

LEITE A2A2: PARTICULARIDADES E PERSPECTIVAS PARA O MERCADO DE LATICÍNIOS.

A2A2 MILK: PARTICULARITIES AND PERSPECTIVES FOR THE DAIRY MARKET.

¹FURTADO, Anna Beatriz Baggio; ¹MOREIRA, Ana Luísa Belasque Estevam; ¹MOREIRA, Matheus Ribeiro Ferreira; ¹RODRIGUES, Mariana dos Santos; ¹SOUZA, Samuel Pereira de; ¹PEDROSO, Rebeca Rodrigues; ¹FERREIRA, Milayne Da Silva; ²ROSENDO, Tayná.

^{1e2}Curso de Medicina Veterinária – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

O leite bovino contém a proteína β -caseína em diferentes variantes, sendo A1 e A2 as mais comuns. A distinção entre elas está na posição 67 da cadeia polipeptídica: a variante A1 apresenta histidina, enquanto a A2 possui prolina. Essa diferença molecular determina o perfil de digestão, pois o leite A1 libera beta-casomorfina-7 (BCM-7), peptídeo associado a inflamações intestinais, desconforto digestivo e possível relação com doenças crônicas. O leite A2A2, por não liberar BCM-7, apresenta melhor tolerabilidade em indivíduos sensíveis ao leite convencional, sem interferir na composição nutricional. Além disso, pesquisas indicam menor resposta imunológica e redução de marcadores inflamatórios em consumidores de leite A2A2. No aspecto zootécnico, raças zebuínas, como Gir e Guzará, apresentam maior frequência do alelo A2, o que favorece programas de melhoramento genético para sua produção. Comercialmente, o leite A2A2 já é comercializado com certificação específica e preço de 20 a 30% superior ao leite comum, configurando um nicho de mercado crescente e de maior valor agregado para produtores e indústrias.

Palavras-chave: Leite A2A2; β -caseína; BCM-7; digestibilidade; indústria láctea.

ABSTRACT

The Bovine milk contains the β -casein protein in different variants, with A1 and A2 being the most common. The distinction lies at position 67 of the polypeptide chain: histidine in A1 and proline in A2. This molecular difference affects digestion, as A1 milk releases beta-casomorphin-7 (BCM-7), a peptide linked to intestinal inflammation, digestive discomfort, and possible chronic diseases. A2A2 milk, which does not release BCM-7, shows greater tolerance in sensitive individuals while maintaining its nutritional composition. Studies also report lower immune activation and reduced inflammatory markers in A2A2 milk consumers. From a zootechnical perspective, Zebu breeds such as Gir and Guzará present higher A2 allele frequency, facilitating breeding programs for this trait. Commercially, A2A2 milk is marketed with specific certification and reaches prices 20–30% higher than conventional milk, representing a differentiated market niche with added value for producers and dairy industries.

Keywords: A2A2 milk; β -casein; BCM-7; digestibility; dairy industry.

INTRODUÇÃO

O leite oferece diversos benefícios à saúde, pois é uma rica fonte de nutrientes e auxilia na saúde óssea, no crescimento. No entanto, há pessoas com condições específicas em que o consumo de leite pode causar problemas, como a alergia às proteínas do leite e a intolerância à lactose (DIOGO *et al*, 2023).

A produção de leite bovino tem um papel significativo no agronegócio brasileiro, uma vez que o Brasil ocupa a sexta posição mundial em produção de leite,

com uma produção anual superior a 35 bilhões de litros (IBGE, 2022). O leite de vaca é o mais consumido, tanto no Brasil quanto no resto do mundo (Barbosa, 2019).

Os avanços tecnológicos na indústria do leite têm promovido alterações nos padrões de consumo e estimulado uma demanda crescente por produtos lácteos de excelente qualidade, agregando valor e atendendo às expectativas dos consumidores (Silva, 2023).

A capacidade de um animal de produzir leite do tipo A1A1 ou A2A2 pode ser identificada por meio da análise de seu perfil genético, realizada através do teste de genotipagem, que examina amostras biológicas, como sangue ou pelagem dos animais (Kamiński *et al*, 2007).

