior produtor mundial de leite bovino em 2022 (FAO, 2024). Em 2023, o Brasil produziu um total de 35.375.235 litros de leite, conforme dados do IBGE (2024), Vale ressaltar, que esta produção é obtida predominantemente por pequenas e médias propriedades (Borges, et al.2016).

A respeito da produção de leite e derivados no Brasil é importante conhecer o processo produtivo, como questões econômicas, de consumo e produção.

O leite e seus derivados desempenham papel essencial na alimentação humana, principalmente devido ao seu elevado valor nutricional (Peixoto, et al., 2022). Além de ser a base para a produção de diversos produtos, como queijos, manteiga, creme e iogurte, entre outros, o leite constitui uma matéria-prima de grande importância para a indústria alimentícia, setor que exerce significativa contribuição na geração de emprego e renda (Netto; Gomes, 2021).

Strassburger *et al.* (2019) destacam que a qualidade do leite é fundamental tanto para a indústria quanto para os produtores, pois impacta diretamente a fabricação de derivados lácteos, a segurança alimentar e a viabilidade de diversos produtos. Nesse contexto, torna-se essencial compreender as características do processo produtivo e as condições higiênico-sanitárias envolvidas. A cadeia produtiva do leite constitui um sistema interdependente, formado por diferentes agentes do setor. Assim, conhecer suas etapas e as relações entre os envolvidos é indispensável para a eficiência e sustentabilidade do setor.

As regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul seguem sendo as maiores produtoras de leite no Brasil, com destaque para os Estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Contudo, a oferta de leite pode ser afetada por diversos fatores, como o ranking

de produção entre os Estados, a captação de leite e a concentração produtiva (Embrapa, 2025), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de leite (milhões de litros) e participação percentual dos principais estados brasileiros em 2023.

Estados	Produção de Leite (milhões de litros)	Participação (%)
Minas Gerais	9.400	26,6
Paraná	4.560	12,9
Rio Grande do Sul	4.110	11,6
Santa Catarina	3.200	9,1
Goiás	2.990	8,5

Fonte: Adaptado de IBGE (2023), Cileite (2024).

Em 2022, observou-se um aumento na captação de leite pelos principais laticínios, o que influenciou positivamente a dinâmica da oferta no país (EMBRAPA, 2025). Esse crescimento refletiu em maior disponibilidade de leite para processamento e comercialização, embora a distribuição e a produção possam variar ao longo do tempo devido a fatores como clima, mercado e políticas públicas.

Atualmente, os dados do primeiro trimestre mostram que a captação e a industrialização de leite mantêm níveis elevados e estáveis, com quase todo o leite adquirido sendo processado, indicando uma continuidade na eficiência do setor. Essa estabilidade sugere que o mercado lácteo brasileiro segue fortalecido, com potencial para atender à demanda interna e manter sua posição no cenário global IBGE (2024).

No Brasil, a produção de leite está concentrada principalmente no estado de Minas Gerais, que lidera com aproximadamente 9,4 bilhões de litros, com uma representação de 26% da produção nacional, seguido pelos estados da Região Sul, como Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, além de Goiás (Tabela 1; Cileite, 2024).

O sucesso na cadeia leiteira, ocorre devido à adoção de tecnologias, aumento da produtividade, práticas como o melhoramento genético dos animais, o manejo adequado, a alimentação balanceada e o cuidado com o bem-estar dos animais, em que essa intensificação na produção permite alcançar resultados satisfatórios na produção leiteira. Isso leva a considerar que as inovações tecnológicas e cuidados com os animais são essenciais para otimizar a produção de leite (Silveira, 2023). Conforme verificado por Aguiar (2020) cerca de 95% do leite no país é produzido em propriedades que utilizam o sistema a pasto em pelo menos uma parte do ano, especialmente no período chuvoso.

Diversos estudos comprovam a eficiência da produção de leite a pasto, como o de Machado *et al.* (2020). Na pesquisa realizada no Tambo de Leite da Unipampa da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), foi conduzida uma pesquisa com o objetivo de analisar a influência da qualidade da forragem no desempenho produtivo de vacas leiteiras. O estudo comparou vacas alimentadas com diferentes pastagens, mas com a mesma quantidade de concentrado, os autores constataram que a qualidade da forragem está diretamente relacionada ao desempenho produtivo. Ou seja, o uso de pastagens adequadas no sistema a pasto resulta em níveis satisfatórios de produção de leite (Silveira, 2023).

De acordo com Delgado, (2021), a produção de leite a pasto pode alcançar resultados expressivos quando há uma escolha adequada do sistema, do tipo de capim e do manejo. O sistema de criação semiconfinado, ou sistema misto, combina alimentação à base de pastagem, silagem e concentrado, sendo comum em propriedades com área agricultável limitada (Bastitelli, 2022). Nesse modelo, os animais permanecem em instalações cobertas por mais de seis horas diárias e, posteriormente, são soltos para acesso às pastagens (EMATER, 2019). A suplementação com concentrado varia conforme a produção do rebanho, podendo incluir tanto rações comerciais quanto ingredientes como milho, caroço de algodão ou farelo de trigo (Carvalho *et al.*, 2022).

O sistema de criação confinado foi desenvolvido como estratégia para elevar o rendimento das vacas leiteiras, utilizando animais de alto potencial produtivo e garantindo maior controle das condições ambientais (Piovesan *et al.*, 2022). Nesse modelo, os animais permanecem o dia todo em instalações cobertas, recebendo alimentação exclusivamente no cocho (EMATER, 2019). A produção torna-se mais estável, pois sofre pouca influência da sazonalidade climática (Piovesan *et al.*, 2022). Além disso, o sistema favorece melhores condições de trabalho e permite a otimização dos manejos por meio do uso de tecnologias e equipamentos motomecanizados.

Para a maximização dos indicadores zootécnicos em sistemas de produção de leite, destaca-se a importância do manejo nutricional estratégico. A formulação de dietas balanceadas, compostas por ingredientes de elevada digestibilidade e adequado perfil aminoacídico, é essencial para otimizar o desempenho produtivo e a eficiência alimentar dos animais. Além disso, a suplementação estratégica, considerando as deficiências nutricionais específicas do pasto e as exigências dos animais, é crucial para alcançar os objetivos produtivos desejados (Lima *et al.* 2023).

2.2 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DO ANIMAL

A água é um recurso natural renovável e fundamental para a manutenção da vida. O organismo pode perder metade da proteína, quase toda a gordura, mas se perder de 10% a 12% de água, vai comprometer as funções vitais e levará à morte (Benedetti, 2007).

Sistemas produtivos, como a pecuária e a agricultura, dependem diretamente da disponibilidade de água, assim como do solo e da biodiversidade, que juntos sustentam os ecossistemas do planeta (Moretti, 2021).

O artigo 2º da Declaração Universal dos Direitos da Água afirma que a água é a seiva do planeta, ou seja, é essencial para a vida de plantas, animais e seres humanos. A mesma água que sustenta as florestas também alimenta os animais de produção, sacia a sede das pessoas e torna possíveis diversas outras atividades (Santos, 2005).

De acordo com esta resolução, as águas são distribuídas em diferentes classes. Sendo a classe 1, água de uso para abastecimento doméstico sem nenhum ou com tratamento simplificado; enquanto, aquelas de classes 2 e 3 são usadas para abastecimento doméstico após tratamento convencional. A água classificada como classe 3 são aquelas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais (BRASIL, 2005).

A água é muito importante para a criação de animais e deve estar sempre disponível em boa quantidade e com qualidade. Seu uso está voltado, principalmente, em atender à necessidade fisiológica a sede, na limpeza das instalações e auxiliar na remoção dos dejetos (Gusmão, 2021).

Na bovinocultura leiteira, a qualidade da água é um fator crítico em todas as etapas do processo produtivo. Ela é essencial tanto para o consumo direto pelos animais, influenciando a ingestão alimentar e o desempenho produtivo, quanto para a higiene no manejo, incluindo a limpeza dos tetos no momento da ordenha, a lavagem e desinfecção de utensílios e equipamentos, além da sanitização das instalações (Embrapa Pecuária Sudeste, 2024).

A pegada hídrica na produção de leite mede o volume total de água utilizado direta e indiretamente para gerar o produto, incluindo água consumida pelos animais, na irrigação de pastagens e nos insumos. Estudos indicam que a maior parte dessa água é proveniente da pegada verde (água da chuva armazenada no solo), enquanto as pegadas azul (água superficial e subterrânea) e cinza (necessária para diluir poluentes), representam frações menores

(Mekonnen; Hoekstra, 2012), conforme valor médio apresentado na Tabela 2. Considerando a importância desse recurso em todas as fases do sistema, surge a necessidade de mensurar seu uso de forma integrada.

Tabela 2 – Pegada hídrica média do leite bovino.

Tipo de Pegada Hídrica	Descrição	Valor médio (L/kg de leite)	Participação (%)
Pegada Verde	Água da chuva armazenada no solo utilizada na produção da forragem.	~860	84%
Pegada Azul	Água superficial e subterrânea utilizada para irrigação ou dessedentação.	~70	7%
Pegada Cinza	Volume necessário para diluição de poluentes, principalmente nitrogênio.	~90	9%
Total	Soma das pegadas hídrica verde, azul e cinza.	~1.020	100%

Fonte: Adaptado de Mekonnen e Hoekstra (2012).

Para a produção de leite, estima-se uma pegada hídrica de aproximadamente 1.000 L/ kg, o equivalente a 250 L por copo de 250 mL de leite (Morais, 2021). Já a carne bovina apresenta um consumo significativamente maior, com valores médios globais entre 15.000 e 15.500 litros de água por kg de carne produzida. Esses volumes incluem toda a água utilizada na irrigação de pastagens e cultivos destinados à alimentação animal, além da água consumida pelos próprios animais (água de bebida, higienização e serviços) (Morais, 2021).

De acordo com Figueiras (2021) as formas de perda de água pelo organismo são: por meio da produção de leite, excreção urinária e fecal, transpiração, evaporação e respiração (Figura 1).

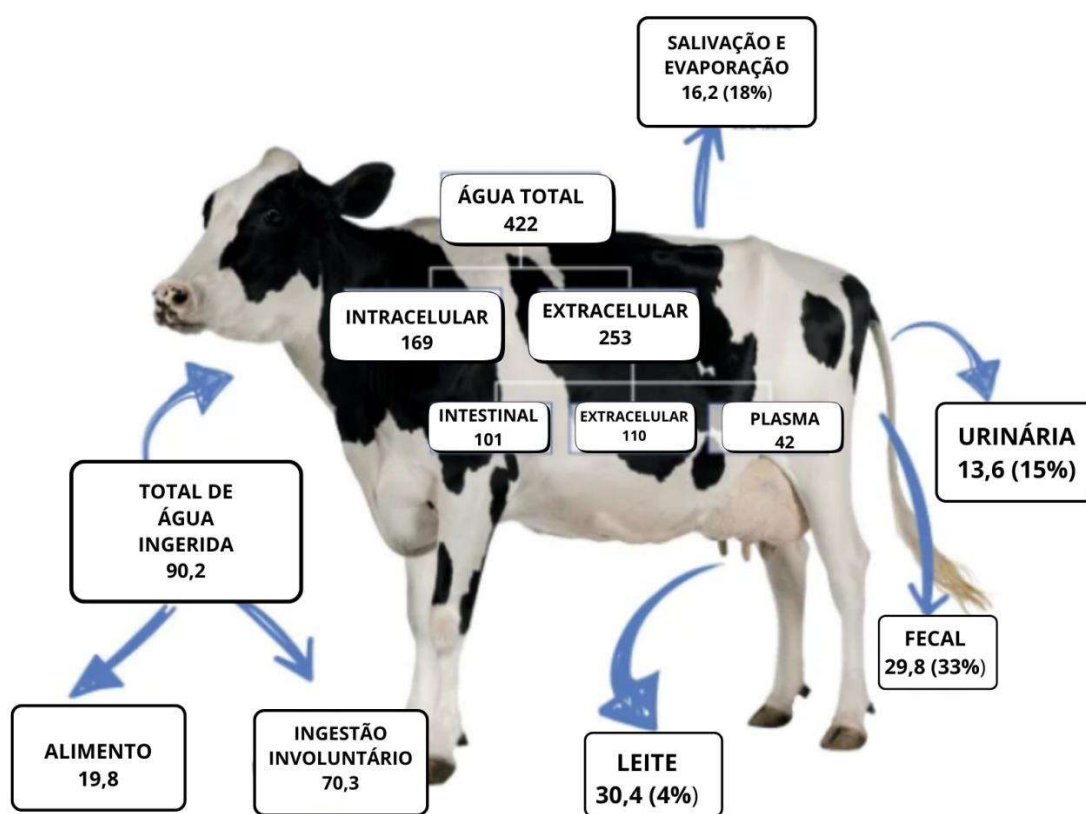


Figura 1. O uso da água no organismo da vaca leiteira.
Fonte: Figueiras (2021).

Os bovinos leiteiros precisam de água em quantidade e qualidade adequadas para manter diversas funções do organismo, como a fermentação no rúmen, o metabolismo, o bom funcionamento do sistema digestivo, a digestão e absorção de nutrientes, a manutenção do volume sanguíneo e a irrigação dos tecidos (IEPEC, 2008).

Em relação ao termo "qualidade da água", é importante destacar que não se refere apenas à sua pureza, mas às suas características químicas, físicas e biológicas. Dependendo dessas características, a água pode ser destinada a diferentes usos (Merten; Minella, 2002).

A água para limpeza na instalação da propriedade leiteira é usada para diferentes destinos, incluindo para o processo de ordenha, que requer limpeza e desinfecção dos equipamentos, e da sala de ordenha e do tanque de resfriamento de leite. A limpeza do equipamento e do tanque de resfriamento é controlada por computador, sendo que as necessidades de água são constantes dentro do mesmo sistema. No entanto, diferentes sistemas estão disponíveis, como limpeza com água quente e limpeza por circulação. A demanda de água de limpeza da sala de ordenha depende da área, do trabalhador, do sistema e da gestão da fazenda. Em operações de limpeza em barracões e salas de ordenha, o uso de limpadores de alta pressão reduz o consumo total de água, mantendo ou mesmo aumentando a eficiência da higienização (Krauss *et al.*, 2016).