Com base nessas informações, o objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão da literatura científica, abordando os principais pontos relacionadas ao consumo do leite, com um maior enfoque no mercado atual do leite A2A2, benefícios, além das raças geneticamente predispostas a produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura com o objetivo de reunir informações atuais acerca do leite A2-A2, abordando suas características, composição proteica, diferenças em relação ao leite comum, distribuição no mercado e potenciais efeitos sobre a saúde humana.

O levantamento bibliográfico foi realizado entre março e agosto de 2025, abrangendo as bases de dados SciELO, PubMed e Google Acadêmico. As buscas se basearam nos seguintes descritores e suas combinações: “leite A2-A2”, “ β -caseína A2”, “leite A1 vs A2”, “digestibilidade do leite”, “intolerância à lactose”, “proteína do leite e saúde humana” e “benefícios do leite A2-A2”. Foram incluídos artigos científicos, livros e documentos técnicos publicados recentemente em português ou inglês, que abordassem direta ou indiretamente o tema.

Foram considerados para inclusão trabalhos disponíveis na íntegra que apresentassem informações sobre composição proteica, propriedades nutricionais, efeitos digestivos, potenciais benefícios ou malefícios para a saúde, bem como aspectos de distribuição e consumo do leite A2-A2. Materiais sem base científica ou que não apresentassem relação direta com o tema foram excluídos.

A coleta de informações foi realizada por meio de leitura exploratória,

mantendo os dados mais relevantes para a construção desta revisão.

DESENVOLVIMENTO

PRODUÇÃO LEITEIRA NO BRASIL

O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores de leite do mundo, com uma produção anual superior a 34 bilhões de litros de leite. A atividade está presente em 98% dos municípios do país, sendo majoritariamente realizada por pequenas e médias propriedades, contando com mais de 1 milhão de propriedades produtoras de leite, e empregando cerca de 4 milhões de pessoas (IBGE, 2022).

A parceria entre produtores de leite e indústrias de laticínios tem se tornado cada vez mais relevante na busca por uma atividade produtiva e econômica sustentável. A produção de leite está concentrada nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, com maior destaque para os estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Magalhães, 2019).

LEITE A2A2 NO BRASIL

Considerado um produto amplamente consumido, rico em nutrientes essenciais e com grande versatilidade comercial, o leite bovino é uma importante fonte de proteínas de alto valor biológico, devido ao seu conteúdo de aminoácidos essenciais e à presença de peptídeos bioativos resultantes de sua digestão (Singh; Kour; Sharma, 2016).

A beta-caseína é uma das principais proteínas que compõe o leite, correspondendo a aproximadamente 30% das proteínas presentes nele. Ela pode apresentar diferentes variantes, como A1 e A2, dependendo da genética dos animais produtores de leite (Barbosa, 2019).

O leite classificado como A1 contém apenas beta-caseína do tipo A1 ou uma mistura de beta-caseínas A1 e A2, enquanto o leite classificado como A2 contém exclusivamente beta-caseína do tipo A2. Essa diferenciação é relevante, pois a fração A1 está mais associada ao desencadeamento de reações alérgicas (Pacchiarotti, 2020).

O leite A2 pode ser produzido de forma exclusiva em rebanhos leiteiros, o que

exige investimentos no melhoramento genético e na seleção rigorosa dos rebanhos bovinos (Magalhães, 2019).

COMPOSIÇÃO DO LEITE A2A2

Além de água, o leite possui uma composição básica que inclui proteínas, lipídios, carboidratos, aminoácidos, enzimas, minerais e vitaminas, o que justifica seu consumo frequente por pessoas que buscam suplementação nutricional (MUNIZ *et al*, 2013).

Contudo, essa composição pode ser influenciada por diversos fatores, como espécie, raça, estágio de lactação, idade e condições ambientais, fisiológicas, patológicas e nutricionais (Milani, 2011).

As proteínas no leite representam uma fração significativa de seus componentes sólidos, sendo que 80% são caseínas, proteínas insolúveis em pH 4,6, e 20% são proteínas do soro, como globulinas e albumina. As caseínas se dividem em α S1, α S2, β e κ , e a β -caseína possui 13 variantes, das quais A1 e A2 são as mais comuns no leite bovino, o tipo mais consumido no Brasil (Sousa, 2023).