O consumo hídrico diário por vaca pode variar entre 40 e 120 litros, dependendo de fatores como nível de produção de leite, tipo de dieta fornecida e condições climáticas (Embrapa Pecuária Sudeste, 2024). Conforme destaca Oliveira *et al.* (2016), a exigência de água dos bovinos é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos (internos) incluem o estado fisiológico (como lactação, crescimento e gestação), peso corporal, idade, raça e genética). Os fatores extrínsecos (externos) envolvem condições ambientais, como temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, altitude, qualidade da água e tipo de dieta, incluindo o teor de matéria seca e a ingestão de água.

Os bovinos são menos suscetíveis à escassez de água do que os animais monogástricos, uma vez que o pré-estômago dos ruminantes atua como um reservatório de líquidos que pode ser utilizado em períodos de rápida restrição hídrica. No entanto, isso não significa que a oferta de água possa ser negligenciada, pois a hidratação adequada continua sendo essencial para a saúde e o desempenho desses animais (Pereira; Paterniani; Demarchi, 2009).

A Tabela 3 representa as informações da quantidade de água exigida por bovinos de corte e vacas leiteiras em função do peso e temperatura ambiente (Pereira; Paterniani; Demarchi, 2009).

Tabela 3 - Exigências diárias de água (L) para bovinos e vacas em função do peso e da temperatura ambiente.

Peso	10,0 °C	21,1 °C	26,6 °C	32,2 °C
Bovinos de corte				
180	16,3	22,0	26,6	36,0
270	22,0	29,5	34,0	36,0
370	26,0	35,0	40,1	57,0
455	35,6	41,0	55,0	78,0
Vaca leiteira				
> 410	48,0	64,0	68,0	61,0

Fonte: Adaptado de Pereira, Paterniani, Demarchi (2009).

De acordo com os autores Pereira; Paterniani e Demarchi (2009), vacas leiteiras com peso superior a 410 kg podem consumir entre 48 e 68 L de água por dia, em temperaturas entre 10 °C e 26,6 °C, sem considerar a produção de leite. Ao considerar a produção de 25 L de leite diários, é necessário um acréscimo aproximado de 100 L de água apenas para a produção láctea, ou seja, uma demanda de 4 a 5 Kg de água para cada litro de leite produzidos. Por isso, o consumo total de água de vacas leiteiras pode variar de 80 a 190 L por dia, dependendo da produção, temperatura ambiente, peso do animal e composição da dieta (Pereira; Paterniani; Demarchi, 2009).

Segundo Pereira, Paterniani e Demarchi (2009), o consumo diário de água pelos bovinos aumenta significativamente em função da temperatura ambiente, do peso corporal e do nível de lactação. Estimados para cada grau Celsius de aumento na temperatura, um aumento no consumo hídrico de 1,5 Kg por dia. Segundo Titto (1998), nessas condições, o consumo diário de água pode chegar a variar entre 50 e 100 L/kg. Considerando o estresse térmico frequente e os procedimentos de ordenha, é fundamental garantir que as vacas tenham acesso facilitado a água limpa e de boa qualidade tanto na área de espera quanto na saída da sala de ordenha (Martinez, 2017).

O aumento no consumo hídrico com aumento na temperatura se deve ao fato de que o calor intensifica as perdas hídricas por sudorese e respiração, exigindo maior ingestão de água para manter a termorregulação. Essa estratégia ajuda a compensar as perdas de água, o que vai contribuir para a redução da temperatura corporal por meio do contato da água, geralmente mais fria, com as mucosas do trato digestivo (Titto, 1998).

Martinez (2017), destaca que durante os meses mais quentes, em temperaturas acima de 30 °C, o estresse térmico combinado com alta umidade contribui para um aumento significativo no consumo de água. Esse acréscimo, por sua vez, eleva a excreção urinária e altera a composição dos dejetos dos animais (Nascimento *et al.*, 2018).

Diante do exposto, é essencial garantir acesso fácil a água limpa e de qualidade. Como alternativa, bebedouros grandes com boias de alta vazão são recomendados, permitindo que as vacas bebam livremente, já que podem consumir até 150 litros de água por dia (Martinez, 2017), por exemplo em pontos estratégicos como nas áreas de espera e saída da ordenha.

Ribeiro (2021) afirma que vacas em lactação necessitam de uma maior ingestão de água em proporção ao seu peso corporal, especialmente quando comparadas a outras categorias de animais, uma vez que o leite é formado por cerca de 87% de água.

Fienga (2021) destacou dois momentos importantes na vida produtiva de uma vaca: a lactação, em que são necessários de 3 a 4 Kg de água para cada quilo de leite produzido, e a gestação, especialmente nos últimos quatro meses, quando o consumo de água aumenta devido ao desenvolvimento do feto.

Segundo Martinez (2017), a água ingerida pelo gado leiteiro pode diversificar também em função da fase do crescimento, o clima, o tipo de dieta, entre outros, superando os 120 L a 150 L/dia de água a serem consumidos, dependendo do peso corporal do animal, consumo de matéria seca e energia, qualidade da água, espécie, raça e diferentes estágios fisiológicos do animal (crescimento, gestação e lactação) e condições ambientais.

Além disso, o nível de atividade física e a taxa de ganho de peso também impactam o consumo de água pelos animais (Palhares, 2013). De acordo com a FAO (2019), o custo hídrico adicional para o deslocamento de bovinos é de aproximadamente 0,0014 L por kg de peso corporal por km percorrido.

O National Research Council (NRC, 1981) estima que a locomoção sobre terreno plano exige em torno de 0,35 kcal (0,00035 Mcal) de energia líquida por kg de peso por km, totalizando aproximadamente 87,5 Mcal para o mesmo percurso. Além disso, o aquecimento dessa água à temperatura corporal (~39 °C) acrescenta demanda energética adicional. Portanto, percorrer distâncias longas gera exigências significativas de água e energia, impactando diretamente no planejamento alimentar e manejo para assegurar hidratação e aporte energético adequados (FAO, 2019; NRC, 1981).

Ao considerar os alimentos, as suas propriedades sensoriais, por si só, instigam a ingestão de água, alguns estímulos pré-gástricos ou gastrointestinais podem ser considerados como estimuladores da mastigação e, decorrente disso também da ingestão de água, pois ela facilita o processo de deglutição (Fienga, 2021).

Em dietas com o mesmo nível de ingestão, aquelas com maior teor de fibra indigestível provocam maiores perdas de água nas fezes, o que eleva a necessidade de ingestão hídrica (Muhonen; Philippeau; Julliand, 2022). Já bezerros alimentados com dietas líquidas apresentam maior consumo de água por quilo de matéria seca em comparação com animais mais velhos, que recebem dieta sólida (Embrapa Pecuária Sul, 2023; MAPA, 2023).

O pastejo de capins de baixa qualidade, comuns em regiões tropicais, leva a uma menor ingestão de água devido ao reduzido consumo de matéria seca (Mezzalira, 2013).

A quantidade de matéria seca presente na dieta dos animais é um fator determinante no consumo de água, conforme apontam NASEM (2021), dietas com maior teor de matéria seca como feno, concentrados ou alimentos conservados aumentam a necessidade de ingestão de água, uma vez que fornecem menor quantidade de umidade ao animal. Por outro lado, quando a dieta é composta por forragens mais úmidas, como pastagens frescas ou silagens, parte da demanda hídrica é suprida pela própria alimentação, reduzindo o volume de água bebido diretamente.

Segundo o Curso Técnico em Recursos Hídricos Zootecnia (Grisso; Fike, 2020), as forrageiras oferecidas *in natura* apresentam, em média, cerca de 75% de água em sua composição. Já quando fornecidas na forma de feno, esse teor reduz-se substancialmente, atingindo aproximadamente 10%.

Os alimentos concentrados podem ter teor de umidade de até 10%, principalmente farelos e grãos (EMBRAPA, 2001), resultando em cerca de 90% de matéria seca (MS), valor destacado por Detmann *et al.* (2022), ao descreverem a importância de determinar o teor de matéria seca como parâmetro fundamental na caracterização dos alimentos.

Em experimento conduzido por Dewhurst, Offer e Thomas (2010), vacas em lactação alimentadas com silagens de diferentes teores de MS apresentaram ingestão de água de bebida variando de 20,1 L/dia a 89,9 L/dia (média de 45,2 L/dia). Eles observaram que o consumo de água aumentou com o aumento da concentração de matéria seca da silagem.

Bovinos mantidos a pasto, consumindo alimentos com baixo teor de matéria seca, tendem a apresentar menor demanda diária por ingestão de água em comparação àqueles alimentados com dietas ricas em concentrados que possuem teor de matéria seca de três a quatro vezes superior ao das forrageiras ou com base em forragens conservadas. Isso ocorre porque dietas com concentrados geralmente contêm níveis elevados de proteínas e sais minerais, os quais aumentam significativamente a necessidade de consumo hídrico pelos animais (Embrapa Pecuária Sul; MAPA, 2023).

2.3 FARELO DE MAMONA

A mamoneira (*Ricinus communis*) é uma planta da família Euphorbiaceae, amplamente distribuída em regiões tropicais, incluindo o Brasil, onde se adaptou com facilidade. Sua capacidade de adaptação a diversas condições ambientais, aliada à resistência ao déficit hídrico, permite seu desenvolvimento em solos pouco férteis e em condições adversas para muitas outras espécies (Silva *et al.*, 2024).

Segundo o mais recente levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção nacional de mamona na safra 2024/2025 abrangeu 64,2 mil hectares, resultando em uma colheita de 87,7 mil toneladas. Este desempenho mantém o Brasil na posição de terceiro maior produtor mundial da oleaginosa (CONAB, 2025).

O avanço de novos produtos biotecnológicos está impulsionando projetos inovadores que buscam substituir materiais sintéticos por alternativas biodegradáveis ou suprir a escassez de recursos. Nesse contexto, a mamona (*Ricinus communis*) tem se destacado em diversos setores industriais, não apenas pela produção de derivados do óleo, mas também pelo aproveitamento

de seu subproduto, a torta ou farelo de mamona, agregando valor e ampliando suas aplicações (Silva *et al.*, 2015).

Além disso, possui aplicações importantes na indústria cosmética, na extração de óleo e na fabricação de superplásticos, evidenciando seu valor econômico e seu potencial de inovação em diversos setores industriais. Porém o seu uso *in natura* na alimentação animal recomenda-se ser evitado, uma vez que a planta da mamona possui componentes considerados antinutricionais (Akande *et al.*, 2016).

Os fatores antinutricionais são compostos naturais encontrados em diversas espécies vegetais, desempenhando funções essenciais para a planta, como defesa contra herbívoros e patógenos, além de atuar no armazenamento de nutrientes necessários para a germinação das sementes (Santos *et al.*, 2019).

Apesar de sua importância ecológica, esses compostos podem interferir negativamente na absorção de nutrientes essenciais pelos consumidores, incluindo humanos e animais (Ram *et al.*, 2020).

Essa dupla funcionalidade armazenamento de nutrientes para germinação e defesa ativa da planta demonstra como proteínas e peptídeos desempenham papéis cruciais na defesa das plantas contra patógenos e estresses ambientais. Essas biomoléculas atuam como componentes essenciais do sistema imunológico vegetal, participando de mecanismos de reconhecimento de patógenos, sinalização celular e indução de respostas de defesa (Ali *et al.*, 2018; Souza, 2020).

Diversos métodos físicos, químicos e biológicos são empregados para mitigar os efeitos dos fatores antinutricionais presentes em grãos destinados à alimentação humana e animal. Essas estratégias visam reduzir ou inativar compostos como fitatos, taninos, inibidores de proteases e lectinas, que podem comprometer a biodisponibilidade de nutrientes (Amaral *et al.*, 2023).

Segundo a EMBRAPA (2024), o farelo de mamona, subproduto da extração de óleo das sementes de *Ricinus communis*, é reconhecido por seu elevado teor proteico, variando de 37% a 45% de proteína bruta, o que o torna uma alternativa viável para a alimentação animal, especialmente como substituto do farelo de soja em dietas de ruminantes.

O farelo de mamona destoxificado distingue-se da torta pela metodologia de extração, que utiliza solvente, resultando em um produto com menor teor de óleo e maior concentração de proteína bruta (PB), aproximadamente 40% com base na matéria seca (MS). Essa característica torna o farelo de mamona uma alternativa promissora como aditivo na alimentação animal (Silva *et al.*, 2019).

Apesar de ser uma alternativa promissora, este coproduto apresenta limitações devido à sua toxicidade e potencial alergênico. Por isso, é essencial um tratamento prévio de destoxificação para torná-lo seguro para consumo, livre de toxinas (Dantas Júnior *et al.*, 2020). A toxicidade se deve a três componentes: ricina (uma proteína), ricinina (um alcaloide) e CB-1A (um complexo alergênico).

A mamona contém fatores antinutricionais que podem causar alergias devido à presença de compostos alergênicos e lectinas citotóxicas, como a ricina e a aglutinina *Ricinus communis* (RCA). Devido a intensa ação citotóxica destes compostos uma única molécula é capaz de destruir os ribossomos da célula mais rapidamente do que eles podem ser regenerados ocasionando a morte celular (Olsnes; Kozlov, 2001), consequentemente, podendo levar os animais à morte (Ribeiro *et al.*, 2022).

Estudos demonstram que bovinos possuem maior tolerância à ricina em comparação aos ovinos, sendo capazes de suportar exposições prolongadas a concentrações mais elevadas da toxina. Polito *et al.* (2019) observaram que novilhas adaptadas toleram, em média, 20 mg de ricina por quilograma de peso corporal (PC), enquanto ovinos suportam aproximadamente 1,4 mg/Kg PC por dia. Os autores também relataram que, em ambas as espécies, doses superiores às mencionadas resultaram em alterações morfológicas em diversos tecidos.