Inicialmente, todos os bovinos possuíam a β -caseína A2, mas uma mutação genética, ocorrida entre 5.000 e 10.000 anos atrás, resultou na variante A1, que se tornou predominante. A distinção entre as variantes A1 e A2 é uma diferença molecular em um dos 209 aminoácidos, o que gera impactos distintos no trato gastrointestinal humano. O peptídeo bioativo resultante da digestão do leite tipo A1, a beta-casomorfina 7, está associado a diversas condições de saúde, como alergias, doenças coronárias, diabetes tipo 1, esquizofrenia e autismo (Muniz *et al*, 2013).

Esse fenômeno não ocorre no leite tipo A2, que é considerado uma alternativa para indivíduos com intolerância ao leite convencional. Em função disso, há um crescente interesse no melhoramento genético e na detecção de rebanhos com alelo A2A2, o que tem impulsionado a comercialização desse leite em países como Austrália, Reino Unido, Estados Unidos, Nova Zelândia e Holanda (Sousa, 2023).

Essa diferença na composição da β -caseína influencia as reações que ocorrem durante sua digestão. Durante a proteólise mediada pelo gene CSN2, responsável pela codificação da β -caseína, a variante A1 sofre quebra na posição 67, liberando as beta-casomorfina 7, geradas pela hidrólise peptídica (Barbosa *et*

al, 2019).

Essas moléculas com propriedades opioides atuam no sistema nervoso central e em órgãos periféricos, causando redução da motilidade e da amplitude das contrações intestinais, aumentando a absorção de água, inibindo a secreção gástrica, promovendo a contração da vesícula biliar e desregulando a secreção de muco intestinal. Na variante A2, a presença de prolina dificulta a clivagem entre os resíduos 66a e 67a, prevenindo a formação das beta-casomorfina 7 e favorecendo a produção de beta-casomorfina 9 (Barbosa, 2019).

O surgimento dos peptídeos bioativos beta-casomorfina 7 e 9, provenientes do consumo de leite bovino, depende das características gastrointestinais de cada indivíduo e da proporção das variantes de β -caseína (A1 ou A2), as quais podem ser quantificadas por cromatografia líquida de alta eficiência associada a espectrometria de massa (Milani, 2011).

De forma geral, a beta-casomorfina 9 possui propriedades opioides, mas com afinidade quatro vezes menor para os receptores γ -opioides em comparação à beta-casomorfina 7. Assim, os impactos no sistema gastrointestinal de indivíduos sensíveis que consomem leite A2A2 são consideravelmente menores (Milani, 2011).

BENEFÍCIOS DO LEITE A2A2

Os benefícios do leite desta categoria não se limitam apenas aos consumidores, mas também incluem vantagens zootécnicas para os produtores. Embora os estudos ainda sejam preliminares, já indicaram uma relação entre o alelo A2 e maior produtividade de leite e concentração proteica (Olesnki, 2012).

Além disso, estudos científicos demonstraram que o gene CSN2-A2, responsável pela codificação da β -caseína A2, pode reduzir os níveis de colesterol no soro e diminuir a quantidade de lipídios de baixa densidade, contribuindo assim para a prevenção de doenças vasculares em humanos (Barbosa, 2019).

Consumidores de leite A2A2 apresentam menos sinais de inflamação, como IL-4, IgG e IgE, quando comparados aos consumidores de leite comum. Esse leite, portanto, é benéfico para indivíduos que já sofrem com doenças inflamatórias ou desconforto gastrointestinal após a ingestão de leite, mas não é indicado para pessoas com intolerância à lactose (Guantario, 2020).

Atualmente, é comum associar a intolerância à lactose e a alergia à proteína

do leite de vaca como sendo o mesmo distúrbio. Embora ambos sejam desencadeados pelo leite, a resposta do organismo é distinta em cada caso. A intolerância à lactose ocorre devido a uma deficiência na produção da enzima lactase, resultando em um processo fermentativo da lactose no intestino e causando desconforto abdominal. Em contraste, a alergia à proteína do leite de vaca é mediada pelo sistema imunológico, que reage contra uma ou mais proteínas do leite, provocando sintomas gastrointestinais e respiratórios (Fontes, 2022).