De acordo com Akande *et al.* (2016), há uma variedade de métodos aplicados para a destoxificação da torta ou do farelo de mamona, que incluem abordagens físicas (como calor e pressão), químicas (utilização de substâncias como álcalis, hidróxido de sódio, ácidos, fosfatos mono e bicálcico, ureia, amônia, sais, taninos, entre outros), biotecnológicas (envolvendo microrganismos e manipulação genética) e combinações entre essas diferentes técnicas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop – MT (“latitude 11° 51’ 43” Sul, longitude 55° 35’ 27” Oeste e 384 m de altitude). O clima da região é classificado, segundo Köppen tropical de Savana, com inverno seco (Aw), que alterna entre estação chuvosa e estação seca (Souza *et al.*, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5 × 5, composto por cinco vacas em lactação, mestiças Holandês Preto e Branco × Gir-leiteiro (grupo genético ¾ Holandês Preto e Branco), primíparas e não gestantes, com aproximadamente 150 dias de lactação, peso corporal médio de 530 Kg e produção média de 13 Kg de leite/animal/dia.

Foram avaliados cinco níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona no concentrado: 0, 25, 50, 75 e 100% (base da matéria seca). Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente entre os animais, assegurando que cada combinação dieta–animal ocorresse apenas uma vez. O experimento teve duração total de 100 dias, divididos em cinco períodos experimentais de 20 dias, sendo 15 dias destinados à adaptação dos animais às dietas e 5 dias para coleta de dados.

O volumoso utilizado foi a silagem de milho, e os alimentos concentrados incluíram milho, farelo de soja, farelo de mamona, fosfato bicálcico, calcário, sal comum e premix mineral. O farelo de mamona utilizado foi adquirido diretamente da unidade industrial da A. Azevedo Óleos (Oleon Brasil S.A.), localizada em Itupeva-SP, por meio da qual se faz a extração industrial de óleo e subprodutos da mamona. A composição química dos ingredientes utilizados nas dietas encontra-se apresentada na Tabela 4.

Tabela 4- Composição química dos ingredientes das dietas.

Nutrientes ¹ (%)	Silagem de milho	Farelo de mamona	Milho	Farelo de soja
Matéria seca	30,89	88,02	89,56	90,29
Proteína bruta	8,74	41,86	9,02	51,68
Extrato etéreo	2,83	1,92	4,23	0,97
Fibra insolúvel em detergente neutro	52,29	31,79	13,6	16,73

¹ na base da matéria seca.

As dietas foram formuladas de forma que a serem isonitrogenadas, com 13,42% de proteína bruta (PB). Os concentrados foram misturados ao volumoso na proporção de 40:60 (Tabela 5).

Tabela 5 - Composição (%) das rações concentradas (%MS) em função da inclusão dos ingredientes da dieta utilizada.

Alimentos	Níveis de inclusão do farelo de mamona ¹				
	0%	25%	50%	75%	100%
Silagem de milho	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de mamona	00,00	3,32	6,68	10,02	13,39
Milho	28,88	28,32	27,75	27,18	26,61
Farelo de soja	11,12	8,36	5,58	2,80	0,00
Composição química (%) ¹					
Matéria seca	54,44	54,37	54,30	54,22	54,15
Proteína bruta	13,60	13,51	13,43	13,34	13,25
Extrato etéreo	3,03	3,04	3,05	3,07	3,08
Fibra em detergente neutro	37,16	37,68	38,21	38,72	39,25

¹ na base da MS.

As vacas foram mantidas em piquetes individuais, providos de comedouro e bebedouro. A alimentação é fornecida duas vezes ao dia (8 e 16 h). O monitoramento do consumo de alimentos foi diariamente para permitir sobra no cocho em torno de 10%. As amostragens e pesagens dos alimentos oferecidos e das sobras foram realizadas diariamente nos cinco últimos dias de cada período experimental.

Em cada piquete foi instalado um bebedouro com hidrômetro, o que permitiu o registro do consumo de água individual e diário dos animais. As leituras foram realizadas entre o 16º e 20º dias do período experimental, uma vez por dia às 7:00 horas. Ajustes para precipitação e evaporação foram realizados com base nos dados de precipitação acumulada e de evapotranspiração registradas pela estação meteorológica da Embrapa Agrossilvipstoril em Sinop – MT.

Para avaliar a relação entre o consumo de água e a produção diária de leite, considerou-se a quantidade total de água ingerida pelos animais em 24 horas em comparação com a quantidade de leite produzida no mesmo período. Essa relação expressa quantos kg de água são necessários para produzir um kg de leite. Os resultados foram submetidos à análise de variância

e regressão, por meio do Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. Os efeitos considerados significativos quando $\alpha = 0,05$ (Ferreira, 2011a).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y = \mu_{ijk} + P_i + A_j + T_k + e_{ijk}$$

μ_{ijk} = efeito médio geral ijk

P_i = efeito do período i

A_j = efeito do animal j

T_k = efeito do tratamento K

e_{ijk} = erro aleatório ijk

i = Período (1, 2, 3, 4, 5)

j = animal (1, 2, 3, 4, 5)

K = tratamento (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de inclusão do farelo de mamona em substituição ao farelo de soja no concentrado).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água e a relação entre o consumo de água e a produção de leite (L água/L leite) por vacas lactantes não foram influenciados ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de inclusão do farelo de mamona (Tabela 6). Observou-se consumo médio diário de água de 50,96 L/vaca/dia, e uma relação média de 3,79:1 (L de água por L de leite produzido). Esses resultados indicam que a inclusão de farelo de mamona no concentrado não alterou significativamente a ingestão hídrica e a eficiência de utilização da água pelas vacas em lactação.

Tabela 6 – Valores médios de consumo diário de água (L/dia) e relação entre consumo de água e produção de leite (L água/ L leite), conforme os diferentes níveis de inclusão de farelo de mamona.

Variável	Níveis de Inclusão (%)					Média	CV (%)
	0	25	50	75	100		
Consumo de água (L/dia)	53,05	53,33	48,78	50,25	49,38	50,96	10,62
L água/ L leite	3,72	3,80	3,67	4,00	3,71	3,79	9,04

Os resultados obtidos indicam que a inclusão crescente de farelo de mamona no concentrado das dietas não alterou o padrão de consumo hídrico das vacas, o que sugere que a palatabilidade e o equilíbrio nutricional das dietas foram preservados mesmo com a substituição parcial ou total no concentrado. Esse comportamento está associado ao fato de que, na ausência de mudanças significativas no consumo de alimento, o consumo de água tende a permanecer estável, refletindo um sistema ingestivo equilibrado.

Essa interpretação é respaldada por dados clássicos da literatura, que apontam uma relação direta entre ingestão de matéria seca, produção de leite e consumo de água. Segundo NRC (2001) e Mertens (1994), a estabilidade desses parâmetros favorece a manutenção do consumo hídrico, uma vez que a água participa de processos essenciais como digestão, termorregulação e metabolismo energético. Tal comportamento foi confirmado no estudo complementar desenvolvido por Lima (2024), no qual os níveis de inclusão de farelo de mamona não influenciaram a ingestão de matéria seca, registrada em média de 24,13 Kg MS/dia.

Além disso, a forte associação entre ingestão alimentar e consumo de água já havia sido descrita por Silva et al. (2010) e Cardot et al. (2008), que relataram alta correlação entre esses parâmetros em vacas lactantes. Dessa forma, a ausência de efeito dos tratamentos sobre o

consumo de água era esperada e reforça que os diferentes níveis de farelo de mamona não comprometeriam o comportamento ingestivo dos animais, assegurando a estabilidade tanto do consumo hídrico quanto do desempenho produtivo.

Ao analisar as dietas experimentais, observa-se que o teor de matéria seca se manteve praticamente constante (54,44 a 54,15%), indicando ausência de variações relevantes na umidade das dietas. Dessa forma, não se esperam alterações expressivas no consumo de água em função dessa variável. Em contrapartida, o teor de fibra em detergente neutro aumentou gradualmente de 37,16% para 39,25% com a inclusão crescente de farelo de mamona, refletindo a substituição parcial do farelo de soja por um ingrediente mais fibroso. Embora dietas com maior teor de fibra elevem discretamente o consumo de água devido ao aumento da necessidade de fluido ruminal para fermentação e digestão (NRC, 2001), o incremento observado foi pequeno, o que sugere que o consumo hídrico das vacas permaneceu constante entre os tratamentos.

A média de 50,96 L/vaca/dia observada neste estudo encontra-se dentro da faixa de consumo de água verificado por Cardot *et al.* (2008), que obtiveram os consumos entre 40 e 70 L/dia em vacas Holandesas em lactação, de acordo com os autores, foi influenciado pela temperatura ambiente, estágio de lactação e a produção de leite.

Considerando a produção de leite e o consumo de matéria seca, diversos autores destacam que existe uma forte correlação positiva entre essas variáveis e o consumo de água. Segundo Andersen *et al.* (2016), para cada 1 kg de leite produzido, a vaca consome de 3 a 5 litros de água, dependendo da temperatura ambiente e do teor de matéria seca da dieta. Assim, considerando a média de 50,96 L de consumo de água por vaca/dia e aplicando a relação proposta, estima-se uma produção média entre 10 e 16 Kg de leite por vaca/dia, compatível com animais em produção moderada sob condições tropicais.

Outro fator importante a considerar é a temperatura e o ambiente de criação. Segundo West (2003), o consumo de água aumenta cerca de 1,2 L para cada grau Celsius acima de 20°C, em função da maior necessidade de dissipação de calor. Embora o experimento em questão não apresente dados de temperatura, é provável que as condições ambientais tenham sido semelhantes entre os tratamentos, o que contribui para a ausência de diferença significativa entre os níveis de inclusão do farelo de mamona.

O consumo de água também está relacionado à produção de leite, uma vez que este é composto por aproximadamente 87% de água (Costa *et al.*, 2019). Assim, o balanço hídrico adequado é essencial para a manutenção da produção de leite. Ferreira *et al.* (2011b) verificaram que vacas com menor consumo de água apresentaram redução significativa na produção de

leite, reforçando a importância da disponibilidade hídrica para a expressão do potencial produtivo.

No presente estudo, a estabilidade no consumo de água contribuiu para a manutenção da produção de leite, mesmo com a substituição parcial ou total da fonte proteica pelo farelo de mamona. A relação média de 3,79 L de água por litro de leite produzido indica boa aceitação e adaptação das vacas à dieta experimental, evidenciando a estreita relação entre o consumo hídrico e o desempenho produtivo dos animais.

De forma geral, os resultados demonstram que a inclusão de até 100% de farelo de mamona no concentrado não compromete o consumo hídrico das vacas leiteiras, o que representa um indicativo positivo do ponto de vista fisiológico e produtivo.

No entanto, sob a perspectiva econômica, especialmente no estado de Mato Grosso, o uso do farelo de mamona pode não ser vantajoso, uma vez que seu custo tende a ser superior ao de outros ingredientes comumente utilizados na alimentação de vacas leiteiras, devido à menor disponibilidade regional e aos custos de transporte.

Ainda assim, trata-se de um ingrediente com potencial favorável, por ser um subproduto agroindustrial capaz de agregar valor à cadeia produtiva da mamona. Do ponto de vista nutricional, o farelo de mamona também se destaca como um ingrediente relevante, pois apresenta bom teor de proteína bruta e pode contribuir para a formulação de dietas mais sustentáveis e diversificadas para os animais, desde que devidamente detoxificado e utilizado dentro dos limites de segurança. Dessa forma, amplia as alternativas de ingredientes disponíveis para a nutrição animal e reforça o aproveitamento de subprodutos agroindustriais.

5 CONCLUSÃO

A substituição parcial ou total do farelo de soja por farelo de mamona não altera o consumo de água e a relação entre consumo hídrico e produção de leite.

A estabilidade no consumo de água confirma a relação entre ingestão hídrica, consumo de matéria seca e produção de leite.

O farelo de mamona pode ser utilizado como fonte proteica alternativa sem comprometer o equilíbrio hídrico ou o desempenho produtivo das vacas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. A. A contribuição dos sistemas de produção de leite em pasto. 2020. **Portal do Agronegócio**. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/pecuaria/bovinos-leite/artigos/a-contribuicao-dos-sistemas-de-producao-de-leite-em-pasto>. Acesso em: 14 jun. 2025.
- AKANDE, T. O.; ODUNSI, A. A.; AKINFALA, E. O. A review of nutritional and toxicological implications of castor bean (*Ricinus communis* L.) meal in animal feeding systems. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl.)**, v. 100, n. 2, p. 201-210, abr. 2016. Epub 2015 Jul 7.
- ALI, S.; GANAI, B. A.; KAMILI, A. N.; BHAT, A. A.; MIR, Z. A.; BHAT, J. A.; Grover. Pathogenesis-related proteins and peptides as promising tools for engineering plants with multiple stress tolerance. **Microbiological research**, 212, p. 29–37, 2018.
- AMARAL, T. B. P. **Aproveitamento de resíduos do processamento de produtos de origem vegetal e animal**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, MG, 2023.
- ANDERSEN, H. M.-L.; APPUHAMY, J. A. D. R. N.; JUDY, J.; KEBREAB, E.; KONONOFF, P. J. Drinking water intake in lactating dairy cows: a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 8365–8375, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11283>
- BATISTELLI, I.; BATISTELLI, J.; BESS, BL.; FL, M.; KAK, M. Recria intensiva em confinamento como estratégia de manejo em bovinos de corte-revisão de literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 2, pág. e1611225179-e1611225179, 2022.
- BENEDETTI, E. Água – fonte da vida – considerações. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1–5, jul. 2013. Acesso em: 28 jun. 2025.
- BENEDETTI, E. *Água na nutrição de ruminantes*. Uberaba: Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU); Fundação Educacional para o Desenvolvimento das Ciências Agrárias (FUNDAGRI), 2007.
- BORGES, M. S.; GUEDES, C. A. M.; CASTRO, M. C. D. E. Programa de assistência técnica para o desenvolvimento de pequenas propriedades leiteiras em Valença-RJ e região Sul Fluminense. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 14, supl. spe, p. 569-592, jul. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3232/323246418010/html/>.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. **Resiliência em Cadeias de Valor**. Secretaria de Política Econômica (SPE). Brasília, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do Leite**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 10 Dez. 2025.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Direito Ambiental**. Disponível em: <https://direitoambiental.com/resolucao-no-357-de-17-de-marco-de-2005/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

CARDOT, V.; LE ROUX, Y.; JURJANZ, S. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 6, p. 2257-2264, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0204>.