Além disso, a literatura aponta que o leite A2A2 pode beneficiar o intestino, favorecendo a imunidade e aumentando a produção de antioxidantes, como a glutathione, em seres humanos. No entanto, não há consenso científico sobre os efeitos do leite A1A1 na saúde humana. Alguns estudos sugerem que o consumo de leite A1A1 pode estar relacionado ao desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 1, e morte súbita infantil, devido à beta-casomorfina 7, que ativa os receptores μ -opioides, um fator de risco para tais condições (Fontes, 2022).

GENÉTICA DO LEITE E RAÇAS PREDISPOSTAS

A aptidão de um bovino em produzir leite dos tipos A1A1 ou A2A2 é determinada por meio da análise do seu perfil genético, utilizando o teste de genotipagem, que identifica a variante da beta-caseína presente no animal. As raças zebuínas, em geral, apresentam maiores frequências do genótipo A2A2 quando comparadas às raças taurinas, o que as torna especialmente relevantes para programas de melhoramento genético voltados à produção de leite A2. Além da predominância do alelo A2, a raça Gir destaca-se também pelo alto teor de gordura e proteína em seu leite, características valorizadas pelas indústrias por proporcionarem maior rendimento no processamento. São destacadas as raças, Gir (Figura 1) e Guzará (Figura 2) em território nacional (Sousa, 2022).



Figura 1 – Bovino da raça Gir.

Fonte: GOVERO FEDERAL, 2021.

Figura 2 – Bovino da raça Guzerá.



Fonte: COMPRE RURAL, 2024.

Os bovinos são considerados como A2A2 quando o leite contém a proteína β - caseína da variante genética A2. Já a variante genética A1, produz a beta-casomorfina 7 (BCM-7), responsável por gerar desconforto abdominal e casos de intolerância à lactose aos seres humanos. O leite A2A2 pode diminuir os sintomas apresentados através da melhor digestibilidade com a redução da movimentação e a intensidade nas contrações intestinais, melhor absorção de água, inibição da produção gástrica, além da ausência da associação com quadros de alergia à proteína do leite. Com isso, a produção desse tipo de leite, possui maior valor agregado (Vieira, 2024).

Em 2021 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) emitiu a Resolução nº 4.769 em 22 de dezembro, que veta a publicidade do item "Leite proveniente de vacas com genótipo A2A2". A certificação de propriedade funcional

concedida para o leite A2A2 pela Anvisa é a referida: "O leite proveniente de vacas com genótipo A2A2 não gera BCM-7 (beta-casomorfina-7), que pode ocasionar desconforto digestivo" (Sousa, 2022).

Em 2019 foi criado o selo de certificação pelo Movimento Mais Leite. O Movimento Mais Leite foi responsável por estabelecer um quadro de diretrizes na distinção da produção do leite A2A2, através da fiscalização das fazendas e laticínios, rastreabilidade com brincos aprovados, separação de lote e ordenha, reservatórios exclusivos de armazenamento, protocolos de higienização das instalações e equipamentos (CNA SENAR, 2023).

Estudos realizados pela Embrapa indicam que a raça Girolando, amplamente utilizada no território nacional em função de sua adaptabilidade e elevada produtividade, apresenta uma frequência considerável do alelo A2, embora inferior às raças zebuínas puras, como Gir e Guzerá (Machado, 2019). De acordo com Pereira e Vieira (2024), o aumento da frequência do alelo A2 nas populações bovinas é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético voltados à produção de leite A2A2, visto que essa variante está associada a melhores características nutricionais e maior valor de mercado.

Assim, estratégias de seleção baseadas em acasalamentos direcionados entre indivíduos homozigotos A2A2 tornam-se fundamentais para elevar a proporção desse alelo no rebanho. Nesse contexto, a escolha criteriosa de touros com genótipo A2A2 representa um fator determinante para a consolidação de rebanhos produtores de leite exclusivamente do tipo A2, contribuindo tanto para o aprimoramento genético quanto para o atendimento das exigências de consumidores e indústrias (Machado, 2019).