CARVALHO, C. C. S.; SILVA, A. F.; SILVA, E. A. Supplementation strategies for lactating F1 Holstein x Zebu cows on deferred pastures. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 1065–1077, 2022.

CILEITE. CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE. **Leite em números – produção e produtividade**. Minas Gerais, MG: Embrapa Gado de Leite, 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2024/2025, sétimo levantamento**. Brasília, DF: CONAB, v. 12, n. 7, p. 1–128, abr. 2025.

COSTA, D. F. A.; MATARIM, D. L.; DE SOUSA, R. V.; MARTELLO, L. S. Aspectos produtivos e fisiológicos de vacas leiteiras submetidas ao estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 48, e20180246, 2019.

DANTAS JÚNIOR, P.; R.; **Níveis de inclusão de farelo de mamona detoxificado na ensilagem de cana-de-açúcar na dieta de ovinos: desempenho e parâmetros histológicos**. 2020. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020. Disponível em: Acesso em: 8 nov. 2025.

DELGADO, V. Sistema a pasto permite aumento de até 946% na produção de leite por hectare. 2021. **InfocoMS**. Disponível em: <https://www.infocoms.com.br/content/sistema-pasto-permite-aumento-de-ate-946-na-producao-de-leite-por-hectare>. Acesso em: 27 mar. 2023.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2022.

DEWHURST, R. J.; OFFER, N. W.; THOMAS, C. Effect of silage dry matter content on voluntary water intake in lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, n. 3-4, p. 123-130, 2010.

EMATER. **Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul**: 2019. Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 2019. 114 p.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE. **Alimentos para bovinos: composição e valores nutritivos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Anuário Leite 2024**: indicadores, tendências e oportunidades para o setor lácteo. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2024.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Anuário leite 2025**: produção de leite e mudanças climáticas. Anuário leite 2025: Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2025.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE. **Estudo aponta valores de referência para consumo de água em propriedades leiteiras**. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87727052/estudo-apresenta-indicadores-para-consumo-de-agua-por-vacas-e-limpeza-da-ordenha-por-sistema-de-producao>. Acesso em: 02 dez. 2025.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Farelo de mamona é testado como nova opção para alimentação de bovinos de corte**. Portal Embrapa, 4 set. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/92216550/castor-meal-tested-as-new-option-for-beef-cattle-feed?utm>. Acesso em: 29 maio 2025.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Avaliação genética multirracial. **Anuário Leite 2024**, Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA; **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**. SILVEIRA, Márcia Cristina TEIXEIRA D; TRENTIN, GUSTAVO E. **Manejo da água na pecuária: aplicação de conceitos, princípios e práticas para racionalizar seu uso**. Brasília, DF: Embrapa, 2023.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Water use in livestock production systems and supply chains: guidelines for assessment**. Roma. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca5685en/CA5685EN.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2025.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO STAT Livestock Primary**. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca5685en/CA5685EN.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2025.

FERREIRA, D. F. Sisvar um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011a

FERREIRA, A. L.; PEREIRA, M. N.; COELHO, S. G. Efeitos do consumo de água sobre a produção e composição do leite em vacas Holandesas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 687–694, 2011b.

FIENGA, D. L. D. S. **Importância da água para bovinos leiteiros**: revisão bibliográfica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, 2021.

FIGUEIRAS, G. **Ingestão de água por bovinos de leite: saiba tudo sobre a importância desse nutriente**. Jan. 2021. Disponível em: <https://prodap.com.br/pt/blog/agua-para-bovinos-de-leite>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GUSMÃO, C. L. **Impactos da qualidade da água na produção de bovinos de corte criados a pasto**. 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Católica de Goiás, 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa trimestral do leite 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral do Leite – 4º trimestre de 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

IEPEC. **A importância da qualidade da água para vacas leiteiras**. 2008. 5 p. Disponível em: <http://www.iepec.com/noticia/a-importancia-daqualidade-da-agua-para-vacas-leiteiras>. Acesso em: 2008.

KRAUSS, M.; DRASTIG, K.; PROCHNOW, A.; ROSE-MEIERHÖFER, S.; KRAATZ, S. Uso de água potável e de limpeza em um celeiro para vacas leiteiras. **Água, Basel**, v. 8, n. 7, p. 302, 29 nov. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w8070302>. Acesso em: 25 jun. 2025.

LIMA, FERNANDA MARTINS. **Comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com farelo de mamona**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Linguagem, Ciências Agrárias e Sociais Aplicadas, Campus de Pontes e Lacerda, Pontes e Lacerda-MT, 2024.

LIMA, M. R., LUDKE, M. D. C. M. M., SANTOS, E. L., NUNES, C. A. R., & Oliveira, C. J. P. Farelo de mamona em dietas para tilápia do Nilo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 22, n. 3, p. 445, 2023.

MACHADO, G.; S. M. SOARES, R.; OURIQUE GAYER, T.; FRAPORTI, L.; CASTRO FORTES, A.; CRISTINA LUDWIG, L.; DALAZEN CASTAGNARA, D. Aumento da produção de leite em disposição ao pasto. **Anais[...]** do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Mapa do leite**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 15 fev. 2023.

MARTINEZ, R. A importância da água para as vacas. **Cotrisoja**, 2017. Disponível em: <http://www.cotrisoja.com.br/a-importancia-da-agua-para-asvacas/>. Acesso em: 30 maio 2021.

MEDEIROS, F.; C.; **Água como componente quantitativo mais relevante no leite bovino**. Universidade Estadual da Paraíba, 2019. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br>. Acesso em: 19 nov. 2025.

MEKONNEN, MESFIN M.; HOEKSTRA, ARJEN Y. A; Global assessment of the water footprint of farm animal products. **Ecosystems**, v. 15, p. 401-415, 2012.

MERTEN, G.; H.; MINELLA, J.; P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450–493.

MEZZALIRA, J.; C.; **Taxa de ingestão de forragem de curto prazo em condições de pastejo: um estudo contrastando pastagens temperadas e tropicais**. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/72757>. Acesso em: 19 jun. 2025.

MINAS GERAIS. **Diagnóstico estratégico da cadeia produtiva agroindustrial do leite em Minas Gerais: relatório final**. Coord. Gustavo Bastos Braga. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, jul. 2024.

MORAIS, BRENO BARDELLA. **Ingestão de matéria seca por vacas leiteiras: implicações no desempenho produtivo**. 2021. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, jul. 2021.

MORETTI, C. Sustentabilidade: uma bússola para a agricultura. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 18 out. 2021. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/opiniao/espaco-aberto/sustentabilidade-uma-bussola-para-a-agricultura/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

MUHONEN, S; PHILIPPEAU, C.; JULLIAND, V. Effects of differences in fibre composition and maturity of forage-based diets on the fluid balance, water-holding capacity and viscosity in equine caecum and colon digesta. **Animals** (Basel), Basel, v. 12, n. 23, p. 3340, 29 nov. 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9739581/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

NASCIMENTO, T. V. C. Heat stress effects on excreta characteristics and nutrient excretion in livestock systems. **Animal Production Science**, v. 58, n. 8, p. 1452–1460, 2018.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 8. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. doi: 10.17226/99999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms**. Washington, DC: The National Academies Press, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

NETTO, V. N; GOMES, A. T. **Importância econômica e social**. Embrapa Gado de Leite, 8 dez. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/politicas/importancia-economica-e-social. Acesso em: 17 jun. 2025.

OECD-FAO. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural Outlook 2024-2033. Paris and Rome**. Disponível em: <https://www.oecd.org/agriculture/agricultural-outlook/>.

OLIVEIRA, J. P. C. A.; GONÇALVES, L. C.; JAYME, D. G.; DINIZ, T. H. F.; PIRES, F. P. A. A.; CÔRTEZ, I. H. G.; CRUZ, D. S. G.; SANTOS, D. A.; MOURA, A. M. Considerações sobre o consumo de água por bovinos. **Revista Nutritime**, 2016. Acesso em: 3 jun. 2025.

OLSNES, S.; KOZLOV, Y. V. Protein toxins inhibiting protein synthesis: ricin and related RIPs. **Toxicon**, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1954339>. Acesso em: 22 jun. 2025.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal**. 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/971085>.

PALHARES, J. C. P.; MATARIM, D. L.; DE SOUSA, R. V.; MARTELLO, L. S. Water Performance Indicators and Benchmarks for Dairy Production Systems. **Water**, v. 16, n. 2, p. 330, 2024. DOI: 10.3390/w16020330.

PEIXOTO, M. G. C. D.; CARVALHO, M. R. S.; MAGALHÃES, V. M. A. **O leite bovino que produzimos e consumimos**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 28 p.

PEREIRA, A. M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DEMARCHI, J. J. A. A.; CERBI, C. B. **Necessidades hídricas e exigências de água para bovinos**. Campinas: Instituto de Zootecnia, 2009.

PIOVESAN, R. T.; DE LIMA, A. J. P.; DA SILVA PETTENON, C.; PIOVESAN, M. T. Sistemas de criação na bovinocultura leiteira e reprodução social de agricultores no Médio Alto Uruguai/RS. **Revista Grifos**, Chapecó, v. 31, n. 57, p. 1–21, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22295/grifos.v31i57.6724>. Acesso em: 14 jun. 2025.

PIRES, A. V.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAUJO, R. C. D. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 738–748, 2004. .

POLITO, L.; BORTOLOTTI, M.; BATTELLI, M.; CALAFATO, G.; BOLOGNESI, A.; RICIN: An Ancient Story for a Timeless Plant Toxin. **Toxins**, v. 11, n. 6, p. 324, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11060324>

POLIZEL, D. M.; SOARES, L. C. B. **Caroço de algodão: qual qualidade do coproduto que utilizo na minha propriedade**. Piracicaba: (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”) ESALQ. Lab, 2021.

RAM, S.; NARWAL, S.; GUPTA, O. P.; PANDEY, V.; SINGH, G. P. Anti-nutritional factors and bioavailability: Approaches, challenges, and opportunities. Wheat and barley grain biofortification, **Fatores antinutricionais e biodisponibilidade: abordagens, desafios e oportunidades**. In: Wheat and Barley Grain Biofortification. p. 101–128, 2020. Acesso em: 29 mar. 2025.

RIBEIRO, A. L.; SILVA, J. P.; COSTA, M. F. Efeitos tóxicos de proteínas ribossomais em animais: uma revisão. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 35, n. 2, p. 45-58, 2022.

RIBEIRO, L. F. **Fatores determinantes para a qualidade do leite e derivados**. Monte Carmelo: Fucamp, 2021.

ROSSONI, A; S.; C.; D.; Compreensão da proteína em rações: impacto na qualidade e desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 49, n. 2, p. 123-130, 2020. Disponível em: Acesso em: 21 jun. 2025.

SANTOS, G. P. Água que mal-trata. **Guia Exclusive Aves & Suínos**, [S.l.], p. 3, 2005. Disponível em: <http://www.ivet.com.br>. Acesso em: 27 jun. 2025.

SANTOS, J. F. Antinutritional factors in plant-based feed ingredients: occurrence, biological role and implications for animal nutrition. **Journal of Applied Animal Research**, v. 47, n. 1, p. 1–10, 2019.

SGUIZZARDI, T. I. A água como nutriente para as aves. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n. 830, p. 22-23, 1979.

SILVA, F. F. *et al.* Efeitos da dieta e da temperatura sobre o consumo de água em vacas leiteiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 321–327, 2010.

SILVA, M.; F.; D. **Desempenho, parâmetros sanguíneos e fisiológicos de ovelhas Morada Nova suplementadas a pasto com duas fontes proteicas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

SILVA, PEDRO HENRIQUE FALEIRO. **Impactos da qualidade da água na produção dos animais domésticos**: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Goiânia, 8 jun. 2021.

SILVA, R. B. *et al.* Detoxification and nutritional evaluation of castor bean meal for use in animal feeding. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. 145–154, 2019.

SILVA, R. G.; VASCONCELOS, I. M.; ACRÍSIO FILHO, J. U. B.; CARVALHO, A. F.; SOUZA, T. M.; GONDIM, D. M.; OLIVEIRA, J. T. (2015). Castor bean cake contains a trypsin inhibitor that displays antifungal activity against *Colletotrichum gloeosporioides* and inhibits the midgut proteases of the dengue mosquito larvae. **Industrial Crops and Products**, **70**, 48-55. Acesso em: 29 mai. 2025.

SILVEIRA, O.; L.; D. **Evolução da bovinocultura leiteira: uma revisão**. 2023. 40 f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde-GO, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3808>. Acesso em: 18 jun. 2025.

SIQUEIRA, K.; B.; S.; L.; A.; N.; G.; A. Evolução do consumo de queijos fundidos no Brasil. In: SIQUEIRA, KENNYA.; B.; E. **Na era do consumidor: uma visão do mercado lácteo brasileiro**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2021. p. 61-66.

SIQUEIRA, K.; B.; S.; L.; A.; N.; G.; A. **Anuário Leite 2025**. Brasília: Embrapa, 2025. Anuario-Leite-2025. Acesso em: 15 fev. 2025.

SOUZA, PEDRO F.; N. The forgotten 2S albumin proteins: importance, structure, and biotechnological application in agriculture and human health. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 164, p. 4638–4649, 2020. Acesso em: 28 mar. 2025.

SOUZA, A. P. de; MOTA, L. L. da; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T. de; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 34–43, out./dez. 2013.

STRASSBURGER, A. H.; CAYE, V. A. H.; COSTELLA, M. F.; DALCANTON, F. Análise da variação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado: uma revisão sistemática de literatura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p. 60-72, 2019.

TITTO, E. A. L. Clima: influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais [...]** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 10-23.