MERCADO DO LEITE A2A2

A Nova Zelândia é considerada líder em exportação de leite em pó, e sua produção do leite tipo A2 vem desde 2003, sendo considerada pioneira das pesquisas sobre o leite A2 na década de 1990 (Leite; Stock, 2023).

O Brasil possui grande potencial para a produção de leite do tipo A2. A comercialização do leite A2 é recente no país, o que tem levado os produtores de leite a intensificar as pesquisas para desenvolver estratégias de melhoramento genético

voltadas para a seleção de rebanhos com o alelo A2 (Barbosa, 2019).

Rentero (2023) destaca que o leite A2 atraiu novos investimentos em fazendas produtoras de leite e laticínios, conquistando espaço e visibilidade no mercado de leite, tanto nacional quanto global, em menos de cinco anos (Pacchiarotti, 2020).

O leite A2 tem ganhado reconhecimento mundial devido aos seus benefícios à saúde humana quando comparado ao leite convencional, especialmente porque o leite proveniente de raças zebuínas tem agregado valor ao tipo A2 devido à alta frequência do genótipo A2A2 nessas raças (leite, 2023).

No entanto, atualmente há a disponibilidade de laboratórios comerciais, empresas de inseminação artificial, associações, programas e a Embrapa, que possibilitam a seleção, genotipagem e o melhoramento para a beta-caseína A2, facilitando ainda a obtenção de animais homozigotos (A2A2) (Silva; 2023).

VANTAGENS ECONÔMICAS

O leite A2A2, tem se destacado no mercado por oferecer várias vantagens econômicas, beneficiando tanto os produtores quanto os consumidores. Primeiramente, o leite é vendido por um preço superior, cerca de 20% a 30% mais caro que o leite comum. Isso se deve ao fato dos consumidores o veem como mais seguro e saudável (AMPLIGEN, 2023).

Em seguida, a estabilidade da proteína A2 confere uma vida útil mais longa, permitindo um armazenamento prolongado sem perda de qualidade. Por fim, sua menor tendência a causar desconfortos digestivos amplia o mercado consumidor, alcançando também pessoas com intolerância à lactose ou sensibilidade à beta-caseína A1 (AMPLIGEN, 2023).

Ao investir na produção de leite A2A2, os produtores passam a adotar práticas agrícolas mais responsáveis e investir em tecnologias mais avançadas. Essa mudança aproxima o agronegócio brasileiro dos padrões internacionais, tornando-o mais competitivo e atraente para novos investimentos e parcerias. Dessa forma, o crescimento econômico se traduz em oportunidades reais que beneficiam não só os produtores, mas também a economia como um todo (Pacchiarotti, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, o leite A2A2 apresenta melhor tolerabilidade digestiva devido à

ausência da liberação da beta-casomorfina-7, característica que o diferencia do leite convencional. Dessa forma, além dos potenciais benefícios, com o aumento das tendências de busca pela saúde e bem estar, o leite A2A2 configura-se como uma alternativa promissora no mercado de laticínios atual.

REFERÊNCIAS

AMPLIGEN. **O leite A2A2: uma vantagem econômica para os produtores**, 2023. Disponível em: <https://www.ampligen.com.br/leite-a2a2-vantagens-economicas-e-de-saude?srsId=AfmBOoodDxi0QgAcZE68GATh7F1gz4N7WeAu8NQeb6VSGTROT uZB9Mxa>. Acesso em: 20 mar. 2025.

BARBOSA, M. G., SOUZA, A. B., TAVARES, G. M., ANTUNES, A. E. C. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, p. 1-11, 2019.

CNA SENAR. **Certificação da Produção de leite e derivados de vacas A2A2**, 2023. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/protocolo-vacas-a2a2-2>. Acesso em: 14 mar. 2025.

COMPRE RURAL. **Bovino da raça Guzerá**, 2024. Disponível em: <https://www.comprerural.com/raca-milenar-matriz-guzera-bate-recorde-de-producao-de-leite-no-brasil/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

DIOGO, B. S.; REIS, E. M. B.; DOS SANTOS, B. R. C.; MONTAGNER, A. E. A. D.; PINEDO, L. A. Ocorrência de animais produtores de leite A2A2: estudo de caso em uma propriedade do município de Rio Branco – Acre. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 3, p. 2808-2818, 2023.

FONTES, F. O leite no mundo: tudo o que você precisa saber sobre leite A2. **Governo Federal**. Bovino da raça Gir Leiteiro. Net, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/padroao-racial-de-ovinos-raca-lacaune/bovino-da-raca-gir-leiteiro>. Acesso em: 14 mar. 2025.

GOVERNO FEDERAL. **Bovino da raça Gir leiteiro**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/padroao-racial-de-ovinos-raca-lacaune/bovino-da-raca-gir-leiteiro>. Acesso em: 17 mar. 2025.

GUANTARIO, B. *et al*/ A comprehensive evaluation of the impact of bovine milk containing different beta-casein profiles on gut health of ageing mice. **Nutrients**, Basel, v. 12, n. 7, p. 2147, 2020.

HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G.; MAGALHÃES Júnior, W. C. P. de. Distribuição da produção de leite por estados e mesorregiões. **ANUÁRIO Leite, Juiz de Fora: Texto Comunicação Corporativa**, 2021. p. 10-13. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134836/1/Distribuicao-producao-leite.pdf>.

IBGE. Indicadores IBGE: estatística da produção e pecuária. Rio de Janeiro: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2022. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/abate-leite-couro-ovos_202102caderno.pdf. Acesso em: 03 mar. 2025.

KAMIŃSKI, S. *et al* Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. **Journal of Applied Genetics**, v. 48, n. 3, p. 189-198, 2007.

LEITE, J. L. B.; STOCK, L. A. Aspectos da produção de leite na Nova Zelândia. In: Anuário do Leite 2023: Leite: baixo carbono, p. 82-84. Mercado Global. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2023.

MACHADO, P. F. *et al* Frequência genotípica e alélica para o gene da beta-caseína em bovinos leiteiros no Brasil. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2019.

MILANI, M. P. **Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, anos e estações climáticas no Noroeste do Rio Grande do Sul**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MUNIZ, L. C.; MADRUGA, S. W.; ARAÚJO, C. L. Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 12, p. 3515-3522, 2013.

OLEŃSKI, K.; CIEŚLIŃSKA, A.; SUCHOCKI, T.; SZYDA, J.; KAMIŃSKI, S. Polymorphism in coding and regulatory sequences of the beta-casein gene is associated with milk production traits in Holstein-Friesian cattle. **Animal Science Papers and Reports**, Warszawa, v. 30, n. 1, p. 5-12, 2012.

PACCHIAROTTI, V. L. *et al* Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, v. 1, n. 2, p. 208-226, 2020.

PEREIRA, K. J.; VIEIRA, V. A. Leite A2A2 e seu potencial efeito na saúde humana e melhoramento genético do rebanho. **Interface Tecnológica**, v. 21, n. 1, p. —, 20 jun. 2024.

RENTERO, N. Um mercado que cresce e aparece. Anuário do Leite 2023: Leite: baixo carbono, p. 77-79. Mercado Global. Juiz de Fora: **EMBRAPA Gado de Leite**, 2023.

SANTOS, B. M. D. **Aspectos genéticos e produtivos do leite A2A2: revisão de literatura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Curso de Medicina Veterinária, 2023.

SILVA, M. V. G. B.; PANETTO, J. C. C. Origem, pesquisa, produção e consumo de leite A2. Anuário do Leite 2023: Leite: baixo carbono, p. 75-77. Mercado Global. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2023.

SINGH, N. K.; KOUR, S.; SHARMA, N. Impact of A1/A2 forms of cow's milk on human health: A review. **Journal of Animal Research**, v. 6, n. 6, p. 923, 2016.

SOUSA, F. D. A. L. **Diferenciais do leite A2A2 e aplicabilidade.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2023.

SOUSA, F. A. L. **Diferenciais do leite A2A2 e aplicabilidade.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2022.

VIEIRA, L. M. M. **Diferença genética e benefícios da ingestão do leite A2A2.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Faculdade de Medicina Veterinária, Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama, 2024.